

## **CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE RENDA DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

Vítor Carvalho Santos<sup>1</sup>, Thais Nascimento Meneses<sup>2</sup>, Patricia Rosalba Salvador Moura Costa<sup>3</sup>,  
Antenor de Oliveira Aguiar Netto<sup>4</sup>

**RESUMO:** O reuso de águas cinzas é proposto como uma tecnologia social capaz de melhorar a qualidade de vida das famílias agricultoras residentes no semiárido brasileiro, pois ele possibilita a produção de alimentos por meio da irrigação com efluente tratado. Assim, o presente trabalho objetivou levantar o custo de implantação e avaliar a capacidade de geração de renda dessa tecnologia. Nesse sentido, foram apurados os custos de construção de dois sistemas de reuso de águas cinzas instalados no semiárido do estado de Sergipe/Brasil em novembro de 2019, bem como o consumo e a comercialização dos produtos agrícolas produzidos nos quintais das residências contempladas. O custo de implantação médio calculado resultou em R\$ 5.504,59. Os sistemas possibilitaram economia com a compra de hortaliças e renda extra às famílias, de maneira que os ganhos econômicos totais gerados pelos mesmos permitem o pagamento do seu custo de implantação em 28,34 meses. Dessa forma, os resultados demonstram a capacidade da tecnologia em ampliar o acesso dos habitantes dessa região à água para irrigação e obtenção de retorno econômico. Conclui-se que o reuso de águas cinzas é economicamente adequado à realidade do semiárido nordestino brasileiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação de baixo custo, quintais produtivos, tecnologia social

### **IMPLEMENTATION COST AND INCOME GENERATION CAPACITY OF GREYWATER REUSE IN THE BRAZILIAN NORTHEAST SEMIARID**

**ABSTRACT:** The greywater reuse is proposed as a social technology capable of improving the quality of life of farming families residing in the Brazilian semiarid region, because it promotes

<sup>1</sup> Estudante de graduação do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônoma (DEA/UFS), CEP 49100-000, São Cristóvão, SE. Fone (79) 3194-6929. e-mail: vitor9822@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem), Professora colaboradora voluntária do Departamento de Engenharia Agrônoma (DEA/UFS), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

<sup>3</sup> Pós-doutora em Ciências Humanas, Professora adjunta no Núcleo de Graduação em Educação em Ciências Agrárias e da Terra (NECATS), Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, SE.

<sup>4</sup> Pós-doutor em Recursos Hídricos, Professor associado do Departamento de Engenharia Agrônoma (DEA/UFS), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

food production through agricultural irrigation with treated effluent. Thus, the present study aimed to survey the implementation cost and evaluate the income generation capacity of this technology. In this sense, the building costs of two greywater reuse systems installed in the semiarid region of the state of Sergipe/Brazil in November 2019 was determined, as well as the consumption and commercialization of the harvests of the studied residences's backyards. The calculated average implantation cost resulted in R\$ 5,504.59. The systems enabled savings on the purchase of vegetables and extra income for families, so that the total economic gains generated by them allow the payment of their implementation cost in 28.34 months. Therefore, the results demonstrate the technology's capacity to expand the access of the inhabitants of this region to water for irrigation and obtaining economic returns. It concludes that the greywater reuse is economically adequate to the reality of the Brazilian northeast semiarid.

**KEYWORDS:** Low cost irrigation, productive backyards, social technology

## INTRODUÇÃO

O contexto ambiental e socioeconômico do semiárido nordestino requer a utilização de tecnologias capazes de transformá-lo em vista da melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes. Grande parte destes pratica atividades agropecuárias de sequeiro, com base nos recursos naturais disponíveis em suas propriedades ou ao redor delas e são vulneráveis às adversidades climáticas (TAVARES et al., 2019).

Dessa forma, a irrigação é uma prática imprescindível para a promoção da sustentabilidade econômica de áreas de produção agrícola nessa região (AGUIAR NETTO et al., 2007). No entanto, essa técnica é dificultada em razão da sua característica carência de água superficial em quantidade e qualidade adequadas (LIRA et al., 2017).

