

Sumário

1	Introdução	2
2	Referencial Teórico	8
3	Metodologia.....	13
3.1	Estratégia de ação	14
4	Resultados	18
4.1	Mobilização, sensibilização e capacitação das comunidades participantes do estudo	18
4.2	Avaliação sanitária das comunidades em estudo.....	21
4.3	Tecnologias adequadas ao semi-árido de saneamento ecologicamente sustentável.	23
4.4	Sistema simplificado para tratamento e aproveitamento de águas cinzas	25
4.5	Sistema simplificado de tratamento e reúso de águas residuárias	26
4.6	Produção Bibliográfica	28
5	Conclusões	30

1 Introdução

Na década de 1970, a crise do petróleo colocou em evidência o caráter finito dos recursos terrestre, favorecendo o debate da questão ambiental, anteriormente desprezada. A problemática ambiental passa a ser qualificada como uma externalidade negativa a ser equacionada. Rompe-se com a posição tradicional de que o problema não existia, para tratá-lo como um aspecto relevante ao desenvolvimento uma vez que se relaciona à disponibilidade de recursos e às condições de produção e de reprodução da própria vida.

Em janeiro de 1992, a Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Água e Meio Ambiente (Dublin, janeiro de 1992), formulou quatro princípios básicos para a gestão dos recursos hídricos no século XXI:

- o caráter finito e essencial da água;
- a necessidade da participação, na gestão, dos usuários, planejadores e decisores políticos, em todos os níveis;
- o papel essencial da mulher na conservação e gestão da água;
- o valor econômico em todos os seus usos.

Desde então, tem-se estimulado o uso parcimonioso da água, que encontra no reúso de águas de qualidade inferior e no saneamento ecológico respostas aos princípios formulados, bem como o atendimento à proposta de desenvolvimento sustentável apresentada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 – a Rio 92.

Neste sentido, a conservação de bacias hidrográficas é uma estratégia que visa proteger e restaurar a qualidade ambiental e, conseqüentemente, os ecossistemas aquáticos, buscando-se a revitalização de bacias hidrográficas, a conservação e racionalização de uso de água.

A Agenda 21 (1994) dedicou importância especial ao reúso, recomendando a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção da saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas. No Capítulo 21 — “Gestão ambientalmente adequada de resíduos líquidos e sólidos”, Área Programática B — “Maximizando o reúso e a reciclagem ambientalmente adequadas”, estabeleceu, como objetivos básicos: “vitalizar e ampliar os sistemas nacionais de reúso e reciclagem de resíduos”, e “tornar disponíveis informações, tecnologia e

instrumentos de gestão apropriados para encorajar e tornar operacional, sistemas de reciclagem e uso de águas residuárias”. A prática de uso de águas residuárias também é associada, e dá suporte, a áreas programáticas incluídas no capítulo 14 — “Promovendo a agricultura sustentada e o desenvolvimento rural”, capítulo 18 — “Proteção da qualidade das fontes de águas de abastecimento — Aplicação de métodos adequados para o desenvolvimento, gestão e uso dos recursos hídricos”, visando a disponibilidade de água “para a produção sustentada de alimentos e desenvolvimento rural sustentado” e “para a proteção dos recursos hídricos, qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos”, e no capítulo 30, “Fortalecimento do papel do comércio e da indústria”.

O marco regulatório da gestão de águas no Brasil é o Código das Águas de 1934, que proporcionou os recursos legais para a expansão do aproveitamento hidrelétrico que ocorreu nas décadas seguintes. Desde a Rio 92, foram promulgadas no Brasil e um conjunto de leis que definem o arcabouço institucional e legal na gestão dos recursos hídricos e no saneamento:

- Lei nº. 9.433 (janeiro de 1997), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e definiu a estrutura jurídico-administrativa do Sistema Nacional de Recursos Hídricos,
- Lei nº. 9.984 (julho de 2000) que criou a Agência Nacional de Águas
- Resolução CONAMA nº. 17 (maio de 2001) que estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos.
- LEI nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece as diretrizes nacionais de saneamento básico.
- Resolução CNRH n.º 54 de 28 de novembro de 2005 que estabelece reúso não potável de água para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas.

Uma nova Resolução, que estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade definida na Resolução CNRH n.º 54, está sendo debatida no CNRH.

A Lei nº. 9.433 (janeiro de 1997), embora não mencionando o assunto reúso, foi decisiva na adoção dessa prática no Brasil, por conta de dois dos seus instrumentos: o enquadramento de corpos d’água em classes, segundo os usos preponderantes da água; e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Estabelecendo que “serão cobrados os usos dos recursos hídricos sujeitos à outorga...”(Art. 20, Seção IV) modifica substancialmente as

bases operacionais e econômicas do uso da água, particularmente para o setor industrial. O enquadramento, por sua vez, tem exigido mudanças de atitude das companhias de saneamento. No entanto, para que o reúso seja industrial, agrícola ou de qualquer outra modalidade seja efetivado como prática usual, é necessária a integração dos ministérios da Agricultura, da Saúde e do Meio Ambiente para uma operação adequada e minimização de conflitos.

A Resolução CNRH n.º 54 de 2005 estabelece as diretrizes para o reúso direto não potável da água, tendo como principais propostas:

- Os planos de recursos hídricos deverão contemplar estudos acerca da utilização das águas de reúso;
- Os sistemas de informações de recursos hídricos deverão incorporar, organizar e tornar disponíveis dados e informações sobre reúso necessárias ao gerenciamento da prática do reúso dos recursos hídricos;

Os comitês deverão:

- propor, na implantação da cobrança pelo uso da água, instrumentos econômicos e financeiros que induzam a prática do reúso;
- integrar, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da bacia, a prática do reúso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo;
- A atividade que envolva o reúso de água deverá ser informada à respectiva autoridade gestora de recursos hídricos, ao órgão ambiental, bem como ao órgão de saúde pública, em suas respectivas esferas de competência.
- Desta forma, foi elaborado modelo sistêmico de conservação da água, incluindo a capacitação de membros da comunidade, envolvidos na concepção, execução e gestão do projeto, garantindo a sua sustentabilidade. Poderá ser exigido dos agentes envolvidos na prática de reúso um Programa de Esclarecimento à comunidade apresentando as etapas do processo, as características da água de reúso, riscos a saúde pública e suas possíveis finalidades de uso.

Gestão de águas residuárias é importante componente da gestão de recursos hídricos, com fortes conexões com o sistema hidrológico. A quantidade de água disponível para cada pessoa vem declinando em todo o mundo, como resultado do crescimento populacional e alterações ambientais. A Escassez de água tem resultado em degradação e uso excessivo dos recursos hídricos e conflitos entre grupos de usuários, fazendo com que sejam reconsideradas as práticas tradicionais de disposição de esgotos.

Sistemas mais racionais devem promover o reúso das águas residuárias. Neste sentido, tratamento de efluentes, saneamento ecológico e reúso de água apresentam-se como soluções a serem implantadas para a redução da carga poluidora nos corpos hídricos com vistas ao enquadramento.

Na região Nordeste, o clima semi-árido tem definido a situação socioeconômica. As ações e projetos que têm sido implantados nesta região não têm alcançado os resultados pretendidos. Açudes mal projetados e mal operados tendem a se tornar reservatórios de águas salobras ou salinas, sendo a causa de fortes impactos sobre o frágil ecossistema local. O quadro agrava-se em função da inexistência de saneamento básico em localidades dessa região, onde grande parte dos esgotos gerados é lançada a “céu aberto” e de forma difusa em rios intermitentes. Esta prática inviabiliza o aproveitamento para o consumo humano dos poucos recursos hídricos disponíveis.

Na Bahia, o clima semi-árido caracteriza a parte central do estado, correspondendo a cerca de dois terços da sua área. A região semi-árida é delimitada pelo clima, que tem forte influência sobre outras características físicas como vegetação, fauna e hidrologia. As relações entre homem e ambiente delineiam os aspectos sociais, econômicos e políticos dessa sociedade tão marcada pela escassez de água. A seca, fenômeno cíclico em que se acentua a escassez hídrica, - tem sido o alvo das políticas de desenvolvimento econômico e social dessa região, sempre associadas às políticas da água.

O Grupo de Recursos Hídricos da UFBA tem atuado no município de São Domingos em diversos projetos que abrangem:

- A instalação e operação da Bacia Experimental do Rio do Cedro realizada no âmbito da Rede de Hidrologia do Semi-árido - REHISA, de acordo com os projetos: IBESA - Implantação de Bacias Experimentais no Semi-árido (2003 - 2005); BEER - Bacias Experimentais e Representativas (atual); e CISA - Cooperação Internacional do Semi-árido (atual).
- Investigação de soluções sustentáveis em conservação da água – envolvendo saneamento, referente ao Modelo de Reúso Planejado como Alternativa para Bacias do Semi-árido Baiano – Edital Universal do CNPq – 2005.
- Atuação acadêmica na forma da disciplina Atividade Curricular em Comunidade que tem trabalhado em questões relacionadas à problemática local, desde 2001.

Investigar, adaptar e desenvolver tecnologias, analisando a viabilidade técnica e econômica de práticas de conservação da água que incluem: utilização de esgoto doméstico tratado na produção agrícola em sistema hidropônico e piscicultura; e implantação de saneamento ecológico. Desta forma, foi elaborado modelo de reúso de água, incluindo a capacitação de membros da comunidade, envolvidos na concepção, execução e gestão do projeto, garantindo a sua sustentabilidade.

