

REUSO DE ÁGUA CINZA TRATADA POR SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR EM RESIDÊNCIAS RURAIS PARA IRRIGAÇÃO NO SEMIÁRIDO POTIGUAR

FÁBIO DOS SANTOS SANTIAGO^{1}; MARIANA BRAGA NANES²; SOLANGE APARECIDA GOULARTE DOMBROSKI³; FELIPE TENÓRIO JALFIM⁴; RICARDO MENEZES BLACKBURN⁵; NIELSEN CHRISTIANNI GOMES DA SILVA⁶; ISABELLA CRISTINA GUERRA MOREIRA DIAS⁷; RAÍSSA RATTES LIMA DE FREITAS⁸.*

Resumo – A questão da água no mundo está sendo cada vez mais discutida em função da restrição da oferta, seja pela poluição dos corpos hídricos ou pelo manejo inadequado que diminui as possibilidades e o tempo de uso. Alternativas que possibilitem o reuso de água cinza domiciliar, principalmente em regiões com baixa oferta, são indispensáveis para a convivência com o Semiárido. Neste contexto, foi desenvolvido pelo Projeto Dom Helder Camara/SDT/MDA/FIDA/GEF, em parceria com a Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e a ONG ATOS, o Sistema Bioágua Familiar (SBF). O método consiste na captação da água cinza da residência, tratamento biológico e físico e posterior irrigação para a produção de alimentos. O presente trabalho analisa o potencial de produção de efluente tratado pelo SBF em três residências de famílias de agricultores em Olho D'água do Borges – RN para irrigação por gotejamento em hortaliças. Utilizou-se análise de variância (teste F) e comparação entre as médias (teste de Tukey) a 1% de significância das vazões do efluente tratado. A quantidade de água produzida pelo SBF é proporcional à oferta na residência e o número de pessoas. Conclui-se que os SBF's produzem efluentes tratados com possibilidade de irrigação.

Palavras-Chave: Reuso de águas; Bioágua Familiar; Semiárido.

REUSE OF GREY WATER TREATED BY BIOÁGUA FAMILIAR SYSTEM IN RURAL RESIDENCES FOR IRRIGATION IN SEMIARID POTIGUAR

Abstract – The issue of water in the world is being increasingly discussed in the light of the restricting supply, either by pollution of water bodies or by the mismanagement which decreases the possibilities and time of use. Alternatives that enable the reuse of gray water at home, particularly in regions with low supply are essential for living with the semiarid region. In this context, was developed by Dom Helder Camara Project/SDT/MDA/IFAD/GEF, in partnership with the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA) and NGO ATOS, Bioágua Familiar System (SBF). The method consists in capturing gray water from the residence, pass thru physical and biological treatment and subsequent drip irrigation for food production. This paper analyzes the potential of producing treated effluent by SBF from three family farmers' residences in Olho D'água do Borges - RN to drip irrigation for vegetables. It was used analysis of variance (F test) and comparison between the averages (Tukey test) at 1% significance level of the treated effluent flows. The amount

¹ Projeto Dom Helder Camara, fabiosantiago@dom.gov.br.

² Projeto Dom Helder Camara, mariana@dom.gov.br.

³ Universidade Federal Rural do Semiárido, solangedombroski@ufersa.edu.br.

⁴ Projeto Dom Helder Camara, fjalfim@dom.gov.br.

⁵ Projeto Dom Helder Camara, Ricardo@dom.gov.br.

⁶ Projeto Dom Helder Camara, Nielsen@dom.gov.br.

⁷ Projeto Dom Helder Camara, Isabella@dom.gov.br.

⁸ Projeto Dom Helder Camara, raissarattes@dom.gov.br.

of water produced by the SBF is proportional to the residence supply and the number of peoples in the house. It is concluded that the SBF's ability to produce treated effluent for irrigation.

Keywords: Reuse of water; Bioágua Familiar; Semiárid.

INTRODUÇÃO

O mundo vive um momento determinante para a atual e futuras gerações, visto que o consumo de diversos recursos naturais pelo ser humano está maior que a capacidade de resiliência do nosso planeta.

Os elevados desperdícios dos recursos hídricos e poluição pela população podem contribuir para a escassez da água. Além disso, a ocorrência de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas e inundações, associados às alterações climáticas globais, vem provocando graves impactos sobre a produção agrícola e a distribuição de alimentos (MIKHAIL, 2012).