Nesse cenário, as tecnologias sociais configuram-se como potenciais alternativas para a mitigação da escassez hídrica no semiárido brasileiro, entre elas a Bioágua Familiar (SOUZA et al., 2016). Fundamentada na reutilização de águas cinzas – esgoto doméstico proveniente do banheiro (exceto da bacia sanitária), lavanderia e cozinha (AL-ZOU'BY et al., 2017) – para a irrigação de cultura agrícolas em quintais produtivos após tratamento, realizado por meio de filtragem através de camadas de impedimentos físicos e da degradação da matéria orgânica presente no efluente por uma população de microorganismos e minhocas (*Eisenia fetida*) em um filtro biológico (SANTIAGO et al., 2015).

Todavia, como ressaltado por Souza et al. (2017), as tecnologias de convivência com o semiárido devem contextualizar os diferentes princípios da sustentabilidade, os quais incluem

a eficiência econômica. Nessa perspectiva, o presente estudo objetivou levantar os custos de implantação e avaliar a capacidade de geração de renda de sistemas de reuso de águas cinzas no semiárido do Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido por meio do projeto “Reuso de Água para Fomento de Quintais Produtivos no Semiárido do Nordeste do Brasil: Produção e Renda, Empoderamento da Mulher Camponesa e Fortalecimento da Agricultura Familiar”, posteriormente batizado de “Bioágua Familiar Sergipe”, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, em parceria com a Universidade Federal de Sergipe – UFS.

Foram construídos dois sistemas de reuso de águas cinzas, nas propriedades agrícolas das famílias A e B, residentes nos municípios de Poço Redondo e Feira Nova, respectivamente, ambos pertencentes à região semiárida do estado de Sergipe, a qual, assim como o restante do semiárido brasileiro, apresenta altas temperaturas, baixas precipitações e elevada irregularidade de chuvas (FERNANDES et al. 2015).

As famílias foram escolhidas a partir da consideração de fatores relacionados ao acesso destas a recursos hídricos, a suas participações em programas sociais, o desejo das mesmas em participar do projeto, a composição familiar, o protagonismo feminino nas atividades praticadas no quintal e o uso e estrutura deste.

Foi executada a reaplicação do modelo de sistema de reuso de águas cinzas descrito na Instrução Operacional nº 3, de 12 de maio de 2016, da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (BRASIL, 2016), baseado no sistema Bioágua Familiar.

Ele é composto por uma caixa de gordura (Figura 1-A), onde ficam retidos os sedimentos mais grosseiros do efluente doméstico; um filtro biológico (Figura 1-B); um tanque de reuso para armazenamento do efluente tratado (Figura 1-C) e um minhocário (Figura 1-D), o qual serve como uma estrutura anexa, para produção de húmus utilizado na adubação do quintal e reposição do filtro biológico. Além disso, adicionou-se ao modelo um sistema de irrigação (Figura 1-E) e o cercamento dos quintais produtivos (Figura 1-F), cada um com uma área média de 288 m<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Caixa de gordura (A), filtro biológico (B), tanque de reuso (C), minhocário (D), Sistema de irrigação tipo xique-xique (E) e quintal cercado (F). Fonte: Autoria própria, 2020.

Nesse sistema de reaproveitamento de águas cinzas, o efluente tratado armazenado no tanque de reuso é conduzido até uma caixa d'água elevada a 2 m de altura através de um sistema de adução. Este é constituído por tubulações de sucção e recalque, ambas de PVC, de 32 mm de diâmetro e pressurizadas por um conjunto motobomba elétrico de 0,5 CV de potência. A partir da caixa d'água, a água de reuso segue por gravidade para o sistema de irrigação.