O projeto teve por objetivo proteger a água, evitando ou diminuindo o consumo e o lançamento de efluentes em corpos hídricos, ao tempo em que recupera e recicla nutrientes presentes nas excretas humanas para aplicação na agricultura. Foi elemento fundamental do projeto, prover tratamento confiável, proteger a saúde pública e ter aceitação social. Integrou-se saneamento, desenvolvimento social, produção agrícola e proteção à saúde humana e ao meio ambiente, assim como a redução do consumo de água.

A falta de saneamento tem impacto sobre o acesso à educação e à produtividade econômica, além de ser uma afronta à dignidade humana, que impacta sobremaneira os pobres. Não apenas por serem eles os que mais sofrem pela falta de saneamento, mas frequentemente os esgotos são lançados em rios utilizados pelos pobres como fonte de água de beber, além de serem forçados a viver em áreas degradadas por disposição de lixo. Soluções inadequadas de saneamento têm mantido a desigualdade nas sociedades. (IANWGE-UN, 2005).

No semi-árido brasileiro, região que ocupa área de aproximadamente 900 mil km², correspondendo a cerca de 60% da região nordeste, onde a água é escassa e cara, a simples idéia de se “desprezar” um manancial hídrico pode parecer um absurdo impensável. No entanto, este é um fato mais comum do que se pensa: existem, na região do semi-árido, milhares de pequenos e médios açudes e poços abandonados, assim como rios sem condição de aproveitamento de suas águas devido à deterioração das suas águas.

Águas desprezadas, devidamente tratadas, podem ser eficientemente utilizadas em diversos aproveitamentos de valor econômico. A base científica do reúso de águas servidas tem evoluído continuamente impulsionada pela crescente pressão sobre os recursos hídricos. Medidas que minimizam impactos sobre a saúde e o meio ambiente têm sido incorporadas, de acordo com as regulamentações estabelecidas em cada país e internacionalmente pela Organização Mundial da Saúde - OMS.

Têm-se ampliado nesta região, as redes de abastecimento de água urbanas, que, embora melhorem as condições sanitárias da população, colocam maior pressão sobre os

recursos hídricos. Evidentemente, sistemas completos de saneamento básico podem ser muito caros, inviabilizando sua implantação, sobretudo em uma região onde a população tem uma reduzida capacidade de pagamento de taxas desses serviços.

Sistemas alternativos para o tratamento de águas residuárias de comunidades rurais e peri-urbanas podem contribuir para a melhoria da qualidade das águas superficiais na região, principalmente quando associados a programas de reúso. Águas desprezadas salinizadas ou poluídas, devidamente tratadas, podem ser usadas para produção de alimentos pelas comunidades locais a partir da implantação de tecnologias de baixo custo para utilização na produção hidropônica de flores e piscicultura.

Assim como acontece na agricultura moderna, a aquíicultura é também uma tentativa deliberada por parte do homem de modificar e manipular as relações tróficas controladas pela natureza em um determinado ambiente aquático. Na maioria dos casos, o efeito resultante é a simplificação da complexidade do ecossistema natural com vista a se aumentar a oferta de recurso útil ao homem (Arana, 1999).

Neste sentido, um programa de reúso de águas desprezadas pode contribuir para aumentar a oferta e melhorar a qualidade das águas na bacia do rio São Francisco, como também reciclar os nutrientes presentes no esgoto na conservação e recuperação dos solos. Vale lembrar que, em uma região em que as chuvas são irregulares, contar com um fornecimento regular de águas recicladas, representa a certeza da continuidade da produção agrícola de peixes e produtos agrícolas.



Figura 1: Mapa de localização do município de São Domingos no Estado da Bahia

2 Referencial Teórico

Durante muito tempo assumiu-se que não haveria limites a recursos como água e terra. Da mesma forma, admitiu-se que o meio ambiente poderia assimilar todos os rejeitos resultantes da exploração destes recursos. Estas considerações levaram a adoção de sistemas lineares de fluxo de recursos e rejeitos. Quando a água é usada como meio de transporte e destino final de efluentes é virtualmente impossível impedir que os mais diversos contaminantes cheguem aos rios, águas subterrâneas e águas costeiras, mesmo com os tratamentos mais modernos. No processo, imensas quantidades de água, cerca de 50 mil litros por pessoa por ano, são contaminados e tornam-se inadequados para outros usos. (WERNER, 2004).

Existe atualmente, um fluxo intenso de nutrientes na forma de alimentos, que deixa as regiões rurais em direção às cidades para serem transformados em excretas e depositados em rios e águas costeiras. Isto tem severas conseqüências: poluição das águas e eutrofização; redução da biodiversidades; lixiviação e degradação do solo. Apenas com a mudanças destas atitudes lineares, na direção de uma atitude circular, poderemos reconectar os recursos aos rejeitos, reduzindo nossos problemas e avançando em direção a uma sociedade que recicla. Devem ser implementados sistemas que emulem ecossistemas saudáveis achados na natureza — que fechem o ciclo. (ESREY et al., 2000).

A falta de saneamento tem impacto sobre o acesso à educação e à produtividade econômica, além de ser uma afronta à dignidade humana, que impacta sobremaneira os pobres. Não apenas por serem eles os que mais sofrem pela falta de saneamento, mas frequentemente os esgotos são lançados em rios utilizados pelos pobres como fonte de água de beber, além de serem forçados a viver em áreas degradadas por disposição de lixo. Soluções inadequadas de saneamento têm mantido a desigualdade nas sociedades. (IANWGE-UN, 2005).

Sistemas tradicionais de tratamento de esgotos envolvem grandes custos financeiros de construção e operação, consomem energia e produtos químicos, exigem muita manutenção e gastam muita água, de forma a evitar impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente. A sustentabilidade de sistemas de esgotos convencionais, comumente adotados no mundo desenvolvido, pode ser questionada pela demanda de grande quantidade de energia e pelo grande desperdício de água limpa. Na medida em que crescem as populações dos países em desenvolvimentos, melhoram-se os padrões de vida e

crecem os impactos ao meio ambiente. O desenvolvimento de tecnologias sustentáveis em tratamento de efluentes é cada dia mais premente. (EVANS, 2004).

O aumento da disponibilidade hídrica e a redução das cargas poluentes que chegam a rios e outros corpos hídricos são os principais benefícios do reúso de água que deve ser fundamentado nos seguintes princípios: prover tratamento confiável, de acordo com a utilização que se fará do efluente; proteger a saúde pública; e ter aceitação social. As principais possibilidades de reúso da água são: irrigação agrícola; irrigação de parques e jardins; reciclagem industrial; usos potáveis urbanos; e recarga de aquíferos subterrâneos. Historicamente, o reúso de água tem sido largamente utilizado, de forma segura e controlada, em diversos países como Estados Unidos, Japão, Austrália, Israel e Tunísia, nas mais diversas aplicações, inclusive para aumentar o suprimento de água potável, como é caso na Namíbia, desde 1968. (ASANO, 2002).

Por outro lado, a viabilidade do reúso depende da combinação de diversos fatores como a proximidade entre a planta de tratamento e o local de aplicação. Tratando-se de irrigação agrícola, outros fatores como o tamanho da comunidade, aspectos socioeconômicos e disponibilidade de terras para aproveitamento do efluente (ORON, 1999). Na Europa, observa-se, nas duas últimas décadas, crescente acedência desta proposta. A elaboração dos arranjos institucionais e regulamentos necessários, assim como inovações tecnológicas e melhores práticas estruturais têm contribuído para uma necessária mudança de percepção dos grupos de interesse (BIXIO et al., 2005).

O uso de efluentes para a produção de alimentos é uma prática antiga. No entanto, a consciência da relação entre água e doenças transmitidas por alimentos cresceu muito desde o século XIX, o que exigiu uma mudança de atitude em relação a esta prática. O indicador biológico normalmente utilizado é a presença de *E. coli*, que indica a contaminação fecal, a análise de presença de ovos de helmintos mostra-se também necessária, assim como a análise de presença de parâmetros químicos (SALGOT et al., 2005). Estudos mostram que, em relação à presença de helmintos, culturas irrigadas com esgoto bruto apresentam alto grau de contaminação, enquanto as irrigadas com esgoto tratado não apresentam risco (AHMAMID et al., 1999). O reúso de águas deve maximizar a proteção a saúde humana, por meio de práticas que garantam a segurança dos alimentos produzidos de acordo com os padrões exigidos pela OMS. (KIRBY et al., 2002).

A irrigação com efluentes de esgotos, tratados ou não, apresenta-se como uma possibilidade de recomposição de solos degradados, uma vez que pode aumentar os teores

de nitrogênio, fósforo, potássio, carbono e outros micro e macro nutrientes do solo. Há, todavia, o risco de concentração de substâncias tóxicas eventualmente presentes no esgoto doméstico. Estudo realizado na cidade de Haryana, Índia, onde esgoto municipal tem sido usado por três décadas, mostrou enriquecimento do solo com matéria orgânica e nutrientes, sem que houvesse acumulação excessiva de elementos tóxicos no solo e nas plantas, embora de níquel, cádmio e chumbo terem sido achados. (YADAV, 2002).