A região Semiárida do Nordeste do Brasil é caracterizada pela deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos pobres em matéria orgânica (SILVA, 2010). Neste contexto, a estratégia de aliar o reuso de água domiciliar com a possibilidade de irrigação na produção de alimentos é fundamental para a convivência com o Semiárido. Para tanto, deve-se adotar sistema apropriado que possa ser manejado pelas próprias famílias e com segurança sanitária dos alimentos.

A alternativa de tratamento ou de “polimento” de efluentes é importante em regiões semiáridas onde há escassez de água para a irrigação, permitindo que a água de boa qualidade seja destinada a usos mais nobres (ARAÚJO *et al.*, 1999). Além dos benefícios na questão da oferta de água para irrigação, os sistemas de reuso, adequadamente planejados e administrados, trazem melhorias ambientais e de saúde, evitando a descarga de esgotos em corpos d’água, preserva recursos subterrâneos, permite a conservação do solo e contribui para o aumento da produção de alimentos, elevando, assim os níveis de saúde, qualidade de vida e condição social (HESPANHOL, 2002).

Neste cenário, entre suas ações o Projeto Dom Helder Camara/Secretaria de Desenvolvimento Territorial/Ministério do Desenvolvimento Agrário – Fundo Internacional para Desenvolvimento da Agricultura/Fundo Global para o Meio Ambiente desenvolveu o Sistema Bioágua Familiar (SBF), em parceria com a Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e a ONG ATOS. O sistema consiste na coleta da água cinza da residência, tratamento biológico e físico e posterior irrigação para a produção de alimentos.

O objetivo deste trabalho é analisar o potencial do SBF em produzir efluente tratado em residências rurais da agricultura familiar para irrigação de hortaliças por gotejamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 2010 na Comunidade de São Geraldo, localizada no município de Olho D’água do Borges - RN. O clima da região é o semiárido quente BSh segundo Köppen, com chuvas de 400 a 600 mm.

O SBF constitui-se em tanques de tratamento e reuso de água servida gerada nas residências rurais, com exceção do vaso sanitário, denominada de água cinza. Esta converge por rede hidráulica para um processo de filtragem por mecanismos biológicos e físicos. O tanque de tratamento é formado por camadas sobrepostas, de baixo para cima: seixos, cascalhos, areia lavada, serragem, húmus e minhocas (*Eisenia foetida*). Em função de seus hábitos alimentares, as minhocas

influenciam as transformações da matéria orgânica em decomposição (ZHANG et al., 2000 apud PAPINI; ANDRÉA, 2004). As minhocas promovem o revolvimento e a aeração do material do seu habitat, bem como a trituração da matéria orgânica que passa por seus tratamentos 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 apud ANDRADE, 2009). O excremento delas constitui o húmus de minhoca. As camadas de seixo e cascalho promovem o suporte e arejamento do sistema, assegurando a permeabilidade (SANTIAGO *et al.*, 2012a). O efluente tratado segue por gravidade até um tanque de reuso, onde é pressurizado por eletrobomba para irrigação por gotejamento.

Para o estudo do potencial de vazão do SBF foram selecionadas três residências rurais, denominadas SBF I, II e III. Em cada residência foi registrado o número de pessoas.

Para estimar a área irrigada a partir da água de reuso tratada dos SBF'S nos quintais das residências rurais, foram considerados: o método climático para reposição de água pela irrigação; o volume bruto de água (VBA) diário necessário para irrigar um canteiro (12 m x 1 m) de hortaliças foi calculado com a multiplicação da área (m²), a evapotranspiração de cultivo máximo (mm), os coeficientes de lixiviação e cobertura pela divisão da eficiência do sistema de irrigação; a quantidade de canteiros foi estimada dividindo VBA pela área do canteiro; coeficiente de cultivo (Kc) para hortaliças = 1,15, segundo Yagüe & Cruz Roche (1990); coeficiente de lixiviação (Cx) de 1,00 (SUDENE, 1985); eficiência do sistema de irrigação por gotejamento de 84% (SANTIAGO *et al.*, 2012b); coeficiente de cobertura de 100%; evapotranspiração de referência de 6,0 mm.

