

## **TRATAMENTO DOMICILIAR DE ÁGUAS CINZAS ATRAVÉS DE TANQUES EVAPORÍMETROS NO SEMIÁRIDO**

**RUBENIA DE OLIVEIRA COSTA<sup>1</sup>, ALINE COSTA FERREIRA<sup>2\*</sup>, JOSE GERALDO VASCONCELOS BARACUHY<sup>3</sup>, VIVIANE FARIAS SILVA<sup>4</sup>, AMILTON DA SILVA COSTA JUNIOR<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Mestre em Sistemas Agroindustriais, UFCG, Pombal-PB, rubeniaadm@gmail.com

<sup>2</sup>Dra. em Engenharia Agrícola, Professora CCTA, UFCG, Pombal-PB, alinecfx@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Dr. em Recursos Naturais, Professor CTRN, UFCG, Campina Grande-PB, geraldobaracuhy@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Pombal-PB, flordeformosur@gmail.com

<sup>5</sup>Espec. em Gestão Empresarial, Professor, IFPB, Campina Grande-PB, amiltonjunior.consultoria@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** Na região semiárida do nordeste brasileiro habitam 196,7 milhões, sendo considerado o semiárido mais populoso do mundo (IBGE, 2010). As águas cinza são águas usadas originadas de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas e tanques de lavar roupas e pias de cozinha. A presente proposta objetiva a criação de um modelo de bacia de evapotranspiração, que se constitui numa alternativa de produção agrícola integrada através do tratamento de águas cinzas de uma lavanderia comunitária do distrito de ribeira de Cabaceiras, PB. Os tanques evaporímetros foram construídos a partir da adaptação desenvolvida por Gabialti (2009) modificando apenas a impermeabilização de cada tanque que foi feita com lona plástica de 200 micras e utilização de águas cinzas. A condutividade elétrica constatada no sistema foi de 1,17 dS.m<sup>-1</sup> em todos os tanques, já o pH variou de 7,05 a 7,36 e o OD aumentou aos 63 DAP e este fato pode ter sido devido a pequenas chuvas ocorridas neste período. O tratamento das águas cinzas nos tanques evaporímetros promoveu uma diminuição da CE, pH e OD das águas oriundas da lavanderia, portanto é uma alternativa viável e importante tanto para o tratamento de águas cinzas que são as provenientes de pias de cozinha, banheiro e lavanderias como também para o tratamento de esgotos urbanos, periurbanos e rurais, podendo ser aplicado tanto em pequenos quintais, quanto em áreas maiores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso de água, fitorremediação, tanques evaporímetros.

### **HOUSEHOLD WATER TREATMENT THROUGH ASHES IN TANKS EVAPORIMETERS SEMIARID**

**ABSTRACT:** In the semiarid region of northeastern Brazil inhabit 196.7 million, being considered the most populous semi-arid region of the world (IBGE, 2010). The gray water is used water originating from bathtubs, showers, sinks, tanks and machine washing and kitchen sinks. This proposal aims to create a basin evapotranspiration model, which is an alternative of integrated agricultural production through water treatment ashes of a community laundry Cabaceiras riverside district, PB. The evaporimeters tanks were built from the adaptation developed by Gabialti (2009) only modifying the sealing of each tank that was made with plastic sheet of 200 micron and use of greywater. The electrical conductivity found in the system was 1.17 dS.m<sup>-1</sup> in all tanks since the pH ranged from 7.05 to 7.36 and the OD increased to 63 DAP and this fact may be due to small rains during this period. The treatment of greywater in evaporimeters tanks promoted a decrease in EC, pH and DO of water coming from the laundry, so it is a viable and important alternative both for the treatment of greywater that are from kitchen sinks, bathroom and laundry as also for the treatment of urban, rural and peri-urban sewage, can be applied both in small gardens, as for larger areas.