A investigação da viabilidade de implantação desta técnica na região semi-árida da bacia do rio São Francisco tem relevância científica, mesmo porque irá corroborar e ampliar resultados obtidos pelo PROSAB (BASTOS, 2003).

A escassez de chuvas no semi-árido brasileiro prejudica o desenvolvimento das atividades antrópicas, com fortes impactos econômicos e sociais. Tal fato dificulta a fixação do homem na região, em função da redução na qualidade de vida, em virtude da diminuição na produção de alimentos e na geração de recursos financeiros. Faz-se comumente necessário reservar as águas doces de melhor qualidade para abastecimento humano e animal, e buscar utilização de águas marginais, sejam as águas salobras, sejam as de esgoto doméstico, para a irrigação.

De acordo com ASANO et al. (1998), os fatores geográficos, climáticos e econômicos ditam o grau e a forma de tratamento dos efluentes e o seu posterior reúso em diferentes regiões. Em regiões agrícolas, a irrigação é a atividade dominante para o reúso. Em regiões áridas, como por exemplo, a Califórnia e o Arizona, a recarga de aquíferos é o maior objetivo do reúso. Em países desenvolvidos economicamente, o reaproveitamento de águas para atividades industriais é o mais utilizado.

A escassez de chuvas no semi-árido brasileiro prejudica o desenvolvimento das atividades antrópicas, com fortes impactos econômicos e sociais. Tal fato dificulta a fixação do homem na região, em função da redução na qualidade de vida, em virtude da diminuição na produção de alimentos e na geração de recursos financeiros. Faz-se comumente necessário reservar as águas doces de melhor qualidade para abastecimento humano e animal, e buscar utilização de águas marginais, sejam as águas salobras, sejam as de esgoto doméstico, para a irrigação. O emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas, bem como o nível requerido de purificação do efluente, e conseqüentemente os custos de seu tratamento, já águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas comportam-se como biofiltros naturais (HARUVY, 1997; BRANDÃO et al 2002). A estimativa do valor de nutrientes presentes nos efluentes de

lagoas de estabilização na Jordânia é de 75 dólares por 1000 m³ (AI-NAKSHABANDI et al., 1997). LEÓN e CAVALLINI (1999) afirmam que os esgotos tratados constituem adubos naturais para a produção de alimentos, o que pode elevar produção agrícola, permitir a produção de peixes e, conseqüentemente, a geração de emprego e retorno econômico. Outro aspecto positivo do reuso é a possibilidade da implantação de zonas agrícolas em áreas desérticas.

A utilização de águas residuárias para produção de produtos agrícolas pode ser encarada como oportunidade ao invés de problema, visto que rejeitos provenientes de dessalinizadores e esgoto doméstico, que outrora eram potenciais fontes de contaminação dos recursos hídricos, passam a ser utilizado de forma racional em busca da sustentabilidade, gerando empregos e fonte de renda à medida que mitigam impactos ambientais.

A agricultura é reconhecidamente a atividade humana que mais consome água, em média 70 % de todo o volume captado, destacando-se a irrigação como atividade de maior demanda (CHRISTOFIDIS, 2001). Em áreas de clima seco a irrigação é responsável pelo consumo de 50 a 85 % dos recursos hídricos disponíveis (CAPRA e SCICOLONE, 2004). Já no Brasil a agricultura utiliza 61 % de todo o volume captado (REBOUÇAS et al., 1999). O sucesso da implantação de um sistema de reuso depende em grande parte do grau de aceitação da população. Pesquisas indicam que não apenas características demográficas como idade, gênero, educação e renda têm influência sobre como a comunidade aceita a esta idéia. Aspectos como percepção em relação aos ganhos econômicos, melhorias ambientais e impactos à saúde influenciam a aceitação, independentemente da faixa demográfica (FRIEDLER et al., 2006). Cidadãos urbanos podem ser muito receosos quanto à idéia de consumir alimentos irrigados com efluentes tratados, embora aceitem o reuso industrial e mesmo para irrigação de parques (KANTANOLEON, 2006).

O emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas, bem como o nível requerido de purificação do efluente, e conseqüentemente os custos de seu tratamento, já águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas comportam-se como biofiltros naturais (HARUVY, 1997; BRANDÃO et al 2002). A estimativa do valor de nutrientes presentes nos efluentes de lagoas de estabilização na Jordânia é de 75 dólares por 1000 m³ (AL-NAKSHABANDI et al., 1997). LEÓN e CAVALLINI (1999) afirmam que os esgotos tratados constituem adubos naturais para a produção de alimentos, o que pode elevar produção agrícola, e conseqüentemente, a

geração de emprego e retorno econômico. Outro aspecto positivo do reuso é a possibilidade da implantação de zonas agrícolas em áreas desérticas.

Entre outros países que praticam o reuso planejado de águas na agricultura está Israel que trata os esgotos e aplica 70% destes na agricultura e Índia que aproveita aproximadamente 75% dos seus esgotos tratados e não tratados para irrigação (FEIGIN et al., 1991). Além desses dois países, o reuso planejado direto ou indireto de águas no Reino Unido, nos Estados Unidos, no Japão, na Alemanha, na Austrália e na África do Sul (SHUVAL et al., 1985; PENG et al., 1995).

Apesar do reuso planejado ser amplamente difundido e utilizado mundialmente, no Brasil, mesmo com escassez dos recursos hídricos em algumas regiões, esta prática não tem sido utilizada intensivamente. Existem poucos registros do reuso planejado de efluentes tratados em diversas atividades, principalmente, na agricultura. Entretanto, sabe-se que existe uso indiscriminado de águas de má qualidade, sobretudo, para a irrigação de produtos agrícolas (MAROUELLI e SILVA, 1998).

O saneamento ecológico difere dos enfoques convencionais pela forma como as pessoas pensam e atuam em relação à excreta humana. Urina e fezes são considerados recursos valiosos, com qualidades distintas para o restabelecimento da fertilidade do solo e incremento da produção de alimentos; contribui para a destruição dos patógenos, fazendo com que a excreta seja sanitariamente segura e de fácil manejo, em comparação com os sistemas de tratamento de águas residuais. Saneamento ecológico conserva a água; e pode proporcionar saneamento adequado a um custo menor que os sistemas convencionais.

A abordagem do saneamento ecológico focaliza o corpo hídrico receptor e representa um conceito holístico que fecha o ciclo entre saneamento e agricultura. O seu objetivo é fechar os ciclos dos nutrientes e da água com o menor desperdício possível de materiais e energia, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. (GUNTER e MUELLEGGER, 2004).

Saneamento ecológico é baseado em três princípios fundamentais: prevenir poluição; higienizar urina e fezes; e usar produtos seguros para agricultura. Este tratamento pode ser caracterizado como “higienizar e reciclar”. Esta abordagem é um ciclo — um sistema em círculo fechado e sustentável. Considera-se as excretas humanas como um recurso. Fezes e urina são armazenados e processados até estarem livres de microorganismos patogênicos. Os nutrientes contidos na excreta são então reciclados na agricultura.

A experiência de aplicação dos subprodutos do sanitário na agricultura tem se mostrado muito produtiva. Resultados positivos desta experiência foram observados no Zimbábue, onde fazendeiros aplicaram urina e material fecal em lotes experimentais, que comparados à agricultura tradicional renderam melhores resultados (GUZHA et al., 2005); na Suécia a mesma experiência tem proporcionado bons resultados, garantindo a proteção contra agrotóxicos de importantes mananciais (JOHANSSON et al., 2001).

Saneamento ecológico pode ser parte da solução para escassez de água, deterioração da qualidade de corpos hídricos e falta de recursos para prover e manter sistemas de esgotamento sanitário. A viabilidade do sanitário seco depende grandemente da aceitação e satisfação do usuário. Dentro da experiência mexicana com sanitários secos, notou-se que a satisfação do usuário está fortemente ligada à sua motivação, participação no processo e serviço de apoio adequado. (CORDOVA, 2005).

3 Metodologia

A metodologia adotada para a realização deste projeto de pesquisa permitiu a avaliação de soluções de saneamento básico que contribuíssem para a melhoria da qualidade de água e o aumento da oferta de alimentos na região semi-árida. Estas soluções foram analisadas quanto à sua sustentabilidade ambiental e social.

A metodologia do trabalho caracteriza-se pela participação efetiva dos sujeitos no desenvolvimento do processo que foi realizado em cinco momentos:

- a) Mobilização, sensibilização e organização da sociedade para o desenvolvimento sustentável local;
- b) elaboração de plano de ação para enfrentar os problemas e desafios identificados e priorizados;
- c) implementação das ações propostas no plano;
- d) avaliação coletiva do desenvolvimento do trabalho e seus resultados;
- e) sistematização dos resultados com vistas a difundi-los para outras regiões do Estado e do país.

Estes procedimentos investigativos próprios da pesquisa participativa, já utilizados pelos núcleos de pesquisa e extensão da UFBA, foram aplicados buscando tornar a comunidade sujeito do processo de desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, melhorando as suas atuais condições de vida.

As águas residuárias tratadas foram aplicadas em fertirrigação de cultura de milho e

sorgo, que não necessitavam de alto padrão de qualidade da água. Os resultados desta pesquisa estão fornecendo dados para possíveis soluções com vista à preservação dos frágeis mananciais hídricos desta região.