O método escolhido para o sistema de irrigação foi o localizado por gotejamento tipo xique-xique, em razão de seu baixo custo de manutenção. Ele consiste na utilização de mangueiras de polietileno perfuradas artesanalmente, podendo possuir furos com espaçamento e diâmetro variados, de acordo com a cultura irrigada, e cobertos com braçadeiras de 0,05 m cortadas longitudinalmente, as quais são confeccionadas a partir da própria mangueira de gotejamento e servem para diminuir a energia cinética da água que sai dos orifícios (COELHO et al., 2012).

O quintal produtivo foi dividido em uma área para a produção em sequeiro e outra irrigada, formada por uma linha destinada ao plantio de espécies frutíferas e quatro canteiros para o cultivo de olerícolas, com 1 m de largura, 0,3 m de altura e 12 m de comprimento. Assim, o sistema de irrigação foi dimensionado com uma linha principal de tubulação PVC de 50 mm de diâmetro derivada em 5 setores independentes, um para cada canteiro e o último para a linha de frutíferas, isolados por meio de cavaletes com registros de PVC de mesmo diâmetro da linha principal.

Os setores de irrigação dos canteiros são compostos por duas linhas laterais de mangueiras de polietileno (DN = 16 mm) espaçadas 0,4 m entre si e perfuradas com orifícios de 1,6 mm de

diâmetro e com espaçamento de 0,2 m entre eles. Já o setor reservado à irrigação das frutíferas possui uma linha lateral, de mesmo material e com furos de iguais diâmetro e espaçamento aos das linhas laterais dos canteiros.

As construções contaram com a participação ativa dos integrantes dos grupos familiares e de moradores da vizinhança e foram realizadas em novembro de 2019, com uma duração de 4,5 dias, em média. Para executá-las buscou-se utilizar mão de obra local, como forma de capacitá-la e fomentar trabalho e renda na região.

No final de fevereiro de 2020 foram implantadas as culturas agrícolas, irrigadas com o efluente proveniente do tratamento de águas cinzas. As colheitas iniciaram-se em maio do mesmo ano e desde então as agricultoras monitoram a produção, a comercialização e o uso para consumo familiar através de anotações em cadernetas de produção inspiradas na Caderneta Agroecológica descrita por Cardoso et al. (2019).

Nesse estudo foram considerados os custos de implantação dos sistemas apurados durante as obras dos mesmos, convertidos em dólar (CEPEA, 2020), e o consumo e a venda dos produtos agrícolas produzidos nos quintais entre os meses de maio e setembro de 2020.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os custos de implantação dos sistemas variaram entre os projetos das duas famílias em razão das suas diferenças no tocante ao tamanho dos quintais e a distância destes em relação às casas, ao tipo de solo de cada propriedade, à sua localização e à disposição das saídas de águas cinzas nas residências.

Dessa maneira, optou-se por utilizar a média das despesas de implantação dos dois sistemas, divididas em 5 categorias – materiais de construção e conexões hidráulicas utilizados para construir os elementos dos sistemas de reuso de águas cinzas, mão de obra, sistema de adução (captação do efluente e recalque até a caixa d'água), sistema de irrigação e cercamento dos quintais – e referentes ao mês de novembro de 2019 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Custos de implantação dos sistemas de reuso de águas cinzas implantados nas propriedades das famílias A e B, referentes ao mês de novembro de 2019.

Descrição	Família A	Família B	Total (R\$)
Materiais de construção e conexões hidráulicas (R\$)	2.470,69	2.055,29	4.525,98
Mão de obra (R\$)	920,00	1.070,00	1.990,00
Sistema de adução (R\$)	721,20	860,20	1.581,40
Sistema de irrigação (R\$)	420,90	458,90	879,80
Cercamento do quintal (R\$)	1.062,00	970,00	2.032,00
Total (R\$)	5.594,79	5.414,39	11.009,18
Média (R\$)			5.504,59

O custo médio calculado foi igual a R\$ 5.504,59 por sistema de reuso, o que equivale a U\$ 1.323,84, de acordo com a média dos valores do dólar no mês de novembro de 2019. O valor foi inferior ao indicado por Santiago & Jalfim (2018), correspondente a R\$ 8.000,00 ou U\$ 2.500,00 na época, segundo os autores.

