

## EFEITO DE EFLUENTE SANITÁRIO TRATADO POR FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE COUVE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.IX-011>

Flávio José de Assis Barony\*, Luís Carlos Ferreira da Luz, Eraldo Correia dos Santos, José Carlos Alves dos Anjos Júnior, Elielma Santana Fernandes

\* Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG – campus Timóteo. E-mail: [flaviobarony@cefetmg.br](mailto:flaviobarony@cefetmg.br)

### RESUMO

Embora a população brasileira se encontre majoritariamente no meio urbano, os habitantes da zona rural também causam impactos ao meio ambiente, dentre eles, a poluição dos recursos hídricos pela disposição de esgotos sanitários em cursos d'água ou, em menor agressividade ambiental, na fossa séptica, comumente denominada de “fossa negra”. Para minimizar este impacto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a aplicação da Fossa Séptica Biodigestora para fins de tratamento de esgoto sanitário na área de campo do Campus Valença – IF Baiano com vistas ao reúso do efluente em horta. Para tal, foi calculado a vazão dos sanitários da área de campo e instaladas 5 caixas de 1000 L, dimensionados para assegurar TDH mínimo de 20 dias. Após a inoculação com uso de esterco bovino e decorridos 60 dias para estabilização do sistema, foi monitorado a concentração do microrganismo bioindicador *E. coli* na entrada e saída do sistema, por 2 meses, de forma a avaliar a eficiência de remoção. Complementarmente também foi realizada a análise de Nitrogênio Total. Além disso, foi construído 4 canteiros de 1 x 2 m para fins do plantio de couve, sendo um dos canteiros testemunha. Foram plantadas 10 mudas por canteiro com espaçamento de 50 cm. O efluente tratado foi aplicado em canteiros para cultivo de couve, no caso, 30 L/m<sup>2</sup>, enquanto o canteiro testemunha recebeu a mesma dosagem via água da nascente. O efluente obtido após o tratamento apresentou valor abaixo da legislação quanto ao bioindicador *E. coli* (<10<sup>3</sup> NMP/100 mL), ante na faixa de 10<sup>6</sup> a 10<sup>7</sup> NMP/100 mL na entrada do sistema, e valor de N total médio de 17,3 mg/L, também abaixo do preconizado pela legislação. O custo da implantação da Fossa Séptica Biodigestora foi de R\$4.690,69, incluso as despesas de monitoramento da pesquisa e itens acessórios (cercamento e outros). Os canteiros submetidos a aplicação do efluente apresentaram crescimento superior ao da testemunha quanto aos aspectos peso do caule e peso das folhas (*in natura*), duas e três vezes mais que o tratamento testemunha, respectivamente, decorridos 60 dias após o plantio. A sobrevivência dos canteiros com efluente foi de 73% e sem efluente apenas 20%, muito provavelmente também influenciado pelo período atípico para plantio. Os resultados apresentados indicam que a Fossa Séptica Biodigestora é um promissor equipamento para fins de fomento do saneamento rural, haja vista ter apresentado efluente tratado condizente com a legislação e com potencial agrônomo para fins de reúso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fossa Séptica, Horta orgânica, Legislação Ambiental, Reúso, Zona Rural.

### INTRODUÇÃO

Segundo dados do Censo do IBGE (2010), 15,6% da população brasileira reside na zona rural. No Estado da Bahia esse percentual é de 27,9%, muito próximo ao valor registrado para o município de Valença, que é de 27,4%, ou seja, mais de 24.000 habitantes dentre o contingente de 88.673 pessoas vivem na zona rural do município. Em que pesem as necessidades de ampla expansão da oferta do saneamento no meio urbano, os habitantes da zona rural não podem ser preteridos desta política de saúde pública, haja vista que a carga poluidora pode comprometer a saúde dos habitantes, seja da própria zona rural ou até mesmo se estender até a zona urbana.