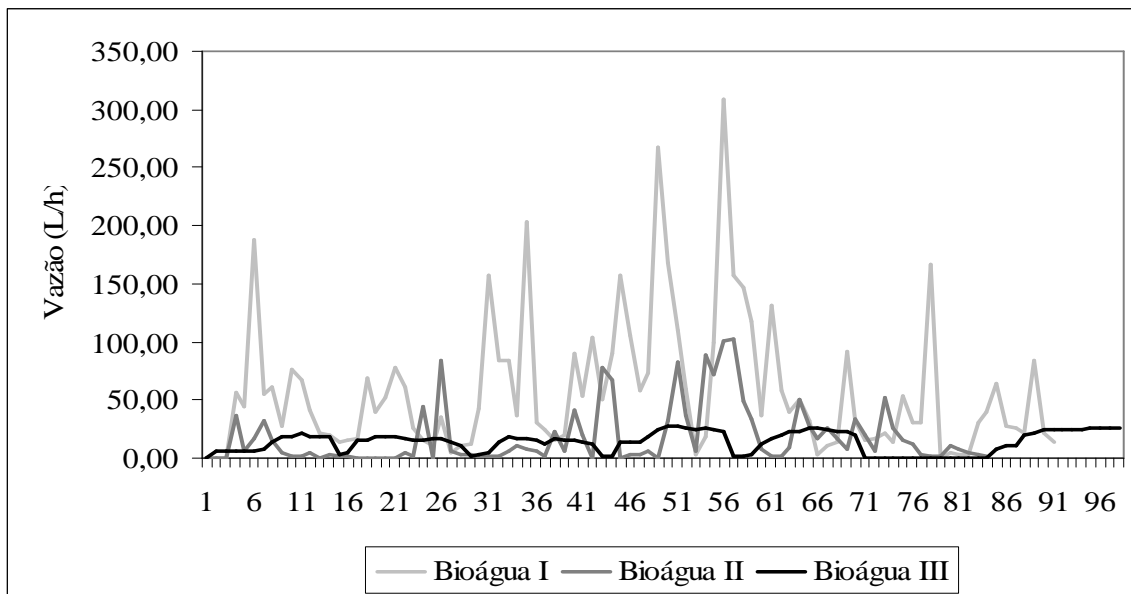
Para cada SBF foi instalado um hidrômetro na entrada do tanque de reuso. A determinação da vazão do efluente foi através do método volumétrico. A cada hora, entre 6:30 e 18:30 h, se fez a coleta do efluente em recipiente (2 L) durante 3 minutos com cronômetro digital. Em seguida, o volume do efluente foi medido, utilizando-se uma proveta de 500 mL. A vazão foi determinada, dividindo o volume registrado na proveta pelo tempo. As observações foram realizadas durante sete dias consecutivos, sendo 12 medições por dia. Composto assim uma série de 96 medições nos SBF's. As vazões foram submetidas à análise da variância (Teste F) e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O **Gráfico 1** mostra a variação de vazão horária do efluente tratado (L/h) de cada SBF no período em estudo. A maior produção foi no Bioágua I, registrando evento acima de 300 L/h, seguido dos SBF's II e III. No SBF II, o pico máximo de água tratada foi levemente superior a 100 L/h. Enquanto no SBF III todos os eventos não passaram de 50 L/h. Infere-se que a variação de 500% entre a menor (50L/h) e maior (300L/h) vazão horária caracteriza a elevada variabilidade de água para reuso.