Os professores, pesquisadores e colaboradores da UFBA executaram e orientaram atividades inseridas em todas as metas físicas, garantindo a integralização e a articulação dos seus conteúdos.

A metodologia proposta obedeceu a diretrizes e critérios estabelecidos pela Resolução no 54, de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, assim como observou os critérios apresentados pela Rede Cooperativa de Pesquisa – PROSAB (BASTOS, 2003), além de considerar as diretrizes estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde – OMS.

3.1 Estratégia de ação

Inicialmente, foram definidas as comunidades alvo do estudo no município de São Domingos, município típico da região semi-árida. A avaliação sócio-ambiental e de condições sanitárias em São Domingos foi realizada com base em dados demográficos – IBGE e SEI/BA – visitas a campo e entrevistas com a comunidade envolvida no projeto. Foram identificados a inexistência de sanitários na área rural e o destino inadequado de esgotos nos povoados e distritos. Tendo sido escolhidos os distritos de Morro do Mamote e Santo Antônio como comunidades para iniciar o projeto devido ao perfil que apresentam.

3.1.1 Organização e capacitação da comunidade:

A primeira atividade consistiu na realização de discussão com as comunidades participantes para elaboração de plano de trabalho, com detalhamento dos processos de implementação das metas. A pesquisa compreendeu também o levantamento das percepções da comunidade sobre a questão do reúso de águas servidas e saneamento ecológico em produção agrícola. Nesse levantamento, devem-se identificar os insumos externos e as práticas agrícolas utilizadas e as os usos das águas.

Para a implantação, permanência, sustentabilidade e eficácia do projeto no longo prazo foi de grande relevância a participação das comunidades locais, diretamente e indiretamente envolvida pelas ações de intervenção.

3.1.2 Implantação de sistema de reúso

Para o estudo da implantação de um sistema de reúso planejado de águas residuárias urbanas, o efluente foi coletado e encaminhado através de bombeamento de até

uma estação de tratamento simplificada (ETES), com capacidade para tratar até 6 m³/dia, composto de um sistema composto de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio.

Para o reúso das águas residuárias, considerou-se que o tratamento mais apropriado, dentro da realidade local e o objetivo do trabalho, uma fossa séptica seguida de um filtro anaeróbio (Figura1).

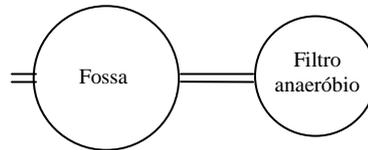


Figura 2 – figura esquemática das etapas do tratamento

Fossa Séptica

As fossas sépticas são na realidade digestores anaeróbios que recebem as águas residuárias, para redução da carga orgânica. Durante o processo de digestão os sólidos decantam e são armazenados na própria fossa enquanto o líquido clarificado é encaminhado para outro tratamento e/ou posterior disposição. Desta forma, os sólidos sedimentáveis vão para o fundo do tanque, onde sofrem um processo final de digestão anaeróbia e se acumulam (ABNT, 1990).

As fossas sépticas apresentam as vantagens comuns ao processo anaeróbios e podem ser economicamente aplicados desde pequenos volumes < 200 l até volumes pouco > 25.000 l. Sua principal limitação, comparado a outros reatores anaeróbios, é a baixa eficiência na remoção de matéria orgânica dissolvida, mesmo com tempo de detenção hidráulica maior (PROSAB, 1999). Esta limitação será compensada pelos filtros biológicos

O sistema implantado tem forma circular e funciona como reator anaeróbio possuindo a configuração apresentada abaixo (Figura 2).



Figura 3 – Fossa séptica circular com entrada do efluente no centro

Filtro Anaeróbio

O filtro anaeróbio consiste de um tanque fechado, contendo um meio suporte no seu interior, podendo o material ser brita, seixo rolado, blocos pré-fabricados, anéis cerâmicos e plásticos. O esgoto tem fluxo ascendente sendo aplicado no fundo e recolhido na parte superior, mantendo-se o meio suporte imerso (AISSE, 2000).

A combinação do filtro anaeróbio com o tanque séptico compõe uma associação de reatores muito boa. Os filtros anaeróbios podem ser utilizados como única e direta forma de tratamento de esgotos, sendo mais apropriados para o tratamento de águas residuárias com materiais predominantemente dissolvidos, que propiciam um menor risco de entupimento dos interstícios do meio suporte (PROSAB, 1999)

Os filtros com fluxo ascendente apresentam a maior retenção do lodo em excesso e os maiores riscos de obstrução dos interstícios, mas, devido aos lodos em sustentação hidráulica e ao bom tempo de contato, podem propiciar alta eficiência na remoção de matéria orgânica pela geração de muita quantidade de bactérias e baixa perda dos sólidos que são arrastados no efluente. Indica-se para esgotos com baixa concentração de sólidos suspensos, a não ser que se previna contra colmatção das camadas inferiores do leito (PROSAB, 1999).

O filtro que utilizado consta de um tanque de fibra circular e terá as configurações apresentadas na Figura 3.

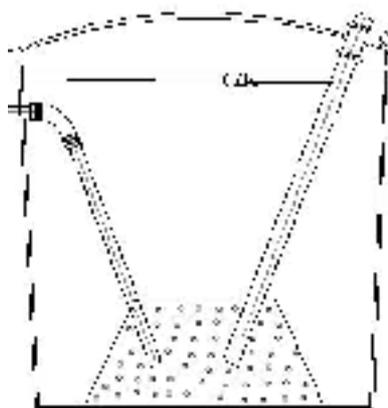


Figura 4 – Filtro anaeróbio

Irrigação

Após o tratamento as águas são conduzidas os para a irrigação de pequenos lotes, num total de 500 m², controlados de produção de milho e sorgo. Onde são observados

todos os aspectos relevantes da pesquisa como: aceitação social, efeito sobre produtividade e segurança do sistema.

O sistema de irrigação por gotejamento com esgotos sanitários tratados, realiza (BASTOS, 2003) :

- o atendimento às necessidades hídricas das plantas cultivadas;
- o suprimento das necessidades nutricionais das culturas (total ou parcial);
- a sustentabilidade das atividades agrícolas;
- o polimento do tratamento de efluentes de esgotos.

Instalação em escala piloto de sanitários ecológicos secos

O sanitário ecológico seco é um sistema ambientalmente sustentável, que não utiliza água e é muito barato. Foi instalada uma unidade experimental em uma pequena propriedade rural da comunidade de São Domingos. A proposta de implantação do sistema vem da idéia de que é necessário investigar alternativas que minimizem a demanda de água e permita a recirculação dos nutrientes presentes na excreta humana. O sanitário ecológico seco permite que o material fecal e a urina tratados retornem ao solo, de maneira segura, evitando a contaminação dos aquíferos e propiciando a reutilização dos nutrientes presentes na excreta humana.

Sabe-se que o material fecal e a urina, quando combinados, originam uma decomposição que produz mal-odor, atrai moscas, produz enfermidades e contamina o ambiente. Sabe-se também, que na urina estão presentes 95 % dos nutrientes excretados e 5 % dos patógenos, ocorrendo o inverso com relação às fezes. O sanitário ecológico separa a urina do material fecal mediante uma bacia separadora, enquanto a primeira é acumulada por um período de 20 dias em um recipiente para posterior uso agrícola, o material fecal cai diretamente em uma outra câmara onde passa por um processo de secagem e auto-decomposição, por um período de 6 meses, destinando-se o composto obtido ao uso agrícola. Estes períodos de repouso garantem que eventuais parasitas e bactérias patogênicas estejam inativos antes da aplicação agrícola das excretas tratadas.

Tratamento e reúso de águas cinzas

As águas cinzas são aquelas que provenientes das pias – cozinha e banheiro – , do chuveiro e da lavanderia, não são tão perigosas para a saúde como as águas negras (que provêm dos vasos sanitários), mas contêm uma significativa quantidade de nutrientes,

matéria orgânica e bactérias.

O aproveitamento de águas cinzas, normalmente desprezadas e acumuladas em poças nos quintais, pode permitir a existência de pequenas hortas para complementação alimentar na região semi-árida. Mesmo durante o período de estiagem, foi observado, em comunidades rurais da região semi-árida, que a água acumulada em cisternas permanece disponível para os diversos usos da casa, sendo em seguida desperdiçadas, lançadas diretamente sobre o solo nu.

Sistemas muito simples de tratamento, que utilizam materiais como folhas secas, cinzas e solos, foram construídos para, a um só tempo, tratar e disponibilizar a água para a criação de hortaliças, com um mínimo esforço dos moradores.

4 Resultados

4.1 Mobilização, sensibilização e capacitação das comunidades participantes do estudo

A mobilização da comunidade de Morro do Mamote foi realizada em momentos de diálogo e visitas, utilizando-se recursos visuais como projeção de apresentações e cartazes (Anexo 1). Além disso, a comunidade acompanhou a coleta e análise de qualidade de águas de pequenos açudes e nessas ocasiões, a comunidade foi ouvida a respeito das suas impressões e dúvidas com relação a questões sanitárias e de recursos hídricos.