Embora imprecisos, os dados do IBGE (2010) apontam para a predominância de fossa “negra” na maioria dos lares da zona rural. Todavia, mesmo que soe inicialmente razoável, a “fossa negra” não assegura o devido tratamento dos dejetos, pois há riscos de contaminação da água do lençol freático, o que a torna vulnerável a captação para dessedentação e irrigação, dentre outras objeções, podendo desencadear sérios problemas de saúde pública. As fossas geralmente são construídas por proprietários de maneira empírica, “mas mesmo com as limitações construtivas e operacionais, prestam um importante serviço ambiental na redução do potencial poluidor dos esgotos gerados”, sendo que estes sistemas respondem por uma redução de 1,3 milhão de kg de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) por dia (ANDREOLI, 2009; IBGE, 2008).

Um dos problemas ainda enfrentados da fossa negra é a geração de lodo de esgoto, que por vezes pode ser utilizado para produção agrícola, apesar de em grandes ETE's o manuseio deste representar até 60% do custo total de operação

(ANDREOLI *et al.*, 2001; LeBLANC *et al.*, 2006). Já no sistema de fossa biodigestora desenvolvido pela Embrapa Instrumentação não há formação de lodo, o que facilita a operacionalidade pela população quanto ao funcionamento do sistema. Além disso, o efluente obtido após o processo de tratamento é um líquido rico em macronutrientes e pode ser utilizado como adubo na agricultura (NOVAES *et al.*, 2011).

O esgoto doméstico é constituído por 99,9% de água, enquanto a fração sólida (0,1%) apresenta-se com 70% de sólidos orgânicos e 30% com sólidos inorgânicos, suspensos ou dissolvidos (METCALF e EDDY, 2003). Nesse sentido, o trabalho desenvolvido por Tundisi (2005) e citado por Rodrigues e Malafaia (2009) calculou valores extremamente consideráveis de nutrientes despejados em cursos de água no Brasil por falta de tratamento de esgoto. São aproximadamente 197 mil toneladas de fósforo, quase 737 mil toneladas de nitrogênio e mais de 4 milhões de toneladas de carbono. De acordo com dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2009), o consumo de fertilizantes no Brasil é maior se comparado a países como Índia e China. Em 1998 foram consumidos 7,4 milhões de toneladas e em 2008 foram mais de 22 milhões de toneladas. Conforme Lopes e Bastos (2007), o Brasil apresentou um déficit anual entre 1994 e 2004 de cerca de 0,9 milhões de toneladas de N e 0,4 milhões de P e K. O uso de comparações entre adição e remoção de nutrientes é tido como “ferramenta mestra” para o equilíbrio ambiental em relação às práticas de adubação e ganhou espaço no meio científico a partir de 1980 (ANDA, 2000), sendo que este balanço de nutrientes está sendo desenvolvido pela Organização para Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OCDE) como um indicador ambiental. Na Dinamarca há regulamentação para o plano de adubação, regido pela quantidade de N adicionada e exigência de área cultivada coberta no período de inverno. Alemanha, Noruega e Holanda também se encontram em fase de regulamentação, sendo que para este último há incidência de multas no caso de irregularidades por parte dos agricultores (ANDA, 2000).

Apesar da atratividade quanto a grande quantidade de nutrientes nos esgotos domésticos, há de se destacar que a ocorrência de patógenos é um fator limitador quanto ao seu uso. No esgoto bruto, a concentração de *E. coli* é de  $10^6$  a  $10^9$  NMP/100 ml; ao passo que os ovos de helmintos são da grandeza de 10 a  $10^2$ /L. Não obstante, os índices de atendimento de serviços de coleta de esgoto beneficiam cerca de 57,4% da população urbana, e apenas 5,3% da população rural. Estima-se que 37,8% da população urbana (75,8 milhões de habitantes) e 63,72% da população rural (12 milhões de habitantes), o que representa um total de cerca de 80 milhões de habitantes no Brasil, tenham seus esgotos tratados por fossas ou tanques sépticos (IBGE, 2007), sendo que estes valores se mantiveram estáveis na série seguinte do IBGE.

