

TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS EMPREGANDO FILTRO DE CARVÃO E ESTERCO: ESCALA DE LABORATÓRIO

Wanderson Silvino Pereira¹, Carlos Maciel Santana da Silva¹, Augusto César Cavalcanti Gomes²,
Jacqueline Nascimento Sousa³, Roseli Freire de Melo³, Paola Cortez Bianchini³, Alineaurea Florentino Silva³ e
Paula Tereza de Souza e Silva^{3,*}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE)

²Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido (EMBRAPA)

*Autor correspondente: paula.silva@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO & OBJETIVOS

O reúso de águas cinzas é uma excelente alternativa para amenizar o problema do déficit hídrico decorrente da falta de chuvas, favorecendo a produção de alimentos na agricultura de base ecológica, também na geração de renda para as famílias (SANTIAGO *et al.*, 2012; SILVA, 2017). Além do aspecto de utilidade no sistema de produção agroecológica, o reúso de águas cinzas também colabora com a destinação desse efluente de forma sustentável, sendo considerado uma forma viável de saneamento rural.

O saneamento rural ainda tem sido um problema para solução dos gestores municipais, já empenhados de toda forma com o saneamento urbano. Assim, o uso das águas cinzas pode colaborar significativamente com o saneamento rural, tendo em vista uma boa destinação dos efluentes gerados na propriedade. Apesar de ser uma alternativa considerada viável, é importante se fazer uma ressalva sobre o uso direto desse efluente no solo. Alguns efluentes ao serem gerados possuem uma carga orgânica muito grande ou mesmo a presença de sais em excesso. Esses sais, se adicionados ao solo, podem causar problemas de ordem fisiológica para as plantas, reduzindo a produtividade e qualidade dos produtos (FEITOSA, 2016). Além da influência na produção, a presença de sais em excesso resulta no processo de salinização do solo, problema que afeta as plantas e é muito difícil e oneroso de ser corrigido. Assim, antes de serem utilizados na agricultura de base ecológica, esses efluentes devem ser tratados para remover alguns sais presentes, melhorando sua qualidade para irrigação, garantindo a ausência de impactos negativos para o meio ambiente (ALMEIDA, 2019).

A remoção desses sais ou melhoria da qualidade das águas cinzas deve, a princípio, ser um procedimento de baixo custo e de fácil execução, garantindo que a remoção dos elementos químicos indesejáveis ocorra naturalmente e por longo período, sem que sejam gerados maiores volumes de resíduos contaminados nas propriedades (SILVA *et al.*, 2018). Como existem muitos tipos de filtros, à venda ou mesmo sendo recomendados por diversas organizações, surge a necessidade de analisar a efetividade de cada um deles em remover os sais das águas cinzas, numa escala menor. Além disso, no caso das propriedades rurais, é importante levar em consideração os resíduos que existem no local e possam ser usados como filtros, facilitando a aquisição dos mesmos (SILVA *et al.*, 2016). Porém, é importante conhecer a reação de cada um deles, antes mesmo de instalar em campo, mantendo mais tranquilidade na escolha dos materiais, com mais certeza da utilidade do sistema de filtragem. Os testes em bancada podem ser uma solução importante para se ter a certeza da efetividade dos resíduos na filtragem sem que seja gerado muito resíduo a ser descartado e, além disso, com menor uso de materiais para teste. Um dos materiais utilizados nas propriedades rurais é o carvão, sendo este um resíduo que pode ser interessante na filtragem das águas cinzas em sistemas de produção. Outro material abundante no semiárido é o esterco caprino/ovino, que além de reter alguns elementos pode enriquecer o efluente final de elementos nutritivos para as plantas.

Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar o tratamento das águas cinzas em escala de laboratório, empregando filtros de esterco e carvão.

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado com filtros em escala de bancada, construídos com garrafas de politereftalato de etileno (PET) de 2 L, empregando como meio filtrante carvão vegetal, carvão ativado e esterco de caprino. Esses filtros foram de fluxo descendente, apresentando uma camada de seixo rolado, brita, areia e o meio filtrante, como mostrado na Figura 1.