Em um total de 25 viagens a campo, no período de novembro de 2005 a março de 2007, foram realizados seis (06) momentos de diálogo com a comunidade do distrito de Morro do Mamote, sete (07) com a comunidade do povoado de Santo Antônio e duas (02) com representantes de associações e sindicatos de São Domingos, na própria sede; outras atividades consistiram na realização de entrevistas junto a 15 (Anexo 2) famílias de Morro do Mamote e 5 famílias de Santo Antônio; avaliação sumária de qualidade de água com kits de campo (ECOKIT) em cisternas e pequenos açudes de 12 propriedades rurais e do rio Jacuípe; viagens para implantação e acompanhamento dos sistemas de reúso e saneamento ecológico.

Tabela 1: Análise de qualidade – ECOKIT – de água em alguns dos pontos amostrados

Análise de qualidade - ECOKIT - de água em São Domingos - 31/08/2006					
DADOS DE COLETA					
	ponto 1	ponto 2	ponto 3	ponto 4	

origem da amostra	cisterna da fazenda	cisterna escola	aguada	embasa - hidrômetro	
uso	consumo doméstico	consumo/ cozinha	banho/limpeza	consumo	
condições climáticas	nublado	nublado	nublado	nublado	
Hora da coleta	11:22	12:21	12:40	15:04	
PARÂMETROS					
temperatura da água	24o	24o	24o	26o	oC
temperatura do ar	26o	26o	27o	26o	oC
OD	9		9	-	mg/1O2
Ph	7		7,5 - 8,0	7	
amônia	<0,5		1	0	mg/1 N-NH3
ferro	<0,25		<0,25	0	mg/1 Fe2
fosfato	<0,1		1	0	PO4
cloro	0		0	2	mg/1 Cl2
turbidez	<50		50-100	0	NTU
dureza total	erro		200	630	mg/1 CaCO3
cloretos	40		40	800	mg/1 Cl
dqo de campo	10		75-100	-	mg/1 O2
ecoli e coliformes	Coli.totais e fecais	Coli. Totais e fecais	Coli. Totais e fecais	Ausência	Presença
PRESENÇA OU AUSÊNCIA					
algas	n	n	n		
espuma	n	n	n		
corpos flutuantes	s	s (lixo)	n		
material sedimentável	s	s	s		
cheiro	n	n	n		
plantas aquáticas	n	n	n		
peixes e outros	n	n			
cobertura vegetal	n	n	n		

Existe no município uma grande carência por melhorias de qualidade de vida, particularmente no que diz respeito à higiene e ao saneamento, manifestada nas reuniões e entrevistas. Observou-se que as populações rurais dessa região semi-árida, ainda que com

grandes problemas sanitários, não gera esgoto em quantidade suficiente para a implantação de sistemas convencionais. Para atender a demanda por melhorias sanitárias, respeitando a realidade socioeconômica e ambiental local, optou-se pela adoção de sistema de saneamento ecológico seco, testado em uma unidade residencial de Morro do Mamote e sistemas simplificados de tratamento de águas cinzas testados em seis (06) residências rurais dessa comunidade . A unidade implantada foi bem recebida pela comunidade, que tem declarado interesse em possuir unidades próprias.

O povoado de Santo Antônio, servido por abastecimento de água, apresenta outros problemas sanitários. A comunidade participante dos encontros relatou preocupação com os esgotos lançados a céu aberto, com a precariedade das pocilgas que lançam dejetos diretamente no rio Jacuípe, além de problemas relacionados à educação ambiental, como o hábito de espalhar lixo nos quintais das casas (observando-se que existe coleta de lixo regular no povoado). Estas questões, levantadas no período de mobilização, orientaram as ações empreendidas no projeto.

A Associação Comunitária de Morro do Mamote e a prefeitura de São Domingos têm recebido este projeto com grande interesse, atuando como importante elo com a comunidade, fornecendo algum apoio logístico. No entanto, as limitações financeiras típicas de um município pobre do semi-árido não têm permitido uma desejável e demandada ampliação das ações de saneamento ecológico.

A comunidade tem se mostrado interessada no projeto e com disposição para participar da implantação do sistema proposto. Existe, no entanto, alguma dificuldade no que diz respeito ao deslocamento dos participantes ao local da reunião devido à dispersão das propriedades.

Observou-se que, enquanto interessada em melhorar as condições sanitárias e, ao mesmo tempo, ter um pequeno canteiro de hortaliças, as pessoas esperavam que quase todo o trabalho fosse feito pela equipe, exigindo uma retomada da atividade de sensibilização para conseguir que houvesse participação efetiva nas atividades realizadas. Foi particularmente difícil conseguir que fosse dada manutenção no sistema, o que exigiu diversas visitas não planejadas da equipe ao Morro do Mamote.

Devido ao pouco domínio da linguagem escrita na comunidade, a avaliação dos resultados foi realizada em reuniões, diretamente com a comunidade envolvida, por meio de questionamentos diretos. A metodologia adotada foi de envolver as famílias envolvidas para participarem diretamente em todas as atividades do mutirão de implantação dos

experimentos junto com as famílias. Desta forma buscou-se eliminar barreiras entre a equipe da UFBA e a comunidade, ganhando confiança para a aceitação e implantação do projeto

4.2 Avaliação sanitária das comunidades em estudo

São Domingos é uma pequena cidade do semi-árido baiano, com 8.618 habitantes (IBGE,2004), localizado no Polígono das Secas, mais precisamente na Mesorregião Nordeste Baiano, nas coordenadas geográficas (SEI, 2005): 11°29' latitude sul e 39°31' longitude oeste, a 252 km da capital, com uma área de 265 km², com características típicas de regiões semi-áridas e problemas relacionados à disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas ao abastecimento humano ou irrigação (Avaliação socioeconômica no Anexo 3).

O embasamento cristalino, típico da região, e os elevados níveis de evaporação favorecem a salinização de águas superficiais e subterrâneas no município. Por essa razão, a população rural tem adotado a solução de coletar águas de chuva no telhado e armazená-la em cisternas, para a qual tem recebido o apoio de programa de governo. A vegetação natural predominante na área do município é a caatinga, composta por espécies xerófilas, algumas das quais são cactáceas. Dessa forma, na composição vegetal predominante ocorrem: juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), umburana, mandacaru (*Cereus jamacuru* – cactácea) e umbuzeiro. Anualmente, a estiagem ocasiona escassez de água que afeta sobremaneira a população rural, devido à perda de pastos e lavouras. O solo apresenta alto grau de degradação, devido ao desmatamento para utilização da vegetação como alimento dos animais e para plantação de palma e sisal. Entretanto, durante os curtos períodos chuvosos, a vegetação rasteira, predominantemente constituída por gramíneas, apresenta rápido crescimento.

Na sede do município, foi implantado um sistema coletor de esgoto, constituído de tubulação em concreto, lançando efluentes em diversos pontos dos arredores da cidade. As áreas de lançamento dos efluentes têm se tornado atrativas para pequenos criadores, que estão usando o esgoto para irrigar a pastagem, sem qualquer tratamento.

Os parques mananciais superficiais e subterrâneos da região semi-árida têm sido destruídos pela inexistência de saneamento básico adequado e pela sua incapacidade para autodepuração. Devido às condições ambientais, políticas e econômicas dessa região, as

soluções tradicionais não são viáveis.

Além dos resíduos líquidos, nas duas comunidades em estudo, o manejo dos resíduos sólidos é um grande problema. É comum ver lixo espalhado nos quintais e margens de estrada. Esta atitude demandou a inserção desta questão nos debates e nas ações empreendidas no projeto.

A primeira comunidade estudada, Morro do Mamote, é uma comunidade tipicamente rural do município de São Domingos, localizada a 18 km da sede, escolhida para o estudo de saneamento ecológico seco porque a maior parte das casas não tem banheiro ou qualquer outra instalação hidráulica; é uma comunidade rural não muito dispersa, mas o suficiente para inviabilizar o abastecimento domiciliar; durante boa parte do ano, não haveria água suficiente para descargas sanitárias hídricas, caso fossem construídos sanitários convencionais.

Em visita a casas da comunidade, observou-se que: devido ao alto custo do gás de cozinha, a maioria das pessoas está usando fogão a lenha, com alto impacto sobre o frágil meio ambiente; quase todos têm alguma criação de pequeno porte (galinhas, cabras, ovelhas e porcos) próximo à casa e, muitas vezes com acesso à casa – dejetos permanecem espalhados nos arredores ; restos de comidas e outros resíduos sólidos orgânicos são usados para alimentar os animais, enquanto plásticos e papeis são queimados ou espalhados nos arredores das casas; moscas são abundantes em todos os ambientes; atualmente, muitas possuem cisternas para armazenamento de água de chuva coletada nos telhados, poucas, no entanto, são bem mantidas; a maioria das casas têm filtros cerâmicos para água de beber, mas a maioria das pessoas tende a beber a água não filtrada diretamente do pote; águas cinzas resultantes de banhos, lavagem de roupas e pratos são lançadas no solo sem nenhum cuidado; todos declararam ter verminoses, no entanto, também declararam que a diarreia não é um problema freqüente. Foi também visitada a escola elementar que atende a comunidade, constatando-se que a cisterna da escola estava em condições higiênicas inadequadas. Devido à falta constante de água os sanitários da escola estão sempre em péssimas condições de uso.