## OBJETIVOS

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo geral tratar o esgoto sanitário proveniente dos banheiros da área de campo do Instituto Federal Baiano – IF Baiano – *campus* Valença. Já os objetivos específicos são a viabilidade do reúso deste efluente em canteiros para cultivo de couve; avaliar o crescimento destas mudas; e a qualidade microbiológica do efluente quanto ao bioindicador *E. coli*.

## METODOLOGIA

A fossa séptica biodigestora seguiu os critérios construtivos a partir do proposto por Novaes *et al.*, (2002). O sistema é composto por três caixas de fibra de 1000 L cada. A coleta é exclusivamente do vaso sanitário, já que a água da pia do banheiro inibe o processo de biodigestão devido ao uso do sabão e/ou detergente. Em um sistema de três caixas, as duas primeiras são submetidas ao processo de digestão anaeróbica e a terceira caixa serve para a coleta do efluente (adubo orgânico). As tampas dessas caixas devem ser vedadas com borracha e unidas entre si por tubos e conexões de PVC. O sistema deve ficar enterrado no solo para manter o isolamento térmico. Para inoculação, a primeira caixa deve ser preenchida com aproximadamente 20 L de uma mistura de 50% de água e 50% esterco bovino (fresco). Tal procedimento deve ser repetido a cada 30 dias com 10 L da mistura água/esterco bovino através da válvula de retenção. O sistema consta de chaminés de alívio sobre as duas primeiras caixas para a descarga do gás acumulado (CH<sub>4</sub>). A figura 1 apresenta os componentes da fossa, sendo: 1 – Ponto para inoculação com esterco de boi “fresco” diluído; 2 – Alívio de gás; 3 – Curva de 90° da tubulação de interligação; 4 – “T” de inspeção; 5 e 6 – caixas de 1000 L; e 7 – Registro de esfera para coleta.

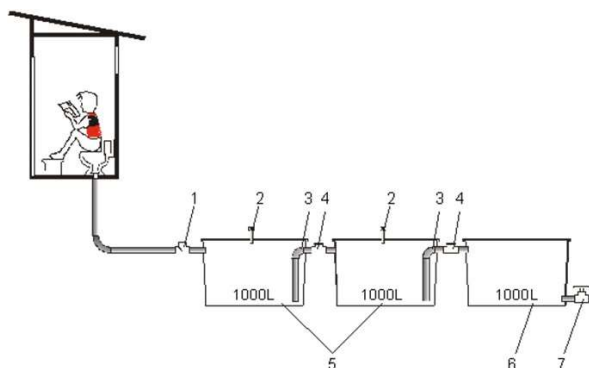


Figura 1 – Desenho esquemático da Fossa Séptica Biodigestora. Fonte: Novaes *et al.* (2002)

Após início do tratamento, o efluente tratado foi avaliado quanto a presença de microrganismo indicador, no caso, *E. coli*, sendo o método analítico por meio de *Colilert*/extrato enzimático. As amostras mensais por um período de 2 meses foram coletadas com os devidos cuidados de assepsia e realizadas na Universidade Federal do Recôncavo Baiano, de forma a observar se o valor atinge o estabelecido pela Conama N°430/2011 quanto o limite máximo de  $10^3$  NMP/100 ml (BRASIL, 2011). Complementarmente foi realizada a análise de Nitrogênio Total no laboratório do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) do município.

Em paralelo e com vistas a fertirrigação, foi preparado 4 canteiros de dimensões 1,00 x 2,00 m para o cultivo de hortaliças, por delineamento em blocos, com espaçamento de 50 cm entre as mudas, sendo adotado o plantio de couve por se desenvolver relativamente superior à superfície do solo, além de ser uma cultura de ciclo curto. As folhas foram medidas com régua para fins de comparação de crescimento. Os canteiros foram irrigados no dia 24/11/2012 com 60 L de efluente ( $30 \text{ L/m}^2$ ) e o plantio deu-se 15 dias após a irrigação, com o objetivo de fazer a higienização pela solarização, como indicado por Araújo (2006). O volume seguiu o exposto no trabalho de Pereira *et al.* (2012). Decorridos 30 dias do plantio foram aplicados mais  $30 \text{ L/m}^2$  de efluente na base das plantas. Com a idade de 60 dias as plantas foram analisadas quanto o crescimento e aspecto visual/sobrevivência. O canteiro testemunha recebeu o mesmo volume irrigado, porém com água da nascente/represa, que é usada na horta convencional.