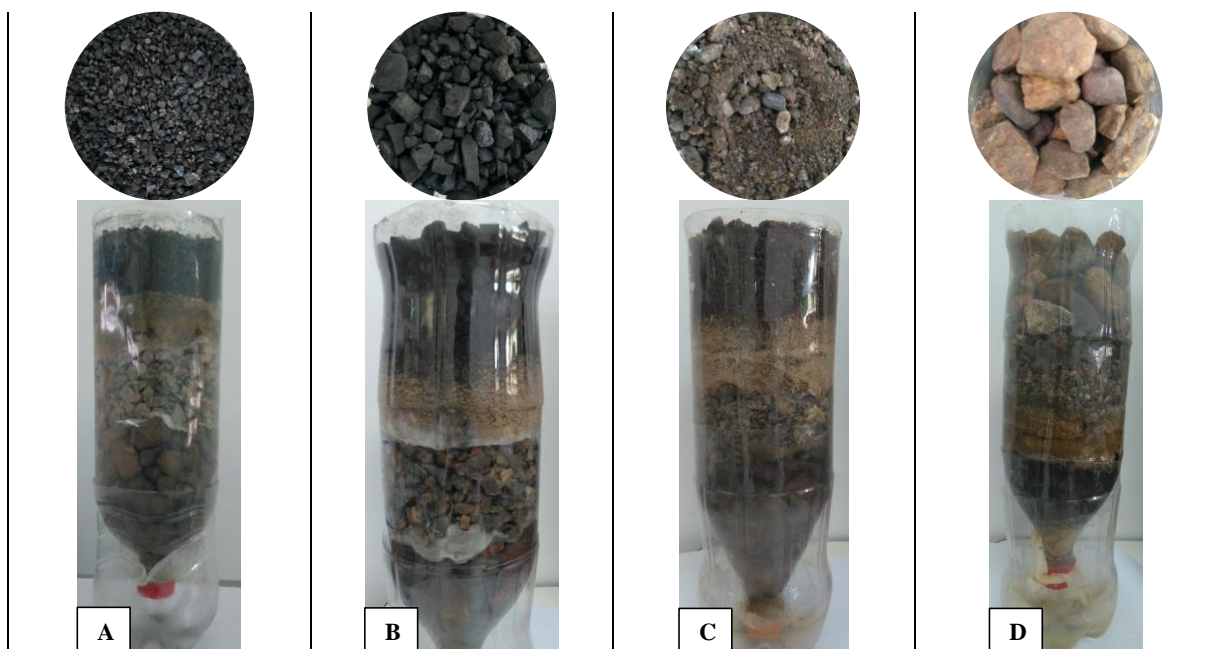


Figura 1. Visão geral de alguns filtros e detalhes dos materiais filtrantes nas camadas superiores, mostrado nas fotos em círculos. Filtros compostos na camada superior por (A) carvão ativado, (B) carvão vegetal, (C) esterco e (D) seixo rolado.

As camadas do meio filtrante foram alteradas em alguns filtros sendo alguns na parte superior, semelhante ao bioágua, e outros na parte inferior simulando um filtro tradicional. A Tabela 1 esquematiza a composição dos filtros com seus meios filtrantes. Esses ensaios foram realizados em triplicata. Para verificar alguma perda de eficiência, os filtros foram avaliados com a percolação do efluente oriundo de um poço localizado na BR428-Petrolina, cuja água se assemelha a uma água cinza em relação aos sais presentes. O efluente bruto foi colocado nos filtros sem um processo de decantação prévio.

Tabela 1. Descrição dos filtros.

Nº	Repetição	Descrição	Composição do filtro
1	R1	Carvão ativado inferior	Seixo rolado
2	R2		Brita
3	R3		Areia
4	R1	Carvão ativado superior	Carvão ativado
5	R2		Areia
6	R3		Brita
7	R1	Carvão vegetal inferior	Seixo rolado
8	R2		Brita
9	R3		Areia
10	R1	Carvão vegetal superior	Carvão vegetal
11	R2		Areia
12	R3		Brita
13	R1	Esterco inferior	Seixo rolado
14	R2		Brita
15	R3		Areia
16	R1	Esterco superior	Esterco
17	R2		Areia
18	R3		Brita

