

---

ÁREA TEMÁTICA: EDUCAÇÃO AMBIENTAL

## **APROVEITAMENTO DA ÁGUA CINZA PARA IRRIGAÇÃO DE PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS**

**Eva Christina Santos Duarte** – [eva-christina26@hotmail.com](mailto:eva-christina26@hotmail.com)

Faculdades Santo Agostinho

**Augusto Otávio Ferreira de Queiroz** – [augusto.otavio@outlook.com](mailto:augusto.otavio@outlook.com)

Faculdades Santo Agostinho

**Lucas Emmanuel Santos** – [lucasengambiental14@gmail.com](mailto:lucasengambiental14@gmail.com)

Faculdades Santo Agostinho

**Jéssica Cristina Lopes Oliveira** – [jessicalopesoliver1994@gmail.com](mailto:jessicalopesoliver1994@gmail.com)

Faculdades Santo Agostinho

## 1. RESUMO

A água é um bem limitado, sendo então a razão da crescente preocupação com os recursos hídricos e a qualidade ambiental, para a irrigação, a disponibilidade e a qualidade da água são fundamentais. O presente artigo foi desenvolvido com o intuito de apresentar uma forma de reutilização de águas cinza (AC) para irrigação de pequenas propriedades rurais a partir de um tratamento feito com um filtro biológico baseado no projeto Dom Helder Câmara, em contrapartida apresentado de forma mais específica e detalhada. A finalidade do estudo é mostrar os benefícios e resultados obtidos a partir deste experimento de reuso de água, que após o tratamento correto pode ser utilizado para a irrigação, transformando uma água que seria descartada podendo-se tornar agentes poluidores do meio ambiente em água de reuso, levando em consideração a crise hídrica que enfrentamos na atualidade, e os ganhos econômicos, pensando nisso com foco no estudo da implantação da irrigação feita através de AC tratada em um filtro biológico usando a biorremediação, este contextualiza o problema da falta de chuvas e demonstra a importância da reutilização de água. É apresentada a forma como este filtro foi construído e executado, seu funcionamento estrutural, mostrando os resultados obtidos (Tabela 1) através das análises de solo testemunha (Amostra 1), solo irrigado com água normal (Amostra 2) e por fim solo irrigado com Água do filtro (Amostra 3), apontando, e discutindo os seguintes parâmetros (pH em água, P disponível, P remanescente, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, t, m%, T, V%, Mat. Org., Carbono Org.)

**Palavras-chave:** Água cinza, Reuso, Biorremediação.

## 2. INTRODUÇÃO/OBJETIVO

Nas últimas décadas, os impasses ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e constantes, essencialmente devido ao desmesurado aumento populacional e ao crescimento da atividade industrial. Com estes ingredientes, os problemas devido à ação antrópica têm atingido dimensões catastróficas, podendo ser observados por meio de alterações na qualidade do solo, do ar e da água (FREIRE et al., 2000).

A água é o recurso natural fundamental a vida, ao avanço econômico e a comodidade civil. Mesmo que encontrada em fartura no território nacional, já apresenta

comprometimento da propriedade e quantidade, especialmente em regiões vizinhas aos grandes centros.

A Biorremediação é uma ciência ecologicamente aceitável para a remediação de águas e solos contaminados, a qual utiliza o potencial metabólico dos micro-organismos para a remoção de compostos orgânicos, que estejam presentes em ambientes poluídos, resultando na modificação destes compostos em produtos menos tóxicos, ou resultando na sua mineralização (MOLINA BARAHONA et al., 2004).

Águas cinza (AC) para reuso é o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária, ou seja, os efluentes concebidos pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pia de cozinha em residências, escritórios comerciais, escolas, entre outros. Os elementos presentes na água alteram de acordo com a fonte elegida e, por isso, é possível expelir o efluente de um conjunto de aparelhos sanitários, definindo as particularidades da água a ser reutilizada.

Segundo MEHNERT (2003) o aproveitamento destas águas na agricultura controla a poluição de corpos d'água, fornece água para as culturas, recicla nutrientes e aumenta a produção agrícola. Contudo, o reuso de águas residuárias na irrigação deve considerar um tratamento adequado para não ser nociva ao meio ambiente, à saúde humana, ao solo, aos aquíferos e aos cultivos agrícolas, já que os afluentes e efluentes podem conter poluentes.