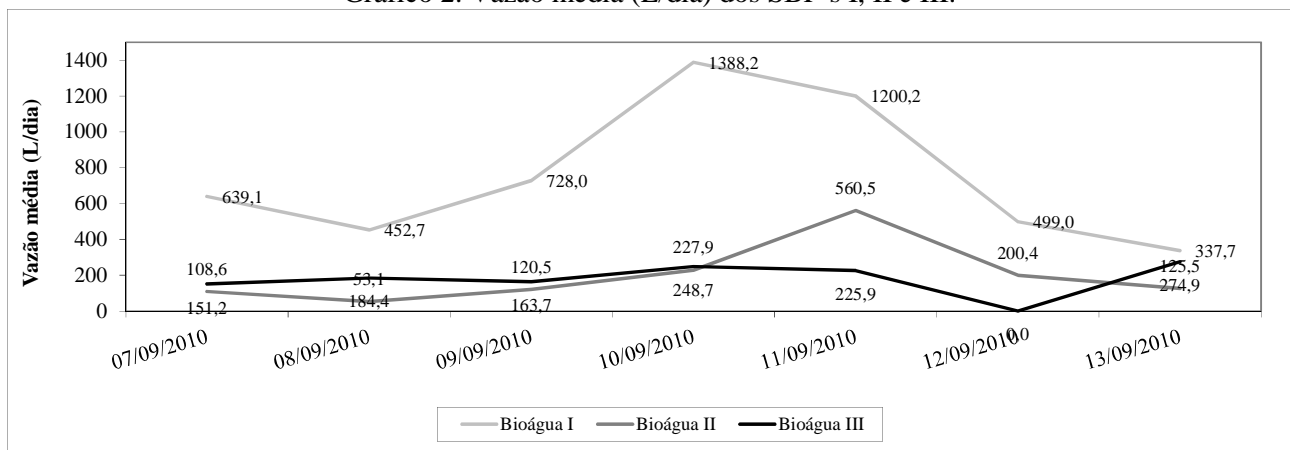
Considera-se que a produção de água cinza nos SBF'S é fortemente influenciada com a oferta de água, número de moradores e os aparelhos sanitários nas residências rurais (pia de louça, lavatório, máquina de lavar roupa, tanque e chuveiro). Desta forma, tais fatores influenciam diretamente sobre o potencial reuso de água cinza. Observou-se que nos dias de maior geração de água cinza, respectivamente, para os SBF I, II e III, foi devido, principalmente, o aumento do número de pessoas nas residências e o uso da máquina de lavar roupas, associado à oferta de água. Foi possível verificar que os picos máximos, seguidos de declínios de vazão em intervalo curto de tempo são caracterizados abruptamente. Isso foi observado nos momentos de redução de pessoas na residência e não uso da máquina de lavar.

Gráfico 1. Vazão (L/h) dos SBF's I, II e III no período em estudo.



O Gráfico 2 mostra a vazão diária (L/dia) dos SBF's. É possível observar que no SBF I foi registrado a vazão máxima de 1.388,20 L/dia, enquanto o SBF II teve a vazão mínima de 53,10 L/dia, indicando variação considerável (2.514,31%) de vazão entre o SBF I e II, ou seja, em duas residências.

Gráfico 2. Vazão média (L/dia) dos SBF's I, II e III.



Na Tabela 1 observa-se que a vazão média do SBF I (749,3L/dia) foi significativamente maior em relação aos SBF'S II (199,5 L/dia) e III (178,4 L/dia) pelo teste de Tukey a 1%, apresentando o maior desvio padrão (58L/dia). Esta maior dispersão pode ser explicada pela dinâmica de pessoas nas residências, a oferta de água e o uso da máquina de lavar. Por outro lado, as médias entre os SBF's II e III não diferiram significativamente.

Volumes produzidos de água cinza podem ser tão baixos quanto 20 a 30 L/pessoa.dia, em locais pobres onde a água é carregada manualmente de uma torneira pública (RIDDERSTOLPE, 2004, WINBLAD; SIMPSON-HÉRBERT, 2004 apud WHO, 2006). Quando a disponibilidade aumenta, a produção de água cinza aumenta, mas, raramente, excede 100 L/pessoa.dia em países em desenvolvimento (WHO, 2006). Em países industrializados, a produção de água cinza varia,

normalmente, de 100 a 200 L/pessoa.dia e, algumas vezes, excede 200 L/pessoa.dia (CRITES; TCHOBANOGLIOUS, 1998, BERTAGLIAL et al., 2005 apud WHO, 2006). Em comunidades rurais no Alto do Jequitinhonha, a nordeste de Minas Gerais, no semiárido brasileiro, Galizoni *et al.* (2008), estimaram, em período de estiagem, a disponibilização de água para consumo doméstico (beber, cozinhar, banhar, lavar roupas, limpeza) em 47L/pessoa/dia. Em função dos usos previstos no referido estudo, pode-se inferir que este volume resultaria em água cinza.

Neste estudo, observou-se que os valores médios de água cinza *per capita* produzida nos SBF's I, II e III (59,5 - 99,7L/pessoa.dia) oscilaram abaixo da média (100 L/pessoa.dia) tipicamente verificada em países em desenvolvimento (WHO, 2006).