## RESULTADOS

O *campus* do Instituto Federal em questão tinha aproximadamente 400 estudantes e o prédio de ensino fica na cidade, enquanto a área de campo (área experimental) dista 7 Km de distância. A fossa foi instalada de forma a coletar o esgoto dos sanitários dos 4 banheiros (2 masculinos e 2 femininos). Além dos 5 trabalhadores da área de campo, aleatoriamente a área recebe os estudantes do *campus* para atividades práticas. Para assegurar que o TDH (tempo de detenção hidráulica) do efluente atinja no mínimo 20 dias, realizou-se adaptação no sistema, com adoção de 5 caixas de polietileno e declividade de 1 cm entre elas. Entre a caixa e a tampa foi colocada uma borracha para evitar emanção de maus odores. Como foi observado que as aulas práticas duravam entre 2 e 4h, foi estimado que os 35 estudantes de uma determinada turma utilizassem a descarga uma vez. Como cada descarga é de 7 L, o volume seria de 245 L/dia.

Foi instalada uma caixa de passagem antes da válvula de retenção e com uma grade para reter eventuais sólidos grosseiros que poderiam estar presentes na rede de esgotamento. Outra adaptação necessária foi a inclusão de uma bomba submersa na última caixa, pois a cota topográfica se encontrava abaixo do nível da área dos canteiros. O efluente retirado da última caixa foi destinado para uma caixa de estoque ao lado dos canteiros. A área foi cercada para evitar acidentes e nas tampas foi aplicada tinta preta para reduzir o albedo. A figura 2 ilustra a instalação do sistema e a figura 3 o processo já em operação.



Figura 2 – Etapa de escavação e implantação do sistema, com detalhe para borracha de vedação instalada na borda da caixa (foto da esquerda). Na foto da direita o sistema já implantado e adaptado com 5 caixas. Fonte: Própria (2013)



Figura 3 – Inoculação com esterco bovino na entrada do sistema (foto da esquerda) e detalhe da última caixa com a bomba para sucção do efluente tratado (foto da direita). Fonte: Própria (2013)

O monitoramento da operação da Fossa deu-se entre junho de 2012 a fevereiro de 2013, de forma que foi aguardado 90 dias de operação para assegurar a estabilização do sistema para fins de monitoramento. Uma vez ao mês foi adicionado 20 L de esterco bovino “fresco” na entrada da primeira caixa da Fossa. O efluente permaneceu no sistema (TDH) por período de até 40 dias, ou seja, superior aos 20 dias recomendados. As análises realizadas na entrada e na saída do sistema são apresentadas na tabela 1. Adicionalmente, como forma de avaliar a qualidade da água que abastece os banheiros e é proveniente de uma nascente dentro da área de campo, foi realizada a análise da água e o resultado foi <1,0 NMP/100 mL para *E. coli*.

Tabela 1 – Resultados para *E. coli* e Coliformes Totais. Fonte: Própria (2013)

Local da amostra	Resultados (dez. 2012)		Resultados (jan. 2013)	
	Coliformes Totais	<i>E. coli</i>	Coliformes Totais	<i>E. coli</i>
Entrada (1ª caixa)	1,60E+07	1,60E+07	2,42E+06	2,42E+06
Saída (5ª caixa)	3,10E+02	2,00E+02	24,1E+01	< 1,00E+01

Os resultados para *E. coli* ao final da quinta caixa estão abaixo do preconizado pela Resolução Conama nº430/2011, que deve ser menor que 10<sup>3</sup> NMP/100 mL. Já para Nitrogênio Total, os resultados foram de 23,2 mg/l e 11,4 mg/l, no mesmo período das análises microbiológicas, ou seja, média de 17,3 mg/l, ou seja, abaixo do valor indicado pela supracitada Resolução, que é de até 20 mg/L para efluentes.