A água de reuso já oferta boa quantidade de nutrientes, que são complementados por práticas simples como a adubação verde e húmus de minhoca, entre outros. O aparecimento de pragas e doenças é raro, mas quando ocorre pode ser facilmente controlado com o manejo da área, com a rotação de cultura, uso de plantas repelentes, protetores naturais etc. A grande diversidade de espécies desenvolvendo-se simultaneamente em policultivos, ajuda na prevenção de pragas evitando sua proliferação (ALTIERI, 2004).

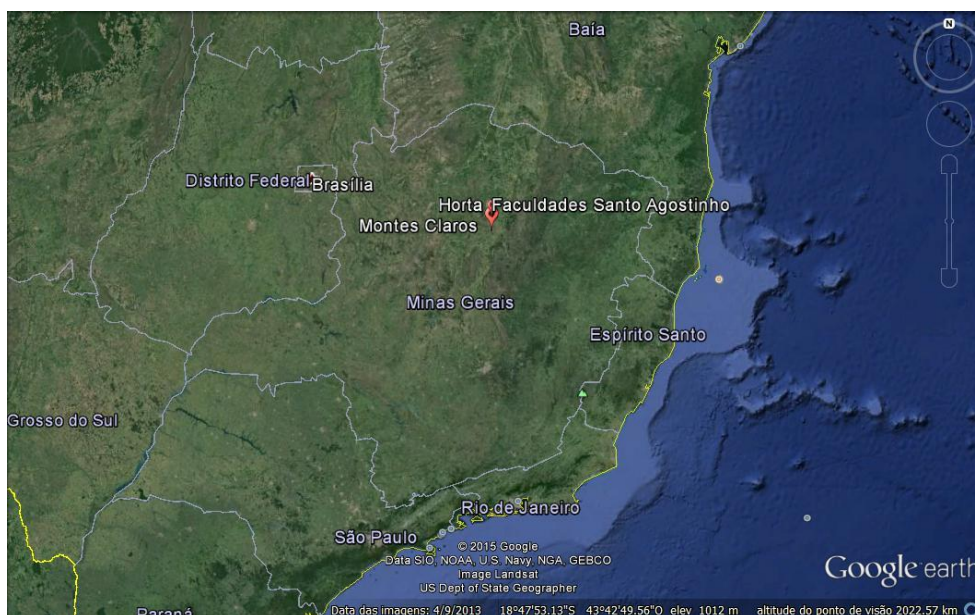
Quanto maior a diversidade de cultura maior será a eficiência do uso da terra, havendo menor aparecimento de pragas e as famílias poderão ser alimentadas com qualidade e quantidade.

Este presente trabalho tem como objetivo analisar o solo por um diagnóstico químico, fazendo uma comparação entre o solo irrigado com AC e com água tratada, para verificar a viabilidade de utilização da AC tratada no biofiltro.

### 3. METODOLOGIA

#### a. Áreas de Estudo

O experimento foi realizado na horta que situa-se nas Faculdades Santo Agostinho (FASA), apresentando uma latitude de  $16^{\circ}41'31.45''\text{S}$  e longitude de  $43^{\circ}50'42.20''\text{O}$ , 857 m de altitude, localizada na cidade de Montes Claros-MG no Norte do estado (Figura 1).



**Figura 1-** Localização geográfica onde o experimento foi realizado.

**Fonte:** Google Earth.

#### b. Coletas de Dados

A prática iniciou-se com a confecção do filtro biológico, a partir de um recipiente de água mineral com capacidade de 20L, utilizou-se também de outro galão de 5L que serviu de reservatório para AC. Os materiais utilizados para entrada e saída da água foram: dois flanges de 20 mm, 2 m de cano PVC de 20 mm, uma curva de  $90^{\circ}$  de 20 mm, um adesivo para plástico PVC, 1 m de mangueira, cinco gotejadores, uma torneira, um registro de 20 mm e um durepox.