**KEYWORDS:** Water reuse , phytoremediation , evaporímetros tanks.

## INTRODUÇÃO

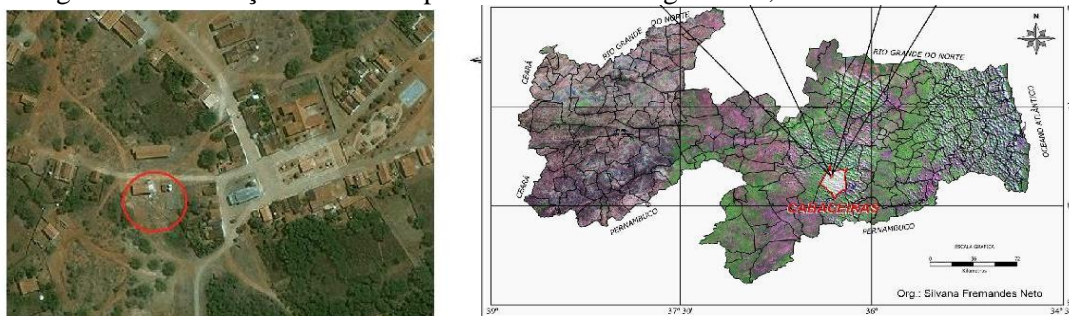
Na região semiárida do nordeste brasileiro habitam 196,7 milhões, sendo considerado o semiárido mais populoso do mundo (IBGE, 2010). As águas cinza podem ser definidas como águas usadas originadas de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas e tanques de lavar roupas e pias de cozinha. Assim, nesse cenário, pouco surgiu de tecnologias simples e exequíveis para tratamento de águas cinza em regiões de limitações hídricas, como é o semiárido brasileiro, principalmente estudos sistêmicos envolvendo o tratamento/aproveitamento de águas residuárias com culturas agrícolas de valor econômico, e os aspectos sociais e sustentáveis de uma comunidade e a repercussão ambiental para a unidade de planejamento agrícola.

Para contribuir com a solução desse problema, o objetivo da inovação proposta é a criação de um modelo de bacia de evapotranspiração, que se constitui numa alternativa de produção agrícola integrada através do tratamento de águas cinzas de uma lavanderia comunitária do distrito de ribeira de Cabaceiras, PB.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas instalações da Lavanderia Pública do Distrito de Ribeira, município de Cabaceiras, PB, com uma população de 2.500 habitantes, localizado numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. Distante 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande, possuindo coordenadas geográficas ( $7^{\circ} 29' 21''$  Sul,  $36^{\circ} 17' 18''$  Oeste e altitude 382m acima do nível do mar).

Figura 2. Localização dos municípios de Pombal e Lagoa Seca, no Estado da Paraíba



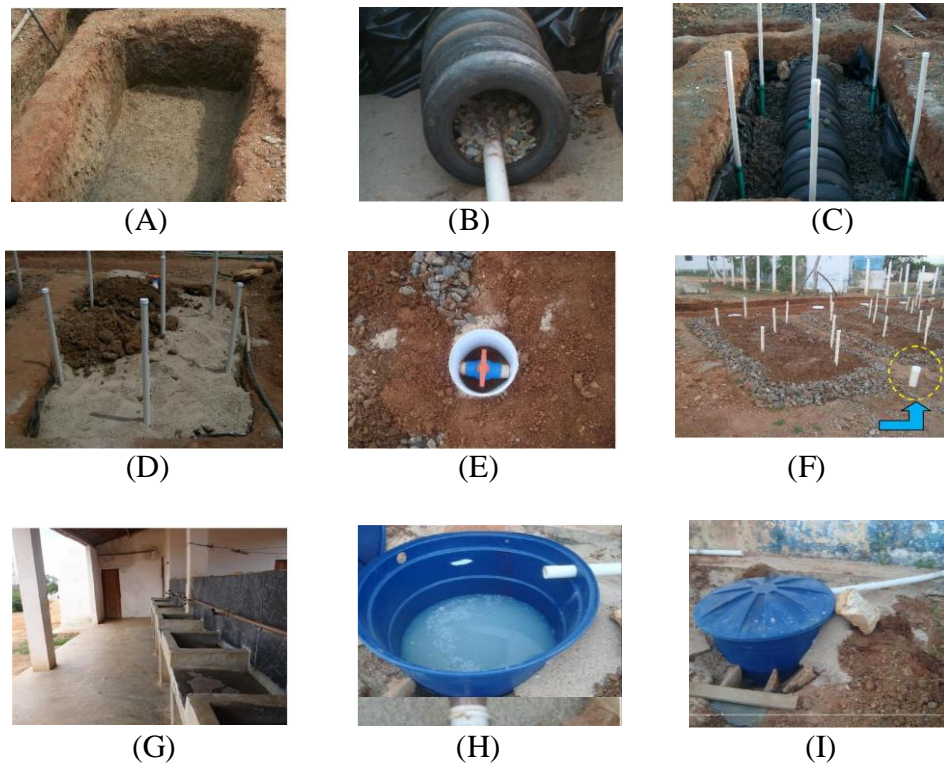
Fonte: Org. Fernandes Neto, (2013).