Como esse modelo de Fossa pode receber somente efluente oriundo dos sanitários, o efluente das pias foi direcionado para uma “fossa negra” de forma improvisada, até que seja providenciado um “jardim filtrante” para receber esse efluente. Também foi elaborado um descritivo sobre os procedimentos de operação/limpeza dos sanitários, os quais devem ser higienizados sem adição demasiada de água sanitária e/ou desinfetantes para não comprometer a microbiota da Fossa (figura 4).

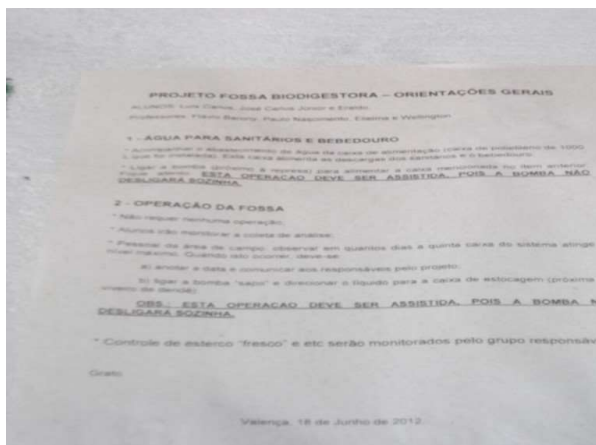


Figura 4 – Instrução sobre a limpeza dos sanitários (foto da esquerda) e “fossa negra” para efluente da pia (foto da direita). Fonte: Própria (2013)

Quanto ao plantio, em cada canteiro foi cultivado 10 mudas de couve. A tabela 2 abaixo apresenta análises quanto a sobrevivência, peso da parte aérea e peso do caule decorridos 60 dias do plantio. Já a figura 5 apresenta a preparação dos canteiros e o cultivo das mudas de couve.

**Tabela 2 – dados obtidos ao final dos 60 dias de plantio. Fonte: Própria (2013)**

	Com efluente	Sem efluente
Peso médio da folhas <i>in natura</i> (g)	91,07	28,33
Peso médio do caule <i>in natura</i> (g)	41,09	23,33
Sobrevivência (s/n)	22	6
Comprimento do caule (cm)	31	20



Figura 5 – Da esquerda para direita: preparação dos canteiros e destaque para a caixa de estocagem do efluente tratado (ao fundo), cultivo após 30 dias de plantio, análise das mudas de couve, identificação de todo o sistema da Fossa para fins de demonstração/visitas técnicas. Fonte: Própria (2013)

Vale ressaltar que o período de plantio realizado não é o mais indicado para esta cultura, o que pode ter comprometido o crescimento em função da alta temperatura para este período do ano (verão). Pereira *et al.* (2012) obteve resultados semelhantes quanto ao peso fresco, mas com dados após 30 dias de plantio.

Com o efluente rico em macronutrientes, a irrigação de hortaliças emerge como alternativa de reúso, que é um dos pilares da Agroecologia. Conforme Caporal (2009), a Agroecologia é uma Ciência que agrupa diversos conhecimentos científicos e populares para a busca de mais sustentabilidade na agricultura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fossa séptica biodigestora proporcionou efluente de qualidade microbiológica dentro dos parâmetros da legislação vigente para o bioindicador *E. coli*, e não apresentou problemas operacionais como odores e vazamentos.

O efluente utilizado na horta produziu couve com características superiores à couve irrigada apenas com água da represa.

Não foram avaliados aspectos sanitários com vistas ao consumo humano dessas hortaliças, o que se torna recomendável estudos neste sentido.