Foi imposto um cálculo de vazão que se realizou com uma regra de 3:

$$\begin{array}{rcl} 60s & \text{-----} & 0,0001m^3 \\ 1s & \text{-----} & X \\ X = & & 0,000001666m^3/s \end{array}$$

Essa fórmula implica que em 60 segundos foram coletados 100 ml da água contida no filtro, e 1 segundo estar para ‘‘X’’, determinando contida em cada gotejador. A vazão foi de 0,000001666m<sup>3</sup>/s.

Como meio filtrantes adotou-se húmus, serragem, areia lavada, brita nº 1 e por fim seixos rolados, nas seguintes proporções: 10% de húmus, 50% serragem, 10% brita, 10% areia lavada e 20% de seixo.

Monaco *et al.* (2004) serragem de madeira possui eficiência na remoção da DBO e DQO e sólidos totais (ST), nesse caso a maior granulometria foi mais eficiente.

A areia é efetiva para a retenção de materiais orgânicos, sólidos em suspensão, como algas, outros materiais orgânicos, areias finas e partículas de silte (DASBER;BRESSLER,1985). Sendo seu uso também recomendado para o tratamento de águas residuárias que contém materiais orgânicos em suspensão (VERMEREIN &JOBLING,1984).

As minhocas promovem o revolvimento e a aeração do material do seu habitat, bem como a trituração da matéria orgânica que passa por seus tratos digestivos. A decomposição da matéria orgânica é exercida pelos microrganismos existentes no intestino das mesmas, de onde os resíduos saem enriquecidos em nutrientes e mais facilmente assimiláveis pelas plantas (REICHERT & BIDONE, 2000). O excremento delas constitui o húmus de minhoca.

A brita e o seixo têm a finalidade de reter materiais e seus resíduos sólidos (KELLER & BLIESNER, 1990).

A metodologia aplicada para confecção do filtro foi fundamentada no projeto Dom Helder Câmara-Ministério do Desenvolvimento Agrário, Fundo Internacional para o Desenvolvimento da Agricultura (FIDA) e Global EnvironmentFacility (GEF) – em parceria com a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a organização não governamental Assessoria, Consultoria e Capacitação Técnica Orientada Sustentável (ATOS).

Foram escolhidas três amostragens do mesmo solo: amostra 1 sendo a testemunha e não sendo irrigada, amostra 2 irrigada com água normal e a amostra 3 irrigada com a água do biofiltro. Para tanto a amostra 2 e 3 irrigou-se durante três dias.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados dos parâmetros avaliados no solo de amostra testemunha, amostra de solo irrigada com água normal, e amostra de solo irrigada com água do filtro.

**Tabela 1** – Resultado dos Parâmetros avaliados nos três tipos de amostragens.

Atributos do Solo	Amostras					
	1	Nível	2	Nível	3	Nível
pH em água	8,6	MA	7,5	MA	7,5	MA
PMehlich (mg dm <sup>-3</sup> )	460,00	MB	490,00	MB	470,00	MB
P remanescente (MG L <sup>-1</sup> )	2,55		2,55		2,55	
K (MG dm <sup>-3</sup> )	345	MB	304	MB	264	MB
Ca (cmolcdm <sup>-3</sup> )	8,40	MB	8,50	MB	9,00	MB
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,10	MB	3,97	MB	3,54	MB
Al (cmolcdm <sup>-3</sup> )	0,00	MBx	0,00	MBx	0,00	MBx
H + Al (cmolcdm <sup>-3</sup> )	0,61	MBx	0,61	MBx	0,61	MBx
SB (cmolcdm <sup>-3</sup> )	12,38	MB	13,25	MB	13,22	MB
t (cmolcdm <sup>-3</sup> )	12,38	MB	13,25	MB	13,22	MB
m (%)	0	MBx	0	MBx	0	MBx
T (cmolcdm <sup>-3</sup> )	13,00	B	13,86	B	13,83	B
V (%)	95	MB	96	MB	96	MB
Mat. Org. (dag Kg <sup>-1</sup> )	7,37	MB	8,10	MB	7,13	MB
Carbono Org. (dag kg <sup>-1</sup> )	4,27	MB	4,70	MB	4,14	MB

MBx=muito baixo; Bx=Baixo; B=bom; M=médio; A=Alto; MB=muito bom; MA=muito alto; Ar=arenoso; Tme=textura média; Arg=argiloso; Marg=muito argiloso.