A água de poço trabalhada foi inserida no sistema de filtração em escala de laboratório em bateladas. Entretanto, antes de se recolher as alíquotas para análise laboratorial, os filtros receberam várias alimentações de forma contínua a fim de lavar todo o meio filtrante. No que se refere ao tempo de detenção hidráulica, os filtros foram alimentados com a água de reuso. Em seguida, esperou-se que todo o efluente fosse drenado para o fundo do filtro aonde havia um recipiente coletor, dessa maneira, a água no meio filtrante agiu conforme a força da gravidade sem estipulação do tempo de detenção hidráulica. A construção dos filtros tem semelhança com o bioágua, com substituição do húmus de minhoca pelos materiais filtrantes citados. No que concerne as análises realizadas, foram aferidas as seguintes variáveis potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), concentração de sódio (Na) e demanda química de oxigênio (DQO), segundo as metodologias estabelecidas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012).

3. RESULTADOS & DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontra-se os resultados das análises de DQO empregando os meios filtrantes esterco, carvão ativado e vegetal. Observa-se que o filtro com carvão ativado conseguiu remover cerca de 97% de DQO, com carvão vegetal 55%, enquanto que o esterco incorpora a carga orgânica ao efluente tratado, isso já era esperado. A remoção da DQO empregando os meios filtrantes de carvão foi muito semelhante ao obtido com os estudos do bioágua de Dombroski *et al.* (2017) que obteve 81% de remoção de DQO. Observou-se também pouca influência na alteração da posição do meio filtrante.

Tabela 2. Resultados de DQO no efluente antes e após o filtro.

Meio filtrante	DQO (mg O ₂ · L ⁻¹)
Efluente Bruto	482,0
Esterco parte superior	601,0
Esterco parte inferior	603,0
Carvão ativado superior	15,0
Carvão ativado inferior	32,8
Carvão vegetal superior	263,0
Carvão vegetal inferior	150,0

Na Tabela 3, encontram-se os resultados da avaliação do pH, condutividade elétrica e sódio. Observou-se que o pH não mudou muito quando comparamos com o pH do efluente bruto. Em relação a condutividade elétrica, houve uma redução em todos os filtros, indicando que alguns sais ficaram retidos no sistema. Isso pode ser comprovado também com a concentração de Na, pois houve redução em todos os sistemas, destacando os filtros com esterco com redução maior que 50%. Os filtros de esterco são os que apresentam menor condutividade elétrica e, consequentemente, menor concentração de sódio. Silva *et al.* (2018), no sistema bioágua obteve uma baixa remoção de Na e atenuação da CE quando comparamos aos filtros desse estudo. Isso pode ser atribuído, pois nesse estudo todo material usado na preparação do filtro foi pulverizado aumentando a superfície de contato com o meio filtrante.

Tabela 3. Resultados das análises de pH, CE e Na no efluente antes e após o filtro.

Meio filtrante	pH	CE (dS · m ⁻¹)	Na (mmol · L ⁻¹)
Efluente Bruto	7,4	6,25	16,9
Esterco parte superior	6,7	1,9	5,0
Esterco parte inferior	6,4	3,8	9,0
Carvão ativado superior	8,1	4,3	11,7
Carvão ativado inferior	8,4	2,7	11,8
Carvão vegetal superior	6,7	2,7	11,7
Carvão vegetal inferior	6,7	4,8	11,1

Os filtros de carvão ativado e vegetal foram eficientes na remoção de matéria orgânica e sais. Enquanto o de esterco destacou-se na remoção de Na e diminuição da condutividade elétrica, como foi observado na Tabela 2 e 3. Além disso, vale frisar que o processo de biofiltração com o objetivo de atenuar os poluentes presentes no fluxo de águas residuais apresentam materiais porosos que contribuem com a fixação de microrganismos. Estes crescem em uma superfície do meio filtrante ou são suspensos na fase aquosa ao redor das partículas do meio. Assim, o leito do biofiltro são governados por propriedades e características que incluem porosidade, grau de compactação, capacidade de retenção hidráulica e capacidade de hospedar uma série de microrganismos que formam um biofilme

e os poluentes são removidos da água de reúso devido à degradação biológica. Consequentemente, o desempenho de um biofiltro depende em grande parte das atividades da comunidade microbiana que coloniza os meios filtrantes (SRIVASTAVA; MAJUMDER, 2008). Na Figura 2, observam-se as características físicas da qualidade da água após o processo de filtração. Em relação ao sistema com esterco, observa-se a coloração amarelada do efluente, devido a liberação da matéria orgânica. Isso é um diferencial para o uso desse efluente na agricultura, pois é rico em matéria orgânica como pode ser observada a DQO de aproximadamente $600 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$.