A situação no povoado de Santo Antônio é diferente: existe um núcleo urbano às margens do rio Jacuípe, que conta com abastecimento domiciliar de água potável e uma rede coletora de esgoto rudimentar, que lança os efluentes nos arredores da cidade perto das margens do rio. Os problemas ambientais trazidos por essa situação são percebidos pela comunidade, que mostra preocupações quanto aos riscos. Apesar disso, as terras

alagadas pelo esgoto têm sido utilizadas por seus proprietários como pastos na época de seca, uma vez que são as únicas áreas que permanecem verdes nesse período.

Em vista das situações observadas em São Domingos, foram definidas as ações de saneamento alternativo que eram adequadas à situação observada, dentro da proposta do projeto de reúso de águas servidas e reciclagem de nutrientes.

4.3 Tecnologias adequadas ao semi-árido de saneamento ecologicamente sustentável.

O crescimento populacional e as alterações ambientais têm feito declinar em todo o mundo a oferta de água potável por pessoa. Esta escassez leva à degradação e ao uso descontrolado da água, além de gerar conflitos entre grupos de usuários. Saneamento Ecológico apresenta-se como um novo paradigma na conservação da água, recuperando os nutrientes presentes nas excretas humanas, reconhecendo-as como um recurso a ser higienizado e aplicado na agricultura. Técnicas convencionais de saneamento estão sob crescente crítica por serem economicamente e ecologicamente insustentáveis. Gerenciar demanda e não apenas disponibilidade, como ocorre atualmente, é o atual horizonte da gestão das águas.

A adoção de soluções de saneamento ecológico tem se mostrado adequadas às áreas rurais da região semi-árida, uma vez que apresenta-se eficiente em relação à:

- Prevenção e remediação da degradação de corpos hídricos, uma vez que não consome água e evita a sua poluição. Particularmente, no caso dessa região, onde a baixa densidade demográfica e a escassez de água tornam inviáveis a implantação de sistemas convencionais de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos. Soluções individuais podem ser adequadas a essa situação.
- Promoção de ações que conjugam melhorias sanitárias com fertilização da terra para produção de alimentos.
- Funcionamento como barreira à proliferação de doenças infecciosas, já que evita o contato de pessoas e animais com excretas humanas não tratadas.
- Produção de fertilizante seguro e de baixo custo, favorecendo a recuperação de solos.
- Viabilização da construção de banheiros tecnologicamente adequados à região a fim de permitir o acesso da comunidade a este elemento necessário à dignidade e auto-estima.

- Aceitação social: a comunidade em estudo mostrou-se disposta e interessada no sistema, mesmo considerando o manuseio de fezes e urina.

O saneamento ecológico mostrou ser solução adequada ao semi-árido porque ao mesmo tempo em que minimiza processos de degradação do solo e dos cursos d'água, contribui para o aumento da produção agrícola e melhor aproveitamento da água. Nesta perspectiva, foram realizados três tipos de experimento de reúso: sanitário ecológico seco; reúso de águas cinzas; tratamento e reúso agrícola de águas residuárias.

4.3.1 Sanitário ecológico seco

O sanitário ecológico seco, com separador de urina, é uma opção aos sistemas convencionais que, apesar de transportarem a excreta para longe do usuário, liberam patógenos e nutrientes no ambiente aquático; misturam fezes, urina, papel higiênico e águas cinzas, diluindo pequenas quantidades de excreta em grandes quantidades de água, sobrecarregando as plantas de tratamento, resultando em poluição e desperdício.

O saneamento ecológico pode ser visto como um processo para lidar com excretas humanas em três etapas: separação e contenção; higienização; e reciclagem de nutrientes.

Surge assim o sanitário seco com separação de urina que não gasta nem contamina a água. A sua forma é adaptável a diversas comunidades, pois sua construção pode ser feita com materiais locais, de acordo com as condições financeiras do usuário. Para conseguir o correto funcionamento do sanitário ecológico basta ter em conta dois itens importantes: a urina deve ser separada e armazenada separadamente das fezes. Desta forma, evita-se a formação de odores desagradáveis e facilita-se o tratamento desta subprodutos, que apresentam características tão diferentes.

Produção Tecnológica

Devido à inexistência, no mercado brasileiro, de vaso sanitário seco com separador de urina, a unidade implantada foi totalmente desenvolvida e executada pela equipe do Projeto. Este sanitário, elaborado com base no modelo mexicano (Añorve, 2004 e Sawyer et al., 2000), contém sistema separador de urina adaptado a laje em argamassa armada, pré-moldada no local e assentada sobre alvenaria, como é apresentado no Anexo 4. e nas Figuras de 5 a 10. Este modelo tem a vantagem de permitir o uso sentado ou agachado, como é de hábito da população local.

Atualmente, o sanitário está em uso por uma família, que revelou satisfação com o resultado obtido – o sanitário não apresenta nenhum odor ou moscas – superando as

expectativas iniciais. A urina, devidamente diluída, está sendo aplicada como fertilizante na lavoura de palma forrageira. As fezes estão sendo armazenadas em vala aberta no solo, devidamente coberta. A aplicação das fezes degradadas por pelo menos 6 meses deverá ser feita na lavoura de sisal, que não tem uso alimentício. Vizinhos e outros membros da comunidade estão muito interessados em ter o seu próprio sanitário seco.

4.4 Sistema simplificado para tratamento e aproveitamento de águas cinzas

As águas cinzas são aquelas que provenientes das pias – cozinha e banheiro – , do chuveiro e da lavanderia, não são tão perigosas para a saúde como as águas negras (que provêm dos vasos sanitários), mas contêm uma significativa quantidade de nutrientes, matéria orgânica e bactérias

O aproveitamento de águas cinzas, normalmente desprezadas e acumuladas em poças nos quintais, pode permitir a existência de pequenas hortas para complementação alimentar na região semi-árida. Mesmo durante o período de estiagem, foi observado, em comunidades rurais da região semi-árida, que a água acumulada em cisternas permanece disponível para os diversos usos da casa, sendo em seguida desperdiçadas, lançadas diretamente sobre o solo nu.

Sistemas muito simples de tratamento, que utilizam materiais como folhas secas, cinzas e solos, foram construídos para, a um só tempo, tratar e disponibilizar a água para a criação de hortaliças, com um mínimo esforço dos moradores.

Os sistemas implantados foram aplicados 4 hortas de 6 a 10 m² e 2 pequenos pomares de cerca de 30 m². Nas hortas foram plantadas hortaliças – alface, tomate, pimentão, temperos verdes. Os pomares já existiam, com arbustos frutíferos de pinha e acerola.

Esta atividade identificou que algumas famílias tiveram dificuldade de manter os experimentos implantados. Foi necessário intervir e reformular algumas ações. No período de estiagem, que se seguiu, apenas uma horta e os dois pomares foram mantidos. No restante das casas, como as cisternas estavam vazias, atividades como lavagem de roupas e de pratos e banhos passaram a ser realizadas nas aguadas, não se produzindo águas cinzas.

Pelas condições climáticas ocorridas, este projeto de aproveitamento de águas cinzas não teve a mesma receptividade que teve o banheiro seco. No entanto, em períodos

de condições climáticas mais favoráveis, o experimento mostrou-se capaz de melhorar condições sanitárias e viabilizar a existência de uma horta perto de casa.

Foi realizada uma avaliação dos possíveis riscos à saúde com base na literatura científica existente. Constatando-se que, no âmbito doméstico, os riscos de propagação de doenças pelo reúso de águas cinzas não é significativo.

4.5 Sistema simplificado de tratamento e reúso de águas residuárias

O esgoto bruto que está sendo lançado próximo à entrada do povoado de São Domingos foi elevado por meio de um pequeno barramento, a partir do qual é parcialmente desviado para um poço de sucção de onde um conjunto elevatório recalca o efluente para a Estação de Tratamento de Esgotos, com arranjo do tipo fossa séptica, filtros biológicos. A planta com o arranjo geral do sistema está no Anexo 5.

Para a execução da fossa foi utilizado um reservatório de fibra de 10.000 l, cujas medidas são as seguintes: altura interna – 2 m, diâmetro da base – 2,38 m, diâmetro interno – 2,7 m.

Para o filtro foi utilizado um reservatório de fibra de 5.000 l, cujas medidas são as seguintes: altura interna – 1,64 m, diâmetro da base – 1,82 m, diâmetro interno – 2,21m.

Foi instalado no fundo, um reservatório de 300 l fixado com a borda superior para baixo e com furos espaçados de diâmetros e espaçamentos definidos em função da granulometria do material do meio de suporte Figura 17 , Plantas detalhadas do sistema no Anexo 6.

Material filtrante: O material filtrante é constituído por seixos, com uma diâmetro médio de 60 mm.

Sistema de drenagem dos filtros anaeróbios: O sistema de drenagem foi construído de tal modo a permitir o fluxo descendente da água de lavagem.

Fundo Falso: O sistema de distribuição do esgoto afluyente ocorre por meio de um fundo falso, cujo diâmetro dos furos são de 2,5cm.

Limpeza do filtro anaeróbio: Está sendo utilizado um tubo guia (Ø 150 mm em PVC), por meio do qual é feita a retirada do material de lavagem.