As amostras de solo foram referentes a uma amostra testemunha (amostra 1), amostra de solo irrigada com água normal (amostra 2) e amostra de solo irrigada com



água do filtro (amostra 3). Estas foram recebidas e analisadas pelo Laboratório de Análise de Solo do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros, Minas Gerais. O referido laboratório é integrado ao Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solos de Minas Gerais (PROFERT-MG), da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais e possui selo de certificado de qualidade de análise. O conjunto de critérios utilizados, apesar de serem gerais, sem levar em consideração o tipo de solo, o clima, a cultura e o manejo, seu uso permite diferenciar glebas ou talhões com diferentes probabilidades de resposta à adição de nutrientes, ou seja, pertencentes a diferentes classes de fertilidade do solo. Os atributos do solo considerados foram:

- PH em água;
- Fósforo disponível (P em mg/dm<sup>3</sup>);
- Fósforo remanescente (P remanescente em mg/L);
- Potássio disponível (P em mg/dm<sup>3</sup>);
- Cálcio trocável (Ca<sup>2+</sup> em cmol<sub>(C)</sub>/dm<sup>3</sup>);
- Magnésio trocável (Mg<sup>2+</sup> em cmol<sub>(C)</sub>/dm<sup>3</sup>);
- Acidez trocável (Al<sup>3+</sup> em cmol<sub>(C)</sub>/dm<sup>3</sup>);
- Acidez potencial (H+Al em cmol<sub>(C)</sub>/dm<sup>3</sup>);
- Soma de bases (SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup> em cmol<sub>(C)</sub>/dm<sup>3</sup>);
- Capacidade efetiva de troca de cátions (t = SB + Al<sup>3+</sup> em cmol<sub>(C)</sub>/dm<sup>3</sup>);
- Saturação por alumínio (m = 100 Al<sup>3+</sup>/t em %);
- Capacidade de troca de cátions a pH 7 (T = SB + (H + Al<sup>3+</sup>) em cmol<sub>(C)</sub>/dm<sup>3</sup>);
- Saturação por bases (V = 100 SB/T em %);
- Matéria Orgânica (em dag/kg);
- Carbono orgânico (em dag/kg).

A análise de solo é de extrema importância para a obtenção de altas produtividades, permitindo correções e adubações adequadas às culturas. Devem ser realizadas periodicamente e uma atenção especial deve ser dedicada à amostragem.

É importante salientar que as culturas, e mesmo os cultivares variam muito nas suas capacidades de tolerância ou sensibilidade à acidez ativa, à acidez trocável,

saturação por bases, saturação por alumínio e disponibilidade de nutrientes. Dessa forma, as classes de fertilidade devem ser interpretadas, considerando as exigências específicas a cada empreendimento agrícola, pecuário ou florestal.

Os resultados seguindo estes parâmetros estão apresentados na Tabela 1 (o resultado do laudo técnico está no Apêndice deste projeto), que mostra os principais critérios agrônômicos para avaliação dos componentes do solo. Pela tabela, observa-se que o resultado para o parâmetro de acidez (pH) do solo apresentaram valores pH=8,6, 7,5 e 7,5, para as amostras 1, 2 e 3, considerados valores muito altos (MA). Estes valores denotam que o meio apresenta-se com propriedades que vão desde a neutralidade à basicidade.