O distrito da Ribeira não dispõe de coleta e tratamento de esgoto doméstico convencional, pois 40% dos domicílios possuem fossa séptica de pequeno porte, enquanto que os 60% descartam seus efluentes a céu aberto sem tratamento. As fossas sépticas vêm sendo operadas precariamente, com parâmetros operacionais muito abaixo dos aceitáveis pelos órgãos ambientais, representando mais um ônus para o distrito do que os benefícios que se pode esperar de um tratamento dessa natureza, o que levou a administração municipal a buscar alternativas como essa técnica para que tais benefícios possam de fato atender a toda a comunidade e para que a cidade tenha o esgoto convenientemente tratado, já que as águas cinzas proveniente da lavanderia pública eram descartadas a céu aberto poluindo o meio ambiente e os corpos hídricos, principalmente o maior da região que é o rio Taperoá, PB.

Os tanques evaporímetros foram construídos a partir da adaptação desenvolvida por Gabialti (2009) que utilizou a metodologia de “Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração” a qual foi executada utilizando cimento para impermeabilização das unidades e o plantio de bananeira e taioba, enquanto que o projeto em questão foi executado seguindo o mesmo procedimento de Gabialti (2009), mudando apenas a impermeabilização de cada tanque que foi feita com lona plástica de 200 micras e utilização de águas cinzas. Todos os tanques possuem as seguintes dimensões: 3,0 x 2,0 x 1,0m, portanto foram construídos através de uma escavação em forma de vala. Após a escavação, os mesmos foram impermeabilizados com lona plástica de 200 micras para evitar infiltração da água no solo. Foram colocados 07 tubos de observação para coleta de água interna para análise e os mesmos se mantinham fechados e com tampa móvel, retirando apenas a cada 30 dias para coleta de água, a qual foi feita através de uma “bomba hidráulica (sucção)” compondo um sistema

fechado, onde não há perda de água por infiltração. Os parâmetros analisados das águas cinzas coletadas dos pontos de observação das unidades foram: Condutividade Elétrica (CE), pH, e Oxigênio Dissolvido (OD). Cada tanque possuía também um dreno localizado do lado oposto da entrada do efluente que teve também finalidade de coleta para análise laboratorial.

**Figura 2** - Escavação (A), Impermeabilização (B), Tubos de observação (C) e (D), Registro (E), Drenos individuais (F), Lavanderia pública (G) e Transporte da água cinza para os tanques evaporímetros (H) e (I).



As águas cinzas provenientes da lavanderia foram conduzidas através de tubulação até uma caixa d'água de 500 litros com a borda interna para controlar o volume utilizado nos tanques para posterior distribuição. Para que não houvesse sobrecargas de águas cinzas na própria caixa, este reservatório foi posicionado de modo que todas as águas cinzas fossem distribuídas até os tanques por gravidade. Foi elaborada uma altura da água dentro de cada tanque (escala), através do volume de água contido no tanque com o nível da água medido no interior do mesmo através de uma régua milimetrada de madeira de forma que cada unidade recebia um monitoramento de 50 cm de altura de água. A caixa d'água possui registro individual para que haja o controle da quantidade de água que entra em cada tanque e a cada 74 horas realizava o monitoramento e controle da água através do uso da régua milimetrada de madeira e durante a coleta d'água.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A entrada das águas cinzas nos tanques foi por meio de tubo de PVC de 100 mm instalado 30 cm acima da base do tanque, até atingir uma altura de 50 cm de água cinza em cada tanque. A cada dia havia aproximadamente 4 (quatro) lavadeiras lavando roupas.