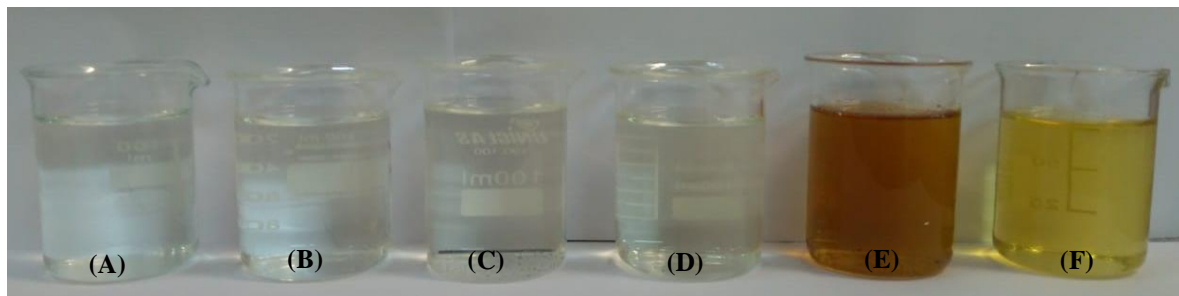


Figura 2. Estado de qualidade da água de reúso após ser processada nos seguintes filtros: (A) carvão ativado na parte inferior, (B) carvão ativado na parte superior, (C) carvão vegetal na parte inferior, (D) carvão vegetal na parte superior, (E) esterco na parte inferior e (F) esterco na parte superior.

4. CONCLUSÕES

Os filtros de carvão ativado e vegetal foram eficientes na remoção de matéria orgânica e sais. Já os de esterco destacaram-se na remoção de Na e diminuição da condutividade elétrica. O meio filtrante sendo colocado no início ou no final dos filtros não obteve alteração significativa na remoção de matéria orgânica e sais. Os filtros estudados são simples e se mostraram eficiente no tratamento das águas cinzas para reúso nas atividades agrícolas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial ao técnico do Laboratório Agroambiental da Embrapa Semiárido, Gilberto Vicente da Silva. As ações desenvolvidas no presente trabalho estão gerando resultados para o Projeto Participa: “Metodologias Participativas na Pesquisa, Ensino e Extensão Rural para potencializar a agroecologia como estratégia de convivência com o semiárido, Fase I” (Código Sistema Embrapa de Gestão: 26.16.04.004.00.00).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, O. A. (2010) Qualidade da água de irrigação. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura p. 227. Disponível em: <shorturl.at/cdxGS >. Acesso em: 20 jun. 2019.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (2012) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed. Washington, DC. 1504 p.
3. FEITOSA, A. P. (2016) Avaliação de sistema de tratamento da água cinza e reúso da água no Semiárido Brasileiro. 2016. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e água). PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Mossoró, 94f.
4. SANTIAGO, F. S. *et al.* (2012) *Bioágua Familiar: reúso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido*. 1. ed. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 13 f.
5. SILVA, A. F. (2017) Bases agroecológicas e resiliência de sistemas de produção em espaços geográficos semiáridos. In: NÓBREGA, R. S *et al.* *Reflexões sobre o semiárido: obra do encontro do pensamento geográfico*. 1. ed. Ananindeua: Itacaiúnas. 530p. Disponível em: <shorturl.at/EFSV7>. Acesso em: 29 ago. 2019.
6. SILVA, A. F.; SILVA, M. C. B. C. (2016) Agricultura no Nordeste Semiárido e os resíduos orgânicos aproveitáveis. *Revista Equador*, v. 5, n. 2, p. 102-119.
7. SILVA, E.A.A *et al.* (2018) Eficiência do sistema bioágua no tratamento de águas cinzas. In: *Congresso Brasileiro de Engenheiros Ciência sem Fronteira*, 5., 2018, Natal.
8. SRIVASTAVA, N. K.; MAJUMDER, C. B. (2008) Novel biofiltration methods for the treatment of heavy metals from industrial wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, v. 151, n. 1, p. 1-8.