A disponibilidade do potássio e do fósforo varia de acordo com a dinâmica das fontes destes nutrientes quando adicionados ao solo. Utiliza-se o Método de Mehlich-1, com dosagem de P em  $\text{mg/dm}^3$ , com determinação desses dois nutrientes utilizando colorímetro (P) e fotômetro de chama (K). Como para a maioria dos solos de Minas Gerais o efeito da capacidade tampão para potássio é desprezível e não influencia a eficiência de extração pelo método Mehlich-1, nem a absorção das plantas, apresenta-se numa única classificação para este nutriente. A capacidade tampão de fosfatos do solo, ao contrário, tem grande influência na eficiência de extração do fósforo disponível pelo Método de Mehlich-1 e na absorção pelas plantas. Por isso, na interpretação da disponibilidade de fósforo, devem ser utilizadas medidas relacionadas com a capacidade tampão, como o teor de argila ou o valor de fósforo remanescentes dos solos. Assim, os valores relativos ao P remanescente não representam níveis de P no solo, e sim uma estimativa da capacidade tampão do mesmo e, depende não só do teor de argila, mas também da sua mineralogia e teor de matéria orgânica do solo. Portanto, pela Tabela 1, os resultados para a amostra de solo 1 é de  $460 \text{ mg de P/dm}^3$ , de  $490 \text{ mg de P/dm}^3$  para a amostra 2 e, de  $470 \text{ mg de P/dm}^3$  para a amostra de solo 3, considerados como valores muito bom (MB), de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999), sendo este o nível de fósforo considerado de fato disponível para a planta, para nossas amostras de solo. Observa-se também que a quantidade de P remanescente é de  $2,55 \text{ mg/L}$ , para todas as três amostras. A quantidade de potássio é de  $345 \text{ mg de K/dm}^3$  de solo para a amostra 1,  $304 \text{ mg de K/dm}^3$  de solo para a amostra 2, e  $264 \text{ mg de K/dm}^3$  de solo para



a amostra 3, todas consideradas como valores muito bom (MB), de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).

O cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) são considerados macronutrientes. Pela Tabela 1 vemos que a quantidade de cálcio está estimada em 8,40, 8,50 e 9,00  $\text{cmol}_{(\text{C})}/\text{dm}^3$  de solo e a de magnésio em 3,10, 3,97 e 3,54  $\text{cmol}_{(\text{C})}/\text{dm}^3$  de solo, respectivamente para as amostras 1, 2 e 3, considerados valores muito bons (MB) para as quantidades destes minerais. A unidade centimol de carga ( $\text{cmol}_{(\text{C})}$ ) pode ser quantificada usando a Massa Molar e a Valência do elemento em questão, utilizando a fórmula:  $\text{cmol}_{(\text{C})} = \text{MM}/(\text{VALÊNCIA} \times 100)$ . Já o alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ), é um elemento considerado tóxico para as plantas e está associado à acidez. São denominados trocáveis por estarem adsorvidos (ligados) às cargas das argilas – Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e estão em equilíbrio com a solução do solo. Pela Tabela 1, a quantidade de alumínio é de 0,00  $\text{cmol}_{(\text{C})}/\text{dm}^3$  de solo para todas as amostras, considerados como valores muito baixos (MBx).

A acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) corresponde ao somatório da acidez trocável e acidez não trocável que se encontram adsorvidas (ligadas à CTC do solo). A Tabela 1 nos informa que este valor é de 0,61  $\text{cmol}_{(\text{C})}/\text{dm}^3$  de solo para todas as amostras, valores estes considerados muito baixos (MBx).

A Soma das bases (SB) é considerada como a soma dos elementos  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , sendo ainda  $\text{Na}^{1+}$ , para solos salinos. Portanto:  $\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$ . Observa-se da Tabela 1 que seus valores são de 12,38, 13,25 e 13,22  $\text{cmol}_{(\text{C})}/\text{dm}^3$  de solo para as amostras 1, 2 e 3, valores muito bons (MB).

A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) efetiva (t) mede a quantidade de cargas negativas que estão presentes no solo, considerando o pH tem que este se encontra, podendo ser calculada por:  $t = \text{SB} + \text{Al}^{3+}$ . Pela observação da Tabela 1, seus valores são de 12,38, 13,25 e 13,22  $\text{cmol}_{(\text{C})}/\text{dm}^3$  de solo para as amostras 1, 2 e 3, considerados valores muito bons (MB) pela classificação. Neste mesmo sentido, a CTC a pH 7 (T) considera todas as cargas do solo (permanentes e dependentes do pH), caso o pH do solo seja ajustado a 7. Pode-se usar a fórmula:  $T = \text{SB} + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ . A Tabela 1 mostra-nos que seus valores são de 13,00, 13,86, e 13,83  $\text{cmol}_{(\text{C})}/\text{dm}^3$  de solo para as amostras 1, 2 e 3, sendo estes considerados bons (B).