Alguns fatores contribuem para que o modelo de sistema de reuso de águas cinzas utilizado neste trabalho seja mais barato que o sistema Bioágua Familiar sobre o qual Santiago & Jalfim (2018) fazem referência. Entre os quais se destaca fato de que a caixa de gordura não ser comprada pronta no comércio, mas sim confeccionada com placas pré-moldadas de cimento, e a utilização dessas placas para a construção do filtro biológico e tanque de reuso, em vez de formas de metal preenchidas com concreto, o que garante maior rapidez e redução dos custos finais.

Outro fator que tornam esse modelo menos custoso é o fato de o sistema de irrigação ser por gravidade, e não pressurizado, como relatado por Santiago et al. (2015). De modo que permite a utilização de um conjunto motobomba de menor potência, o qual é utilizado apenas para encher a caixa d'água.

Entretanto, recomenda-se uma análise hidráulica e avaliação do sistema de irrigação xique-xique empregado nesse trabalho para verificar sua viabilidade técnica a curto e médio prazo.

A partir das anotações das agricultoras participantes do projeto, percebeu-se que os sistemas promoveram a produção agrícola nos quintais de ambas as famílias, as quais puderam complementar tanto a sua alimentação quanto a renda.

Durante os cinco meses de produção considerados neste estudo, ambas as famílias economizaram um total de R\$ 684,09 em compras de hortaliças para as suas alimentações, o que resulta em uma economia média mensal de R\$ 68,41 por família. Além disso, o total arrecadado na venda do excedente produtivo dos dois quintais foi de R\$ 1.258,24, equivalente a uma renda familiar extra de R\$ 125,82 por mês.

Dessa forma, nos 5 meses estudados, os ganhos econômicos totais alcançados referentes à economia com a compra de hortaliças pelas famílias e à venda dos excedentes produtivos resultaram em R\$ 194,23 por mês por família. Portanto, o investimento efetuado para implantar os sistemas será pago em 28,34 meses de produção nos quintais produtivos.

Ao avaliar os efeitos de tecnologias de reaproveitamento de água para irrigação na renda e sustentabilidade de famílias agricultoras residentes no semiárido do estado do Ceará/Brasil, Silva & Kahn (2019) atestaram que elas foram capazes de gerar renda e promoveram a melhoria da sustentabilidade ambiental das práticas realizadas pelos agricultores. De acordo com os

autores, um dos fatores que contribuem para o aumento da renda das famílias é o fato de as culturas agrícolas cultivadas nos quintais produtivos irrigados serem majoritariamente hortícolas, com ciclo de produção mais curtos em comparação aos cultivos de sequeiro, o que diminui o intervalo entre vendas e por isso aumenta o rendimento.

Assim, evidenciou-se o potencial da tecnologia em contribuir para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS): ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável; ODS 3 – Saúde e bem estar; ODS 6 – Água potável e saneamento; ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico e ODS 12 – Consumo e produção responsáveis (PNUD, 2020).

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem inferir que a tecnologia social de reuso de águas cinzas é adequada economicamente à realidade das famílias agricultoras residentes no semiárido nordestino, uma vez que gerou renda para as mesmas e promoveu economia nos orçamentos familiares.

## AGRADECIMENTOS

Às famílias agricultoras, à Universidade Federal de Sergipe – UFS; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Edital 36/2018), ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC e ao Ministério da Cidadania –MC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. de O.; GOMES, C. C. S.; LINS, C. C. V.; BARROS, A. C.; CAMPECHE, L. F. de S. M.; BLANCO, F. F. Características químicas e salino-sodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1640-1645, 2007.