O filtro anaeróbio é limpo quando se observa a obstrução/colmatação do leito filtrante. Observando-se:

a) para a limpeza do filtro utiliza-se uma bomba de recalque, introduzindo-se o mangote de sucção pelo tubo-guia;

b) se constatado que a operação acima é insuficiente para retirada do lodo, lançando-se água sobre a superfície do leito filtrante, drenando-a novamente. Atentando para o fato que não deve ser feita a “lavagem” completa do filtro, pois essa prática retarda a partida da operação após a limpeza.

4.5.1 Reúso do Efluente para produção de forrageira - Fertirrigação

Após o tratamento o efluente tratado está sendo conduzido para a irrigação de um pequeno lotes de 500 m controlado de produção de sorgo para alimentação de animais – caprinos, ovinos e suínos. Para que se observam todos os aspectos relevantes da pesquisa como: aceitação social, efeito sobre produtividade e segurança do sistema.

O sistema de irrigação com esgotos sanitários tratados, busca:

- o atendimento às necessidades hídricas das plantas cultivadas;
- o suprimento das necessidades nutricionais das culturas (total ou parcial);
- a sustentabilidade das atividades agrícolas;
- o polimento do tratamento de efluentes de esgotos.

O método de irrigação adotado foi definido de acordo com o que for levantado na etapa de mobilização e sensibilização, considerando-se os aspectos de aceitabilidade e viabilidade técnica. Foi adotado o sistema simplificado de irrigação por gotejamento, constituído por sistema elevatório, reservatório de regulação e sistema de distribuição

4.5.2 Análises das águas e biossegurança:

Atualmente, a área plantada ainda não está produzindo, mas o sorgo produzido para consumo animal será analisado quanto à sua segurança bacteriológica. Estão sendo implementadas ações de educação ambiental a partir da realização de seminários, palestras, visitas de campo, reuniões públicas para discussão dos resultados com a comunidade em questão, mantendo o caráter participativo na pesquisa.

Os resultados alcançados servirão de base para a implantação de novas unidades demonstrativas, em outros municípios do semi-árido baiano, para o aperfeiçoamento da tecnologia de reúso de águas residuárias de pequenas comunidades.

4.6 Produção Bibliográfica

4.6.1 Caderno de Conservação da Água e Saneamento Ecológico para um Ambiente Sadio (Anexo 7)

A partir da identificação das condições locais em relação aos recursos hídricos e saneamento, foi elaborado um caderno de conservação da água e saneamento ecológico. Este caderno tem como objetivo servir de suporte a ações educativas a serem realizadas em conjunto com agentes multiplicadores locais como professores e agentes de saúde.

4.6.2 Publicações em anais de congressos (Anexo 8)

Alternativas para melhorias sanitárias na região semi-árida da bahia: reúso de água e saneamento ecológico.

*Martha Schaer-Barbosa, Márcio Santana Rocha de Souza, Maiara Macedo Silva,
Yvonilde Dantas Pinto Medeiros*

RESUMO – Saneamento Ecológico, ou ECOSAN, apresenta-se como um novo paradigma na conservação da água, pretendendo recuperar os nutrientes presentes nas excretas humanas, reconhecendo-as como um recurso a ser higienizado e aplicado na agricultura. Técnicas convencionais de saneamento estão sob crescente crítica por serem economicamente e ecologicamente insustentáveis. É objetivo do presente projeto de pesquisa identificar tecnologias de saneamento seco e reuso de águas servidas apropriadas à região semi-árida. Estão sendo projetados e construídos banheiros secos em comunidade rural sem qualquer tipo de instalações sanitárias. O acompanhamento técnico e o apoio à comunidade apresentam-se como itens essenciais para a efetivação destas ações.

Apresentação oral no VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental de 17 a 22

de setembro de 2006 ,Fortaleza – CE – Brasil.

Conservação da água: tecnologias sustentáveis para regiões peri-urbanas e rurais do semi-árido.

Martha Schaer-Barbosa, Marcos C. de Sousa, Kelly G. Oliveira, Yvonilde D. P. Medeiros

RESUMO – Gerenciar demanda e não apenas disponibilidade, como ocorre atualmente, é o atual horizonte da gestão das águas. Saneamento Ecológico, ou ECOSAN, apresenta-se como um novo paradigma na conservação da água, pretendendo recuperar os nutrientes presentes nas excretas humanas, reconhecendo-as como um recurso a ser higienizado e aplicado na agricultura. Técnicas convencionais de saneamento estão sob crescente crítica por serem economicamente e ecologicamente insustentáveis. É objetivo do presente projeto de pesquisa identificar tecnologias de saneamento seco e reúso de águas servidas apropriadas à região semi-árida. Foi implantado projeto piloto em saneamento ecológico incluindo banheiro seco e reúso de águas cinzas em comunidade rural que não dispõe de instalações sanitárias. O acompanhamento técnico e o apoio à comunidade apresentam-se como itens essenciais para a efetivação destas ações.

Apresentado em forma de cartaz no Workshop de Uso e Reuso de Águas Residuárias e Salinas , ocorrido entre os dias 22 e 24 de agosto de 2007, no Campus da Universidade Federal de Viçosa.

Conservação da água e sustentabilidade social: experiência em saneamento ecológico na região semi-árida da Bahia.

Martha Schaer-Barbosa, Marcos César de Sousa, Kelly G. Oliveira e Yvonilde D. P. Medeiros

RESUMO --- O crescimento populacional e as alterações ambientais têm feito declinar em todo o mundo a oferta de água potável por pessoa. É premente a busca de ferramentas de gerenciamento dos recursos hídricos para a região semi-árida, que considerem a gestão de demanda e não apenas de oferta. Soluções alternativas de saneamento ambiental podem minimizar os efeitos da poluição e promover a conservação dos corpos d'água, ambos de grande importância no desenvolvimento sustentável.

Apresentado em forma de cartaz no XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – ABRH/ São Paulo –SP – 24 a 29/nov/2007.

5 Conclusões

O presente projeto de extensão fez parte de uma linha de pesquisa em conservação da água, que vem sendo desenvolvida pelo Grupo de Recursos Hídricos da UFBA, que engloba outros três projetos financiados pelo CT-HIDRO, CNPQ e FAPESB/BA:

- **Saneamento Ecológico como Alternativa para Áreas Rurais da Região Semi-Árida** – Programa de Apoio à Extensão Universitária PROEXT MEC/MCIDADES – Ministérios da Cidade e da Educação. 2007.
- **Viabilidade do reúso agrícola de águas residuárias nas bacias dos rios Verde e Jacaré** – Integrando a Rede Interinstitucional para Conservação e Uso Eficiente da Água na Bacia do Rio São Francisco – Edital MCT/CNPq/MMA/MI/CT-Hidro – nº 035/2006 - Rede de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Extensão em apoio ao Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.
- **Tecnologias de Saneamento Ecológico para Região Semi-Árida na Bacia dos Rios Verde e Jacaré** – Edital Temático de Apoio a Pesquisas Voltadas a Resolução de Problemas do Semi-Árido Baiano – FAPESB/BA - 2007.

Quanto à relação com atividades de ensino, este conjunto de projetos, do qual faz parte o presente, tem servido como laboratório de ensino para estudantes de graduação em Engenharia Civil e Sanitária em Atividades Curriculares em Comunidade. O projeto promoveu:

- Desenvolvimento de tecnologia adequada ao semi-árido de saneamento ecologicamente sustentável.
- Aplicação de metodologias para minimização da produção de rejeito de efluentes do consumo de água, numa unidade de bacia hidrográfica;
- Aplicação de metodologias para aproveitamento de excretas humanas e águas cinzas tratadas na produção de alimentos
- Mudança da cultura de uma unidade de bacia hidrográfica para abordar a minimização de custos integrada com o uso racional de água.
- Difusão de conceitos de tecnologias limpas aplicados ao tratamento e reúso de águas residuárias geradas em uma bacia experimental do semi-árido.

A adoção de soluções de saneamento ecológico tem se mostrado adequadas às áreas rurais da região semi-árida, uma vez que apresenta-se eficiente em relação à:

- Prevenção e remediação da degradação de corpos hídricos, uma vez que não consome água e evita a sua poluição. Particularmente, no caso dessa região, onde a baixa densidade demográfica e a escassez de água tornam inviáveis a implantação de sistemas convencionais de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos. Soluções individuais podem ser adequadas a essa situação.
- Promoção de ações que conjugam melhorias sanitárias com fertilização da terra para produção de alimentos.
- Funcionamento como barreira à proliferação de doenças infecciosas, já que evita o contato de pessoas e animais com excretas humanas não tratadas.
- Produção de fertilizante seguro e de baixo custo, favorecendo a recuperação de solos.
- Viabilização da construção de banheiros tecnologicamente adequados à região a fim de permitir o acesso da comunidade a este elemento necessário à dignidade e auto-estima.
- Aceitação social: a comunidade em estudo mostrou-se disposta e interessada no sistema, mesmo considerando o manuseio de fezes e urina.

O projeto permitiu a troca de conhecimentos e experiências entre academia e comunidade, favorecendo o envolvimento de alunos, que tiveram o seu primeiro contato com comunidades em diferentes situações socioeconômicas e ambientais. Além disso, essas ações contribuíram para:

- A melhoria da auto-estima das famílias e comunidades
- Melhor higiene e provável melhoria da saúde pela destinação adequada desse efluente.
- Mudança de comportamento de algumas pessoas que passaram a ver a água como merecedora de cuidados e as excretas humanas como um risco, caso não sejam devidamente tratadas.