A porcentagem de saturação por alumínio (m) indica a proporção de Al com relação à CTC efetiva (t) e é calculada utilizando a fórmula:  $m(\%) = (Al^{3+}/t) \times 100$ . Pela análise da Tabela 1 este valor foi de 0,00 para todas as amostras e considerados valores muito baixos (MBx).

A Porcentagem de Saturação (V) por bases indica a proporção de bases com relação à CTC a pH 7 (T). Pode-se calculá-la por:  $V(\%) = (SB/T) \times 100$ . Seu valor é indicado por 95 % para a amostra 1, 96 % para ambas as amostras, 2 e 3, de acordo com a Tabela 1, considerados valores muito bons (MB).

Para se estimar os teores de Matéria Orgânica do solo primeiramente deve-se determinar o teor de Carbono Orgânico. Assim, temos a fórmula de recorrência:  $MO = CO \times 1,724$ . Pela Tabela 1 seu valor está estimado em 7,37 dag/kg de solo, portanto, com um valor de Carbono Orgânico de 4,27 dag/kg de solo para a amostra 1, e 8,10 dag/kg de solo, portanto, com um valor de Carbono Orgânico de 4,70 dag/kg de solo para a amostra 2, e, 7,13 dag/kg de solo, com um valor de Carbono Orgânico de 4,14 dag/kg de solo para a amostra 3 considerados valores muito bons (MB).

## 5. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A água é um elemento vital fundamental para a sobrevivência de todo ser, levando em consideração a grande escassez enfrentada na atualidade, visou à utilização das águas cinza (AC) que com o tratamento adequado aos padrões de qualidade compatíveis ao uso para o qual se destinam pode-se adotar esta água como água de reuso.

Para as três amostras coletadas, mostrando em parâmetros, a comparação das análises feitas em laboratório, o solo estava de uma forma geral dentro do padrão, com resultados satisfatórios, o filtro foi o principal responsável pela depreciação da qualidade da água para a irrigação, pois através das análises percebemos claramente que o pH obteve valores denotam que o meio apresenta-se com propriedades de neutralidade, a quantidade de fosforo foi aceitável para a amostra de solo 3, a quantidade de potássio foi considerada com valores (MB), os macronutrientes cálcio e magnésio foram classificados como favoráveis para o solo, encontrou-se baixas quantidades de alumínio. O somatório das bases, a capacidade de troca catiônica e o teor

de carbônico orgânico, foram todos considerados numerosamente adequados. O solo irrigado com a água da concessionária e com a água do biofiltro encontraram-se resultados convincentes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ERIKSSON, E. et al. Characteristics of grey wastewater. Urban Water. n. 1, v. 4, p. 85–104, 2002.

FREIRE, R. S. et al. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 504-511, 2000.

MOLINA-BARAHONA, L., RODRIGUEZ-VÁZQUEZ, R., HERNÁNDEZ-VELASCO, M., VEGA-JARQUÍN C., ZAPATA-PÉREZ, O., MENDOZA-CANTÚ, A., ALBORES, A. 2004. Diesel removal from contaminated soils by biostimulation and supplementation with crop residues. Applied Soil Ecology, 27: pp.165-175.

SANTIAGO, Fábio dos Santos et al. Bioágua Familiar-Reuso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido. Recife, 2012. Disponível em <[http://www.projetodomhelder.gov.br/site/images/PDHC/Artigos e Publicacoes/Bioagua/Bioagua\\_Familiar.pdf](http://www.projetodomhelder.gov.br/site/images/PDHC/Artigos_e_Publicacoes/Bioagua/Bioagua_Familiar.pdf)> Acesso em 10/out/2015.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

JUNIOR, Hilton Ruoso. Et al. Filtro de areia para água da chuva com fluxo reverso. Engenharia Ambiental-Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.1, p.083-098, jan./mar.2010. Disponível em <<http://www.engwhere.com.br/empreiteiros/filtro-de-areia-para-agua-da-chuva-com-fluxo-reverso.pdf>> Acesso em 05/nov/2015.