


Aspecto para implantação de sistemas de reúso de águas cinzas em comunidades rurais no Estado do Ceará – estudo de caso: Projeto São José III

Maria Elizabete Carvalho dos Santos Filhaⁱ 

Instituto Agropolos do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

Maria Tacianne Lima Araújoⁱⁱ 

Instituto Agropolos do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

1

Resumo

A escassez hídrica é uma das principais características da região semiárida, aliada ao clima quente, altas taxas de evapotranspiração e irregularidade de chuva no tempo e no espaço que contribuem na redução da disponibilidade de água, resultando assim, em um quadro preocupante. A estiagem que atinge todo sertão nordestino, em especial, a região cearense, fortalece a necessidade de revermos alguns paradigmas relacionados ao uso de água. Um deles diz respeito à sua reutilização, promovendo assim, uma segunda utilização da água, liberando água de qualidade superior para usos nobres e gerando economia desse bem e, ao mesmo tempo, reduzindo o impacto ambiental. Ao reutilizarmos as águas cinzas, que antes eram desperdiçadas e utilizando para fins agrícolas, gerando economia hídrica e trazendo alimentos com valor nutricional para o cardápio das famílias da zona rural. A Secretaria do Desenvolvimento Agrário por meio do Projeto São José, implantou no Estado do Ceará 15 sistemas de reúso de águas cinzas para fins agrícolas, na busca de alternativas hídricas, como o reúso de águas cinzas, ajudando a convivência do homem do campo com a seca e fortalecendo o desenvolvimento rural sustentável no Estado do Ceará. O estudo visa a abordar de forma sucinta todo o processo que envolveu a implantação dos sistemas de reúso de águas cinzas, desde a sensibilização e capacitação nas comunidades e famílias atendidas pelo Projeto até a sua implantação, manejo agroecológico e monitoramento.

Palavras-chave: Sistema de reúso. Águas cinzas. Manejo agroecológico.

Aspect for the implementation of greywater reuse systems in rural communities in the State of Ceará – case study: São José III Project

Abstract

The water scarcity is one of the main characteristics of the semiarid region, combined with the tropical weather, high rates of evapotranspiration and irregularity in the frequency and distribution of rainfall in the territory, contribute to the reduction of water availability and result in a disturbing picture. The drought that affects the entire Northeast, especially the state of Ceará, strengthens the need to reevaluate paradigms related to the water use. One of them refers to its



reuse, which allows to release the water of superior quality for most noble uses, promoting economy, as well as reducing the environmental impact. Thus, the graywater that were previously wasted are used for agricultural purposes, generating water economy and bringing foods with greater nutritional value to the menu of families in the rural area. The Secretary of Agrarian Development, through the São José Project, implemented in the State of Ceará 15 Graywater Reuse Systems for agricultural purposes, aiming at bringing alternatives to water scarcity that damages crops, helping the rural man coexist with drought and strengthening sustainable rural development in the state of Ceará. This study aims to summarize the entire process involving the implementation of these systems, since the sensitization and training in communities and beneficiary families, to their implementation, agroecological management and monitoring.

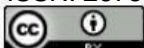
Keywords: Reuse systems. Greywater. Agroecological management.

1 Introdução

O desperdício de águas cinzas é algo comum em todas as comunidades. Observa-se nos quintais no interior do estado do Ceará essas águas sendo lançadas a céu aberto, mesmo nas residências que possuem algum tipo de tratamento de efluentes como a fossa séptica. Assim, efluentes desprovidos de tratamento contaminam o solo e as águas, além de causar doenças aos animais que a ingerem.

Segundo Hespanhol (2003), a água tornou-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola em regiões áridas e semiáridas. Dessa forma, planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram continuamente novas fontes de recursos para complementar a pequena disponibilidade hídrica ainda disponível.