Vindo de encontro ao apresentado, este trabalho tem como cunho finalístico a melhor qualidade de vida do homem do campo, a preservação dos recursos naturais e alternativa de produção agrícola. Ademais, poderá ser amplamente explorado em termos de multidisciplinaridade.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o fomento promovido via Edital da Pro-Reitoria de Pesquisa do IF Baiano (Edital n.º02/2011), via financiamento de R\$4.690,69 para aquisição dos materiais desse projeto.

Ao SAAE de Valença e a UFRB pelo suporte analítico (análises laboratoriais).

Aos trabalhadores da área de campo pelo suporte durante o processo de montagem da Fossa Séptica Biodigestora.

Esse trabalho foi publicado com atraso de 10 anos devido mudança de lotação do servidor proponente ocorrida também em 2013.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. 2009. Disponível em: < <http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx> >. Acesso: 20 Out. 2009.
2. ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **O uso de fertilizantes minerais e o meio ambiente**. Paris, França. Tradução. ANDA, 63 p. 2000. Disponível em: < [http://www.anda.org.br/boletins/fertilizantes\\_meio\\_ambiente.pdf](http://www.anda.org.br/boletins/fertilizantes_meio_ambiente.pdf) >. Acesso: 28 out. 2009.
3. ANDREOLI, C. V. **Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final**. Cleverson Vitorio Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: ABES. Projeto Prosab. 388 p. 2009.
4. ARAÚJO, F. F. **Horta orgânica: implantação e manejo**. Presidente Prudente – SP: UNOESTE, 84 p. 2006.
5. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430 de 13 de Maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Data da legislação: 13/05/2011 - Publicação DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89, Brasília, DF: Diário Oficial da União. Disponível em: < [https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=627](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627) >. Acesso: 16 de Jul. 2012.
6. CAPORAL, F. R. **EXTENSÃO RURAL E AGROECOLOGIA: temas sobre um novo desenvolvimento rural, necessário e possível**. EMBRAPA. Coordenado por Francisco Roberto Caporal – Brasília: 2009. Disponível em: < [http://www.cpatas.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/downloads/OPB2444.pdf](http://www.cpatas.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/OPB2444.pdf) >. Acesso: 17 de Abr. de 2013.
7. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219p. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb/pnsb.pdf> >. Acesso em: 09 Nov. 2011.
8. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2007**. Rio de Janeiro. Disponível em: <

- [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2007/sintese\\_pnad2007.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2007/sintese_pnad2007.pdf). Acesso: 13 de abril, 2008.
9. LeBLANC, R. J.; MATTHEWS, P.; RICHARD, R. P. **Global atlas of excreta, wastewater sludge and biosolids management**. Moving towards the sustainable and welcome uses of a global resource. Nairobi: UN Habitat, 632p. 2006.
  10. METCALF & EDDY INC. **Wastewater engineering, treatment and reuse**. 4th ed. New York: McGraw Hill, 1819 p. 2003.
  11. LOPES, A. S.; BASTOS, A. R. **Fertilizantes nitrogenados no Brasil: um problema de escassez**. Caderno de Informações Agronômicas. Universidade Federal de Lavras, 4 p. 2007.
  12. NOVAES, A. P. *et al.* **Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do Saneamento Rural e desenvolvimento da Agricultura Orgânica**. Embrapa Instrumentação: Comunicado Técnico n.º 46. 2002. Disponível em: < [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA/8905/1/CT46\\_2002.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA/8905/1/CT46_2002.pdf) >. Acesso: 11 de Nov. de 2011.
  13. PEREIRA, M. A. B; *et al.* **Produção e qualidade sanitária de alface adubada com efluente de fossa séptica biodigestora**. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.115-130, 2012. Disponível em: < <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1637> >. Acesso: 18 de Abr. de 2013.
  14. RODRIGUES A. S. L.; MALAFAIA G. **Degradação dos recursos hídricos e saúde humana: uma atualização**. Revista Saúde e Ambiente; v. 10, n. 1, p. 13-23, 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rsp/a/qNPRVprxpJZq9bpRKmwRTYC/> >. Acesso: 12 de marc. 2013.
  15. TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2ª ed. São Carlos: Rima, 256 p. 2005.