Finalmente, foi atingido o objetivo de adaptar tecnologia de saneamento ecológico adequada ao semi-árido, em que foram testadas metodologias para minimização da produção de rejeito de efluentes do consumo de água.

6 REFERÊNCIAS

1. AL-NAKSHABANDI, G.A., SAQQAR, M.M., SHATANAWI, M.R., FAYYAD, M., AL-HORANI, H. Some environmental problems associated with the use of treated waste water for irrigation in Jordan. **Agricultural Water Management**, vol. 34, 1997, p. 81-94
2. AMAHMID O, ASMAMA S, BOUHOUM, K. The effect of waste water reuse in irrigation on the contamination level of food crops by *Giardia* cysts and *Ascaris* eggs. In International Journal of Food Microbiology. V. 49. p 19-26, 1999.
3. AÑORVE C. El ABC del Saneamiento Ecológico. Centro de Innovación en Tecnología Alternativa, A. C. Cuernavaca, México. 2004.
4. ASANO, T., ECKENFELDER, W.W., MALINA, J.F., Jr. J.W. Wastewater reclamation and reuse. Califórnia, EUA, 1135p, 1998.
5. ASANO T Water from (waste) water – the dependable water resource in Water Science and Technology. V. 45. N 8. p 23-33. IWA Publishing. 2002.
6. ARANA, L.A.V., Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Florianópolis: UFSC, 1999. 310p.
7. AYERS, R.S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade de água na agricultura**. Trad. GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
8. BASTOS R K X Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura in PROSAB – Rede Cooperativa de Pesquisa. 2003.
9. BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal : UNESP-Campus de Jaboticabal. 1988. 41p.
10. BIXIO O, THOEYE C, DE KONING J, JOKSIMOVIC D, SAVIC D, WINTGENS T, MELIN T. Wastewater reuse in Europe. In Desalination. V. 187. p 89-101, 2006.
11. BRASIL CHANNEL, Uma viagem pelo Brasil na Web. Apresenta dados sobre o Brasil, seus Estados e Municípios. Disponível em < www.brasilchannel.com.br > Acesso em 20 jun. 2005.

12. BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de Janeiro de 2007, “Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências”.
13. BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989”.
14. BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, “Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências”.
15. BRASIL. Resolução CNRH n.º 54 ,de 28 de novembro de 2005 , “Estabelece reúso não potável de água para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas”.
16. BRESSER-PEREIRA, L. C. Globalização e Estado-Nação. Disponível em www.bresserpereira.org.br. Acesso em 19 jun 2007.
17. CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 1983.349p.
18. CORDOVA A, KNUTH B A User satisfaction in large-Scale, urban dry sanitation programs in Mexico In: Urban Water Journal V. 2 N. 4 p 227-243, 2005.
19. EL-SAFI S A, EL-GOHARY F A, NARS F A, VAN DER STEEN N P, GIJZEN, H J Nutrient recovery from domestic wastewater using a UASB-duckweed ponds system in Bioresource Technology. *Article in press*. 2006.
20. ESREY S A Towards a recycling society Ecological Sanitation Closing the loop to food security, ecosan closing the loop in wastewater management and sanitation. Proceedings of the International Symposium, 30-31, Bonn, Germany, 2005.

21. EVANS B Whatever happened to sanitation? Practical steps to achieving a core development goal. Millenium Project Taskforce on Water and Sanitation, 2004.
22. FIORI, J. L. 2001: O Brasil no Espaço. In: NOVAES, A. A Crise do Estado-Nação. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003. 485-518.
23. FIORI, J. L. Em Busca do Dissenso Perdido Ensaio Críticos Sobre a Festejada Crise do Estado. Rio de Janeiro: Insight, 1995. 163-175.
24. FRIEDLER E, LAHAV O, JIZHAKI H, LAHAV T. Study of urban population attitudes towards various wastewater reuse options: Israel as a case study. V. 81. p 360-370, 2006.
25. FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de ; SOUZA, J.L.M; ZOCOLER, J.L. Planejamento da irrigação: análise de decisão de Investimento. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. 627 p.
26. FURLANI, P.R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. 1.ed. Campinas: IAC, 1998. 30p. Boletim técnico, 168.
27. GUIMARÃES, S. P. Globalização, Guerra e Violência. In: NOVAES, A. A Crise do Estado-Nação. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003. 485-518.
28. GUNTER L, MUELLEGGER E Ecological Sanitation a way to solve global sanitation problems? In Environment International V 31, N 3 p 433-444, 2004.
29. GUZHA E, NHAPI I, ROCKSTROM J An assessment of the effect of human faeces and urine on maize production and water productivity In: Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C V 30 N 11 16 p 840 -845, 2005.
30. HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 66, 1997, p. 133-119.
31. HELFRICH, L. A.; LIBEY, G. Fish farming in recirculating aquaculture systems (RAS). Disponível na Internet via <http://www.cnr.vt.edu/extension/fiw/fisheries/fishfarming/RecirculateAquaSys.html>. Arquivo consultado em 26 de julho de 2002.
32. IANNI, O. A Sociedade Global. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1996.
33. IANNI, O. O Estado-Nação na Época da Globalização. In: Econômica. Disponível em www.uff.br/cpgeconomia/v1n1/octavio.pdf . Acesso em 24 abril 2007.

34. IANWGE Interagency Task Force on Gender and Water Sub-programme of UN-Water and Interagency Network on Women and Gender Equality. In UN Water Policy brief. 2005.
35. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Desenvolvido pelo Governo Federal do Brasil. Apresenta dados estatísticos sobre o território brasileiro. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 20 jun. 2005.
36. JACOBI, P. Meio ambiente e redes sociais : dimensões intersetoriais e complexidade na articulação de práticas coletivas. USP: São Paulo, 2007.
37. JOHANSSON M, JONSSON H, GRUVBERGER C., DALENO M, SONESSON U. Urine separation closing the nutrient cycle. Stockholm Water Company. Available at http://stockholmvaten.se/pdf_arkiv/english, 2001.
38. KANTANOLEON N, ZAMPETAKIS L, MANIOS T. Public perspective towards wastewater reuse in a medium size, seaside, Mediterranean city: A pilot survey. In Resources Conservation & Recycling, 2006.
39. KIRBY R M, BARTRAM J, CARR, R. Water in food production and processing: quantity and quality concerns. In Food Control. V. 14. p 283-299, 2003.
40. LÉON S., G., CAVALLINI, J. M. Tratamento e uso de águas residuárias. Tradução de R. Gheyi, A. König, B.S.O. Ceballos, F.A.V. Damasceno, Campinas Grande, UFPB, 1999, 110p.
41. NIELSEN, N.E. Crop production in recirculation nutrient solution according to the principal of regeneration. In: Internationnal Congress Soilles Culture, 6th, Lunteren, Proceedings. ISOSC, 1984. p.421-446.
42. NOBRE, M., AMAZONAS, M. C. Desenvolvimento Sustentável: A Institucionalização de um Conceito. Brasília: Edições IBAMA, 2002.
43. ORON G, CAMPOS C, GILLERMAN L, SALGOT M. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. In Agricultural Water Management. V. 37. p 223-234, 1999.
44. PORTAL MUNICIPAL, Confederação Nacional dos Municípios, Apresenta dados sobre municípios de todo o País. Disponível em <<http://www.portalmunicipal.org.br>> Acesso em 19 set. 2005.

45. SALGOT M, HUERTAS E, WEBER S, DOTT W, HOLLENGER J. Wastewater reuse and risk: definition of key objectives. In *Desalination*. V. 187. p 29-40, 2006.
46. SANTOS, B. S. *A Globalização e as Ciências Sociais*. São Paulo: Cortez, 2002.
47. SANTOS, B. S. *A Reinvenção Solidária e Participativa do Estado*. In: *Seminário Internacional Sociedade e a Reforma do Estado*. Disponível em www.planejamento.gov.br/arquivos_down/seges/publicacoes/reforma/seminario/Boaventura.PDF. Acesso em 21 maio 2007.
48. SAWYER R, ESREY S, ANDERSON I, HILLERS, A. *Cerrando El Ciclo Saneamiento ecológico para la seguridad alimentaria*. Sarar Transformación, S. C. Tepoztlan, México. 2000.
49. SEI, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. *Desenvolvido pelo Governo do Estado da Bahia. Apresenta dados sobre os municípios da Bahia*. Disponível em <http://www.sei.ba.gov.br/sei/resposta.wsp?tmp.cbmun.mun=2928950> Acesso em 20 jun. 2005.
50. UNITED NATIONS. *Report on the World Commission on Environment and Development*. Disponível em www.anped.org/media/brundtland-pdef.pdf Acesso em 11 abril 2007.
51. WERNER, C H *Ecological Sanitation principles, urban application and challenges*. PP-Presentation. UN Commission on Sustainable Development. 12th session New York, 14-30, 2004.
52. YADAV R K, GOYAK B, SHARMA R K, DUBEY S K, MINHAS P S. *Post-irrigation impact of domestic sewage effluent on composition of soils, crops and ground water – A case study*. In *Environment International*. V. 28. p 481-486, 2002.