Entre as águas residuárias geradas pelas diferentes atividades da sociedade, cita-se a água cinza. Para Kibert e Kone (1992 apud BORGES, 2003, p. 27), a água cinza é definida como todo esgoto gerado em uma habitação, exceto aquele proveniente da bacia sanitária. Após seu tratamento, a água cinza pode ser utilizada como uma fonte de água para uso não potável como a irrigação, descarga de vaso sanitário, a construção civil, entre outros, sendo uma prática muito comum em diversos países como Estados Unidos, Alemanha e Japão.



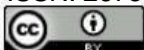


Segundo Eriksson (2002 apud MAY, 2009, p. 72), a utilização do sistema de reúso de água cinza apresenta algumas vantagens, dentre elas: estimula o uso racional e a conservação da água potável; permite maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida e propícia à educação ambiental.

O Projeto São José III, em seu componente de Supervisão de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – SAAES, trabalha com a implantação de Sistemas de Abastecimento - SAA e de Módulos Sanitários - MS, compostos por banheiro com chuveiro, pia, sanitário, caixa d'água e fossa séptica. Visando dar continuidade aos projetos, trazendo qualidade de vida à população, redução dos impactos ambientais e do desperdício de água, além de trazer segurança alimentar e nutricional às famílias beneficiadas, gerando renda com a comercialização do excedente da produção.

O Projeto de reúso de águas cinzas, na seleção de famílias, colocou como prioritárias as comunidades que já possuíssem SAA e MS, pois haveria a garantia de fornecimento de água tratada para uso e, conseqüentemente, a produção de águas cinzas, além do risco mínimo de contaminação, devido à presença de fossa séptica na residência. Foram selecionadas famílias com média de consumo de 8m³ por mês, garantindo a entrada de água cinza no sistema, como também estas deveriam possuir aptidão para a agricultura familiar, comprometendo-se a dar continuidade com um bom manejo do sistema e dispondo de tempo para participar de todas as capacitações ofertadas pelo PSJ III, principalmente sobre como implantar a parte física e manejar o sistema, evitando que futuramente viesse a ser mal manejado.

As comunidades beneficiadas pelo PSJ III estão inseridas no semiárido do Ceará, então sujeitas a escassez de água. A inserção de tecnologias como estas, traz a possibilidade de reduzir impactos ambientais locais, como a salinização do solo, garantir a produção de água, possibilitando a utilização das águas nobres pela família e reutilização de águas cinzas para a produção, que seriam desperdiçadas, além de assegurar alimentação saudável e sem agrotóxicos para a população carente e agricultora do semiárido, podendo vir também a gerar renda para as famílias com a comercialização da





produção excedente. Inicialmente, foram implantados quinze sistemas de reúso, baseado na tecnologia do Bioágua Familiar, nas comunidades de Cristais, em Cascavel-CE, Umarizeiras, em Itatira-CE e Aba da Serra em Piquet Carneiro-CE, sendo cinco sistemas em cada uma das localidades. O objetivo deste trabalho é apresentar todo o processo de metodologia para a implantação do sistema de reúso de águas cinzas que beneficiou famílias na zona rural no Estado do Ceará.

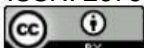
2 Metodologia

O Projeto de reúso de água cinza foi realizado em diversas etapas, como: elaboração de critérios a serem exigidos para seleção das famílias; sensibilização nas comunidades; diagnóstico das áreas a ser implantado o sistema; intercâmbios; capacitações para os técnicos e famílias; dimensionamento hidráulico nas unidades familiares de reúso; elaboração do Projeto para cada comunidade firmando posterior convênio com Associação beneficiada; implantação do Sistema; acompanhamento das famílias beneficiadas e monitoramento dos Sistemas implantados. A metodologia de implantação foi baseada e adaptada da desenvolvida pelo Projeto Dom Helder Câmara, nos sistemas Bioágua Familiar, em que os técnicos da Secretaria de Desenvolvimento Agrário, bem como as famílias, foram capacitados para implantar todas as etapas do sistema de reúso.