Uma das estratégias de convivência com a região Semiárida do Nordeste do Brasil é reuso de água cinza na produção de alimentos. Neste contexto, foi estimada a capacidade de irrigar canteiros de hortaliças por gotejamento através do SBF'S. Dessa forma, o SBF I se mostrou com capacidade de irrigar 8 (oito) canteiros, enquanto o SBF II de 2 (dois) canteiros e SBF III com 3 (três) canteiros (Tabela 1). Observa-se que a área irrigada foi estimada a partir da disponibilidade de água cinza tratada pelos SBF's.

Tabela 1. Dinâmica da geração de água cinza nos SBF'S I, II e III e potencial de irrigação.

Nº pessoas	Origem de água cinza	Vazão média produzida (L/d) e desvio padrão	Vazão média per capita (L/pessoa.dia)	Quantidade de canteiros (12m x 1m) a serem irrigados	
Bioágua I	8	Máquina de lavar roupa, tanque, lavatório, chuveiro e pia de cozinha	749,3 a ⁽¹⁾ ± 58,8	93,7	8
Bioágua II	2	Pia de cozinha, tanque, lavatório e chuveiro	199,5 b ± 25,6	99,7	2
Bioágua III	3	Pia de cozinha, tanque, lavatório e chuveiro	178,4 b ± 9,1	59,5	2

⁽¹⁾ Letras diferentes na coluna as médias de vazão diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 1% de significância.

CONCLUSÃO

A água cinza tratada pelo Sistema Bioágua Familiar tem potencial para atender demandas hídricas de canteiros de irrigação por gotejamento em hortaliças, aliando-se a estratégia de convivência com a produção de alimentos na região Semiárida.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. L. de; KÖNIG, A.; MILANÊZ, J. G.; CEBALLOS, B. S. O. de. (1999) Reuso indireto de esgotos na irrigação de colunas experimentais de solo cultivadas com alface (*lactuca sativa*, L.). In *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, 1999.

ANDRADE, V. T. DE. *Avaliação da toxicidade de água produzida tratada por processo evaporativo com a finalidade de reuso em solo*. 2009. 163f. Tese (Doutorado). COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

FUENTES YAGÜE, J. L. & CRUZ ROCHE, J. *Curso Elemental de Riego*. Servicio de Extensión Agrária Del Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1990.

GALIZONI, F. M. et al. Hierarquias de uso de águas nas estratégias de convívio com o semi-árido em comunidades rurais do Alto Jequitinhonha. *Revista Econômica do Nordeste*, v.39, n.1, Fortaleza, 2008.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil - agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 7, n. 4, 75-95, 2002.

MIKHAIL, M. (2012). Como cultivar um futuro sustentável. In.: *Estado do mundo 2012: Rumo à prosperidade sustentável*. Org. por ASSADOURIAN, E. e RENNER, M. Worldwatch Institute. Salvador, BA. 2012. 288 p.

PAPINI, S.; ANDRÉA, M. M. Ação de minhocas *Eisenia foetida* sobre a dissipação dos herbicidas simazina e paraquat aplicados no solo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.28, n.1, Viçosa, 2004.

SANTIAGO, F. dos S. JALFIM, F. T.; DOMBROSKI, S. A. G.; GOMES-SILVA, N. C.; BLACKBURN, R. M.; SILVA, J. K. M da; NETO, L. M.; VALENÇA, J. R. de F.; NANES, M. B.; RIBEIRO, G. A. *Bioágua Familiar Reuso de água cinza para a produção de alimentos no Semiárido*. Recife, PE, Projeto Dom Helder Camara 2012a, 20 p.

SANTIAGO, F. dos S.; RIBEIRO, G. A.; NANES, M. B.; FREITAS, R. R. L.; ALBUQUERQUE, F. A. de; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, N. C. G. da; BLACKBURN, R. M. *Desempenho de sistema de irrigação por gotejamento no Sertão do Apodi – RN*. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, XXIII. Cascavel, 2012b.

SILVA, R. M. A. da. *Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento*. Reimp. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and graywater*. Excreta and greywater use in agriculture. v.IV. Geneva: World Health Organization, 2006.