O volume de água cinza conduzido para cada tanque foi de aproximadamente  $4,42\text{m}^3$ , mantendo assim uma altura de 50 cm de água dentro de cada unidade (tanque). A frequência de alimentação de água nos tanques foi feita a cada 72 horas e esse monitoramento foi realizado através da medição da altura da água dentro de cada tanque com o auxílio de uma régua de madeira, mantendo assim 50cm de lâmina d'água.

Havia quantidade de água suficiente para atender todo o sistema, pois foi verificado e constatado "in loco" que em apenas uma lavagem de roupas contendo 15 camisas com manga; 4

Camisas sem manga; 4 shorts de malha; 3 shorts jeans; 2 toalhas; 6 panos de prato; 3 saias de malha 2 lençóis; 2 fronhas e 3 blusas de criança foi gasto 900 litros de água.

Com relação à Condutividade Elétrica (CE) foi constatado que aos 23 DAP, aproximadamente 80% das leituras de condutividade elétrica ficou entre 1,36 e 2,05 dS.m<sup>-1</sup>, enquanto que aos 43 DAP o valor de CE esteve em torno de 1,17 dS.m<sup>-1</sup> em todos os tanques, pois esta queda da CE pode ter ocorrido pela diluição de sais pela água da chuva ocorrida neste período, já aos 63 DAP houve uma elevação da CE em resposta ao efeito da evapotranspiração das culturas que elevou a concentração da solução do solo e esse mesmo comportamento aconteceu aos 83 DAP, portanto, Almeida (2010) menciona que quanto maior for o conteúdo salino de uma solução, maior será a CE da mesma e a medida da CE é um indicador do perigo da salinidade do solo, então como a amostra da água do poço que abastece a lavanderia pública de Ribeira de Cabaceiras, PB, obteve valor igual a 1,9 dS.m<sup>-1</sup> e segundo Ayres e Westcot (1999) afirmam que o valor permitido para a condutividade elétrica da água de irrigação é abaixo de 0,7 dS m<sup>-1</sup>, então a condutividade elétrica das águas cinzas do sistema nas 4 leituras (23, 43, 63 e 83 DAP) se encontram no nível de grau de restrição baixo a moderado, ou seja, acima do valor máximo permitido (0,7 dS m<sup>-1</sup>). A condutividade elétrica em águas residuárias, seja ela cinza ou negra, expressa a concentração de íons (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, NaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub> etc.) presentes, ou, mais precisamente, de íons em solução no meio. Como a condutividade elétrica em uma solução é proporcional à concentração iônica presente no meio (passagem de corrente elétrica num meio ionizado), existe relação de proporcionalidade entre o valor da condutividade elétrica e a concentração iônica.

O potássio é um elemento químico que não está associado à matéria orgânica (Lo Monaco et al., 2004), desta forma permanece em solução, contribuindo, de forma acentuada na condutividade elétrica na solução. Assim, a condutividade elétrica das águas residuárias pode ser utilizada na estimativa da concentração de potássio das mesmas, facilitando a tomada de decisão pelo produtor na definição da lâmina de água residuária recomendável de ser aplicada como fertirrigação.

Avaliando o pH da amostra de água do poço que abastece a lavanderia pública, o mesmo obteve valor 8,2, ou seja, pH básico, comparado com os valores da caixa d'água (água cinza bruta) e das 4 leituras (23, 43, 63 e 83 DAP), o menor valor de pH encontrado foi 6,06 da água cinza bruta (antes de entrar nos tanques) caracterizando o pH como ácido.

Analisando o pH no sistema constatou-se que aos 23 DAP aproximadamente 34% das amostras de água apresentaram pH entre 6,33 e 7,05 e 41% apresentaram pH entre 7,00 e 7,78. As observações realizadas aos 43 e 63 DAP apresentou comportamento semelhante. Já nas leituras observadas aos 83 DAP foi constatado que o pH variou de 7,05 a 7,36, o qual corroborando com estes resultados, Eriksson et al. (2002), trabalhando com caracterização de águas de máquina de lavar e tanques de lavagem de roupas encontrou pH alcalino nas amostras depois da lavagem, os mesmos afirmam que quanto aos parâmetros químicos, o pH na água cinza depende basicamente do pH da água de abastecimento, que no trabalho foi encontrado valores de pH básicos para os 2 poços que abastecem a lavanderia pública. Entretanto alguns produtos químicos utilizados podem contribuir para aumento do mesmo e o aumento do pH pode ser atribuído ao uso do sabão em pó e do amaciante.