O sistema de reúso de água compreende: área cercada com 300m²; caixa de gordura; filtro biológico; tanque de reúso; sistema de irrigação; minhocário; viveiro de mudas e canteiros de hortaliças.

A definição dos critérios a serem exigidos para o benefício do Projeto do Sistema de reúso teve a participação da equipe técnica do Projeto São José e dos consultores do Banco Mundial (órgão financiador do Projeto), levando em consideração o público-alvo e sua experiência com os Projetos os quais foram beneficiados pela Secretaria do Desenvolvimento Agrário, por meio do Projeto São José.

Os critérios estabelecidos foram os seguintes:





- Comunidade atendida com o Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitários – SAAES pelo Projeto São José;
- A gestão do sistema de abastecimento de água gerenciado pelo SISAR;
- Família deve ser composta no mínimo 4-5 pessoas na residência e trabalhem na zona rural;
- Aptidão agrícola das famílias a serem beneficiadas;
- Vocação para o cultivo de olerícolas e práticas agroecológicas;
- Interesse em participar do projeto de reúso e disponibilidade em participar das capacitações;
- Produção de água em média de vazão de 8 m³ por mês;
- Possuir um quintal para instalação do Projeto (300m²).

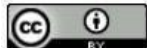
2.1 Momento de sensibilização - apresentação do projeto

A definição dos critérios facilitou fazer uma relação de comunidades beneficiadas pelo Projeto São José com o Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, e entre elas a comunidade de Cristais foi uma das visitadas para apresentação do Projeto e sensibilização a respeito do uso eficiente da água e o impacto ambiental.

As Comunidades de Cristais - Cascavel, Umarizeiras - Itatira e Aba da Serra – Piquet Carneiro foram mobilizadas para uma reunião, em que foi apresentado o Projeto de reúso de águas cinzas, ressaltando os critérios que as famílias a serem beneficiadas deveriam atender e os compromissos por elas a serem firmados para o bom uso do sistema de reúso.

Durante a reunião para sensibilização, foi construída uma relação de pretendentes a serem beneficiados com o projeto e, num segundo momento, as famílias foram visitadas pelos técnicos do Projeto São José para uma avaliação e diagnóstico seguindo os critérios definidos para o Projeto, ficando 5 famílias por comunidade selecionadas para serem beneficiadas.

2.2 Realização de diagnósticos das áreas a serem implantadas





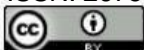
As áreas das famílias interessadas em receber o Projeto foram visitadas pelos técnicos do Projeto São José com o intuito de identificar os pontos de oferta de água para uso doméstico. Em campo, foram visitadas as famílias interessadas em receber o projeto, sendo avaliado o quantitativo de pessoas por residência, a média de produção de água por mês, as saídas de água cinza e, se possuíam área disponível de 300m² para a implantação do sistema de reúso.

2.3 Realização de intercâmbio

No intuito de implantar o sistema de reúso de água cinza no Estado do Ceará e apresentar as experiências das famílias beneficiadas com o sistema de reúso pelo Projeto Dom Helder Câmara no Rio Grande do Norte, o Projeto São José III realizou o intercâmbio levando as famílias selecionadas, bem como seus técnicos, para conhecerem o sistema e vivenciar a proposta do Projeto.

O evento, além de ter como foco apresentação do sistema e seu manejo, mostrou a experiência da comunidade beneficiada com as ações ambientais desenvolvidas, apresentando as atividades a partir da realização de oficinas com a participação dos alunos das Escolas locais. Durante o intercâmbio na comunidade Olho dos Borges em Caraúbas-RN foram visitadas 4 famílias beneficiadas com o sistema de reúso, que mostraram sua experiência com o projeto e responderam indagações dos agricultores e técnicos.