AL-ZOUBY, J. Y.; AL-ZBOON, K. K.; AL-TABBAL, J. A. Low-cost treatment of grey water and reuse for irrigation of home garden plant. **Environmental Engineering And Management Journal**, v. 16, n. 2, p.351-359, 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Modelo da tecnologia social de acesso à água nº 11: sistema de tratamento e reuso de água cinza domiciliar**. Anexo único. Instrução Operacional nº 3, de 12 de maio de 2016. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília/DF, Seção 1, nº 91, 13 de maio de 2016, p. 174. Disponível em: [http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca\\_alimentar/instrucoes\\_operacionais/Modelo\\_Tecnologia\\_Social\\_n\\_11\\_Sistema\\_Tratamento\\_Reuso\\_agua\\_Cinza\\_Domiciliar.pdf](http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca_alimentar/instrucoes_operacionais/Modelo_Tecnologia_Social_n_11_Sistema_Tratamento_Reuso_agua_Cinza_Domiciliar.pdf). Acesso em: 27 set. 2020.

CARDOSO, E. M.; JALIL, L.; TELLES, L.; ALVARENGA, C.; WEITZMAN, R. **Guia metodológico da caderneta agroecológica**. Recife: FIDA, 2019. 38p. Disponível em: <http://portalsemear.org.br/wp-content/uploads/2019/06/Guia-de-uso.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Séries de preços**. 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>. Acesso em: 1 jun. 2020.

COELHO, E. F.; SILVA, T. S. M. da; PARIZOTTO, I.; SILVA, A. J. P. da; SANTOS, D. B. dos. Sistemas de irrigação para agricultura familiar. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/945666>. Acesso em: 15 nov. 2020.

FERNANDES, M. R. de M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q. de; FERNANDES, M. M. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 472-482, 2015.

LIRA, R. B. de; FERREIRA NETO, M.; MEDEIROS, J. F. de; DIAS, N. da S.; BRITO, R. F. de; OLIVEIRA, L. L. de P. ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM CAMBISSOLO HÁPLICO FERTIRRIGADO COM EFLUENTE DOMÉSTICO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 6, p. 1845-1853, 2017.

PNUD. Programa das Nações Unidas Para O Desenvolvimento. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2020. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>. Acesso em: 15 nov. 2020.



SANTIAGO, F.; JALFIM, F. 2018. O Sistema Bioágua Familiar: Reúso de água cinza doméstica para produção de alimentos no semiárido brasileiro. In: CTA, 2018. **Capitalização de experiências: Lições para o desenvolvimento em Moçambique e no Brasil**, v. 2. Experience Capitalization Series 5. Wageningen: CTA:22-27. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/97723>. Acesso em: 29 set. 2020.

SANTIAGO, F.; JALFIM, F.; BLACKBURN, R.; DOMBROSKI, S.; MONTEIRO, L.; NANES, M.; DIAS, I.; GURGEL, R.; OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, G.; SANTOS, W.; PINHEIRO, M. R.; SALES, F.; SILVA, J. **Manual de Implantação e Manejo do Sistema Bioágua Familiar: Reúso de água cinza doméstica para produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro**. Caraúbas/RN: Atos, 2015. 194 f. Disponível em: [https://bioaguafamiliar.files.wordpress.com/2015/09/manual\\_bioagua\\_familiar\\_2015.pdf](https://bioaguafamiliar.files.wordpress.com/2015/09/manual_bioagua_familiar_2015.pdf). Acesso em: 27 set. 2020.

SILVA, M. J. N. da; KAHN, A. S. Tecnologias sociais de reaproveitamento de água para irrigação: efeitos na renda e na sustentabilidade dos agricultores familiares cearenses. In: ENCONTRO ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE, 15., 2019, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: IPECE, 2019. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/encontro/2019/lista.htm>. Acesso em: 14 nov. 2020.

SOUSA, A. B. de; COSTA, C. T. F. da; FIRMINO, P. R. A.; BATISTA, V. de S. Tecnologias Sociais de convivência com o Semiárido na região do Cariri cearense. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 2, p. 197-220, 2017.

SOUZA, N. G. de M.; SILVA, J. A. da; MAIA, J. M.; SILVA, J. B.; NUNES JÚNIOR, E. da S.; MENESES, C. H. S. G. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 12, n. 3, 2016.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, Í. R. P. de; SILVA, D. G. da. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, [s.l.], v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019.