Analisando-se o parâmetro OD houve elevação deste parâmetro nas leituras realizadas aos 63 DAP e este fato pode ter sido devido a pequenas chuvas ocorridas neste período, pois Rapoport (2004), reitera que as águas cinzas provenientes da lavagem de roupas podem apresentar concentração de produtos químicos alta devido aos sabões empregados que contém Sódio, Fosfato, Boro, Surfactantes, Amônia e Nitrogênio. Entretanto, a estocagem por cerca de 48 h leva ao decaimento de Oxigênio Dissolvido e conseqüentemente a problemas estéticos, como foi no caso deste trabalho que a água ficou "armazenada" dentro das 8 unidades por 83 dias e como havia coleta de aproximadamente 1 litro a cada 20 dias pelo dreno individual observamos que a água coletada da unidade possuía cor escura e odor forte diferentemente das características iniciais ao entrar no sistema e os valores de Oxigênio dissolvido tiveram uma diminuição de aproximadamente 55 a 95%. Segundo Telles e Costa (2007), a carga orgânica no esgoto pode favorecer o aumento das colônias de microrganismos decompositores e conseqüentemente diminuir o nível de oxigênio dissolvido do meio.

## CONCLUSÃO

As águas usadas da lavanderia no final do experimento apresentaram as seguintes características: CE=1,92 dS.m<sup>-1</sup>, pH=7,31 e OD = 55,5 mg.L<sup>-1</sup>, pois o tratamento das águas cinzas nos tanques evaporímetros promoveu uma diminuição da CE, pH e OD das águas oriundas da lavanderia, portanto o tanque de evapotranspiração é uma alternativa viável e importante tanto para o tratamento de águas cinzas que são as provenientes de pias de cozinha, banheiro e lavanderias como também para o tratamento de esgotos urbanos, periurbanos e rurais, podendo ser aplicado tanto em pequenos quintais, quanto em áreas maiores, pois o TEvap pode substituir as fossas sépticas residenciais com vantagens ambientais e econômicas, inclusive em áreas onde há rede coletora de esgotos, para a qual pode ser encaminhado seu efluente, caso ocorra. Em locais onde não há rede coletora de esgotos, o eventual efluente do TEvap pode ser encaminhado para valas de infiltração, de acordo com as normas vigentes (ABNT, 1993). O dimensionamento adotado para uma família média (de 4 a 5 pessoas) pode ser de 12 a 16 m<sup>2</sup>, considerando-se que haverá uma destinação adequada para os eventuais efluentes finais.

As técnicas construtivas podem variar de acordo com os recursos disponíveis, devendo sempre garantir a completa impermeabilização do tanque. A técnica da impermeabilização com lona plástica demonstrou atender a esse requisito, apresentando também um baixo custo.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, O. A. de. Qualidade da água de irrigação [recurso eletrônico] / Otávio Álvares de Almeida. - Dados eletrônicos. - Cruz das Almas : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. Qualidade de água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- Eriksson, E.; Auffarth, K.; Mogens, H. Ledin, A. Characteristics of grey wastewater. Urban Water, Dinamarca, v. 4, n.1, p. 58-104, 2002.
- Fernandes Neto, S., Zoneamento Geoambiental em Microbacia Hidrográfica do Semiárido Paraibano. Campina Grande: UFCG, 2013. 116f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais).
- Galbiati, A. F. Tratamento Domiciliar de Águas Negras através de Tanque de Evapotranspiração. Campo Grande: UFMS, 2009. 38f. Dissertação (mestrado em Tecnologias Ambientais)
- Ibge, 2010. Censo Demográfico – 2000, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Lo Monaco, P.A.; Matos, A.T.; Jordão, C.P.; Martinez, M.A. Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias da suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.1, p. 114-119, 2004.
- Rapoport B. Águas Cinzas: Caracterização, Avaliação Financeira e Tratamento para Reuso Domiciliar e Condominial. Rio de Janeiro: ENSP/ Fiocruz, 2004. 71f. Dissertação (mestrado em Saúde Pública).
- Telles, D. D.; Costa, R. H. P. G. Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. 1ª Ed, São Paulo, Editora Blucher, 2007.