A educação ambiental desenvolvida na comunidade beneficiada foi apresentada a partir do envolvimento das crianças, adolescentes e as professoras em uma escola rural próximo ao Projeto de Assentamento – Nova Morada – Caraúbas (RN) – onde os sistemas de reúso de água foram implantados, de modo a proporcionar uma reflexão de ações integradas para melhor compreender a necessidade de conservação do solo, água, flora, fauna e, sobretudo, o destino adequado dos resíduos sólidos nas propriedades rurais no Semiárido. A partir desse referencial, foi mostrado como acontecem as atividades de educação ambiental em consonância com as escolas rurais ligadas às comunidades e assentamentos de implantação dos sistemas de reúso.





O intercâmbio disponibilizou a geração de informações sobre o manejo dos sistemas de reúso e educação ambiental eventos realizados em dois momentos, o primeiro aconteceu em Caraúbas/RN em 2014. Antes da implantação do sistema de reúso no Ceará pelo Projeto São José, outro intercâmbio aconteceu em 2015 no município de Iguatu/CE, após a implantação do Projeto Piloto.

7

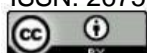
2.4 Capacitações para a implantação do sistema

As famílias beneficiadas com os Sistemas de reúso de Água Cinza, além de adquirirem uma inovação tecnológica no campo, também precisaram conhecer as práticas agroecológicas de manejo a serem realizadas nas áreas de produção do sistema de reúso, pois a maioria das famílias beneficiadas que atendiam aos critérios do Projeto tinha como prática de campo somente agricultura convencional, fazendo uso de agrotóxicos e de outras práticas conservacionistas. Diante dessa realidade, todas as famílias participaram de várias etapas de capacitações de manejo do sistema de reúso e de manejo agrícola, além de intercâmbios para conhecer o sistema de reúso de água cinza funcionando, como também participaram da implantação do Sistema dentro da metodologia aprender fazendo em que, inicialmente, todos os beneficiários participaram na implantação do primeiro Sistema em cada comunidade para após implantarem o seu sistema de reúso.

2.5 Capacitação dos beneficiários para implantação e condução do sistema de reúso de água cinza no Ceará dentro da metodologia aprender fazendo

As famílias, após conhecerem e vivenciarem as experiências do Sistema implantado pelo Projeto Dom Helder no Rio Grande do Norte, participaram da primeira implantação do sistema de reúso de água cinza no Estado do Ceará, no município de Iguatu, realizada pelo Projeto São José.

Na implantação do Projeto Piloto de sistema de reúso realizada no Centro de Treinamento Diocesano de Iguatu-CE, foi aplicada a metodologia do aprender fazendo, assim todas as famílias beneficiadas e técnicos do Projeto São José construíram o sistema de reúso apropriando-se da aprendizagem adquirida durante a montagem do Projeto em campo.





Durante o evento, as famílias beneficiadas e os técnicos passaram por capacitações, tanto teórico-metodológica, como prática, abordando o funcionamento de cada componente do reúso, manejo agroecológico, seguindo a programação abaixo:

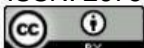
Práticas de campo sobre o monitoramento do sistema de reúso do Centro de Treinamento:

8

- Manutenção e manejo da caixa de gordura;
- Manejo do filtro biológico;
- Manejo das minhocas;
- Produção do composto orgânico (o fechamento do ciclo do resíduo do filtro biológico);
- Irrigação e registro da produção de água no SBF;
- Proteção contra pragas e doenças a partir do cultivo da (agro) biodiversidade no SBF e no seu entorno;
- Cultivos consorciados;
- Cercas vivas funcionais;
- Rotações de culturas;
- Plantas atrativas e repelentes;
- Manejo do solo;
- Manejo das mudas no minitelado (o plantio e replantio);
- Medidas higiênicas no manejo da água de reúso;
- Monitoramento da água de reúso e alimentos diante da legislação brasileira;
- Procedimentos higiênico-sanitários da colheita e pós-colheita;

Abordagem teórico-metodológica sobre o sistema de reúso de água cinza, foram pontuados os seguintes assuntos:

- Perspectiva agroecológica aplicada ao Sistema;
- Ecossistema e agroecossistemas;
- Fluxo de energia;
- Reciclagem de nutrientes;





- Cadeia e teia alimentar;
- E algumas relações existentes nos agroecossistemas e ecossistemas.

Para a dinâmica utilizada na implantação do Sistema, cada equipe ficou responsável pela execução de um subcomponente do sistema de reúso, em que os membros fizeram rodízios com os (as) demais integrantes de outros subcomponentes do sistema de reúso, houve um planejamento de execução dos subcomponentes a cada dia da formação.

Inicialmente, foi realizado o dimensionamento hidráulico seguido da piquetagem da área de 300m² onde foi implantado o Sistema. Finalizado o encontro, foi realizada uma avaliação da capacitação com as famílias beneficiadas e com os técnicos, tendo como encaminhamento o retorno após 90 dias para a Capacitação do Manejo do Sistema implantado em novembro de 2014.

2.6 Capacitação de manejo agroecológico do sistema de reúso de água cinza

Após 90 (noventa) dias da implantação do sistema de reúso de Iguatu-CE, e exatamente no momento previsto para a formação em monitoramento, fecha-se uma primeira etapa do ciclo de formação, no qual os participantes puderam aprender, na prática e na reflexão teórica, a partir dessa prática, a lógica, os princípios e os procedimentos de monitoramento dos diversos subcomponentes que formam o sistema de reúso.

O processo metodológico de monitoramento do sistema de reúso - Escola de Iguatu/CE - deu-se a partir da “rota de conhecimento” com os agricultores e técnicos sobre os aspectos de funcionamento e meios de correção em relação aos subcomponentes do sistema de reúso. A proposta foi gerar conhecimentos por meio da interação de todos os participantes nos aspectos técnicos e colocando as pessoas para refletirem sobre como de fato é possível manejar os diversos subcomponentes. Dessa forma, foi monitorado o funcionamento do Sistema abrangendo:

- Manejo das hortaliças, plantas medicinais, frutas e forrageiras, cobertura morta, desbaste da cenoura, poda das fruteiras e moringa, plantio de beterraba, repolho, pimentão etc.
- Registro da produção de água cinza, evidenciando a produção média diária;





- Registro da produção de alimentos, contabilizado pela anotação do peso e/ou unidade dos alimentos colhidos;
- O nível de diversificação das culturas, visando a verificar agrobiodiversidade;

A metodologia da “rota de aprendizagem” serviu para a equipe técnica do Projeto São José III usar no acompanhamento aos 15 sistemas de reúso implantados nas famílias das três comunidades, dinâmica que é possível agrupar as famílias e fazer reflexões e práticas fundamentais para um bom funcionamento dos sistemas de reúso. Além disso, o tempo do técnico é otimizado em relação às outras demandas de sua responsabilidade.

3 Análises dos resultados

3.1 Fonte hídrica

A água cinza produzida na residência rural é convergida ao filtro biológico por gravidade e para o tanque de reúso. A partir deste, a água tratada deverá ser pressurizada pelo sistema de irrigação por gotejamento por eletrobomba. As principais fontes de água cinza da residência rural são pias, lavatórios e chuveiros. Vale salientar que a água cinza exclui a água do vaso sanitário. A fonte de água para uso doméstico da residência é originada, principalmente, de mananciais, que através do Sistema de Abastecimento implantado pelo Projeto São José na comunidade, trata a água servida para a residência, outra efluente utilizada é oriunda de cisternas de 16.000l e 52.000l localizadas nas residências.

Estima-se que em uma residência, em média morando de 4 a 5 pessoas, tem uma produção de água cinza inferior a 500l/dia e teve como referência a conta de água paga pela família agricultura nos últimos 3 (três) meses. Sendo assim, recomenda-se a implantação de 1 Filtro Biológico (FB). Para tanto, o monitoramento dessa água foi observado diariamente a partir de valores anotados em hidrômetro, o que comprovou a média mensal de produção de água.

3.2 Dimensionamento hidráulico, área irrigada e manejo



Foi concebido visando à formação de setores hidraulicamente independentes. Essa independência dar-se-á por meio de registros de polietileno de 16 mm acoplados no início das linhas de polietileno (16 mm). Foram formados 4 (quatro) setores, sendo: 1 (um) para a produção de hortaliças do tipo folhosa e tuberosa em 2 (dois) canteiros; 1 (um) envolvendo a irrigação de hortaliça tipo fruto; 1 (um) na produção de fruteiras; e 1 para irrigação das árvores da cerva viva (Gliricídia e Moringa). Salientando que este último servirá, sobretudo, para descarregar o excesso de água cinza produzida em época da estação chuvosa e quando a residência tiver a presença do número de pessoas maior que o normal. Estima-se que a necessidade hídrica do quintal produtivo é de 457 litros, sendo: 122 litros (setor 1; 2 canteiros); 17 litros (setor 2); 185 litros (setor 3); 133 litros (setor 4).

A vazão de projeto crítica para dimensionamento da linha de derivação foi baseada em 1,06 m³/h, ou seja, vazão crítica de 1 (um) setor de gotejamento em 2 canteiros. A área total irrigada é 246 m².

O diâmetro das tubulações foi dimensionado de acordo com a fórmula de Bresser, enquanto para a perda de carga foi utilizada a fórmula de Hazen Willians. Foi utilizado como limite da velocidade da água nas tubulações de polietileno o valor de 2,5 m/s. A altura manométrica total foi igual à soma das seguintes partes: perda de carga na lateral (m.c.a); perda de carga na derivação (m.c.a); perda de carga na elevação (m.c.a); pressão de serviço (m.c.a); perda de carga no filtro (m.c.a); perda de carga nas peças acessórias (m.c.a); desnível do terreno; margem de segurança de 5%.

Recomenda-se que a irrigação seja realizada simultaneamente de acordo com o quadro abaixo:

QUADRO 01 – Recomendação do funcionamento do sistema de irrigação do Sistema de Reúso.

Funcionamento dos setores de irrigação	Setores / Ramais de irrigação	Vazão (m ³ /h)	Tempo (h)
1	Gotejamento	1,06	0,11
2	Gotejamento	0,18	0,09
3	Gotejamento	0,35	0,48
Tempo de irrigação hortaliças e frutas			0,68
4 (Cerca viva: Gliricídia e moringa)	Gotejamento	0,88	0,14

Total geral	0,82
--------------------	-------------

Fonte: Manual de implantação de bioágua, 2015.

De acordo com o quadro acima, é possível observar que a jornada de trabalho diária destinada à produção de hortaliças e frutas é de 0,68 h, ou seja, 41 minutos. Enquanto, o tempo para o suprimento hídrico da cerca viva (Glirícidia e Moringa) é de 0,14 horas, ou seja, 8 minutos. Recomenda-se que a irrigação para cerca viva seja realizada pelo menos duas vezes por semana.

É importante ajustar o manejo de irrigação com os dados meteorológicos in loco, que deve contemplar ainda uma lâmina de lixiviação para manter o equilíbrio hidrossalino do solo.

Estimativa de consumo de energia elétrica nos sistemas de gotejamento com cultivo com águas cinzas, pelo uso da bomba em sistema pressurizado:

QUADRO 02 – Estimativa de consumo de energia elétrica no Sistema de Reuso.

ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Tempo de funcionamento diário (h)	0,82
Consumo de KW (hora) da eletrobomba	0,30
Consumo de KW (dia)	0,24
Consumo de KW (mês)	7,00
Valor médio do KW (hora)	R\$ 0,34
Valor médio mensal	R\$ 2,49

Fonte: Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar, 2015.

A seguir, segue o croqui da área sem escala:





Figura 01 – Visão geral do sistema de reúso de águas cinza implantado pelo Projeto São José/SDA e os seus componentes (1 – Filtro Biológico; 2 – Tanque de reúso; 3 – Eletrobomba; 4 – Compostagem; 5 - Minitelado; 6 – Minhocário; 7 – Canteiros de hortaliças; 8 – Linhas de Hortaliças tipo fruto; e, 9 – Linhas de frutíferas).

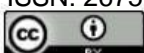
3.3 Convergência hidráulica

As águas cinzas de residências rurais em sistema de reúso devem ser convergidas por gravidade com tubulação de esgoto por gravidade, passando por uma caixa de gordura que tem como finalidade promover a decantação de óleos com cadeia estrutural mais longa que podem comprometer o desenvolvimento das minhocas, até o Filtro Biológico. Recomenda-se que a tubulação de esgoto seja de, no mínimo, DN 50. Para tanto, seguem as considerações técnicas pertinentes ao diâmetro recomendado para a referida tubulação até o Filtro Biológico.

As tubulações que recebem diretamente as águas servidas dos aparelhos sanitários são chamadas de ramais de descarga. Estas são as tubulações que ligam o aparelho sanitário a um desconector (por exemplo, caixa sifonada ou conhecida por ralo, caixa de gordura, sifão). Pela Norma Brasileira (NBR) 8160/1999 (ABNT, 1999), a tubulação mínima é de 40. Já, a tubulação que recebe os efluentes dos ramais de descarga diretamente ou a partir de um desconector é chamada de Ramal de esgoto. As águas cinzas são convergidas para uma caixa de gordura (essencial para precipitar substâncias de maior peso molecular). O sistema de convergência hidráulico deve ser implantado por gravidade até o filtro biológico.

3.4 Filtro biológico

Unidade de fluxo descendente com área superficial 1,77 m², dotado de duas camadas de material orgânico (húmus e serragem de madeira) e duas camadas de material inorgânico (cascalho e seixo rolado), distribuídas em uma profundidade de 1,00 m. Para o desenho do sistema, é importante observar que um filtro tem capacidade de tratamento de até 500 litros de água cinza por dia, que deve ser distribuída uniformemente, de modo a proporcionar a multiplicação e desenvolvimento das minhocas na superfície do filtro. Deve-se regular diariamente a quantidade de água cinza com registro de 32 mm





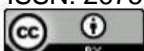
acoplado no início do 'chuveiro' e evitar entupimentos dos orifícios de distribuição de água no filtro. Assim, esta referência serve para desenhar sistemas com diferentes ofertas de água. Por exemplo, um domicílio que oferta um volume acima de 500 litros de água cinza por dia deve ter 2 filtros. O filtro deve ser coberto para evitar a incidência direta de sol e chuva. Ademais, a parte superior do filtro deve ser coberta por uma tela de Sombrite a 50% para tornar o meio mais escuro e reduzir problemas com alguns predadores de minhocas.

É fundamental que esses materiais (húmus e raspas de madeira) não se tornem rejeitos ao voltarem para o ambiente em forma de um potencial contaminante. Para evitar esse problema, recicla-se esse resíduo resultante da manutenção do filtro biológico e das caixas de gordura a partir da confecção de composto orgânico, juntamente com restos culturais, capim e esterco, gerando um adubo orgânico estabilizado com grande poder de fertilização para todas as culturas implantadas. Esta prática de compostagem permite ao Sistema o status de sistema sem nenhum resíduo ambiental ou Resíduo Zero.

3.5 Tanque de reúso

Tem a função de armazenar a água de reúso oriunda do filtro, com capacidade de 1.767 litros. Deve ter a parte superior fechada para evitar que a incidência da luz solar e permita a proliferação de algas, que alteram a qualidade da água e comprometem o sistema de bombeamento. Evita ainda possíveis acidentes e a proliferação de larvas de mosquito da dengue, entre outros. O tanque de reúso é acoplado ao sistema de irrigação.

O Filtro Biológico é um tanque de concreto com 1,5 de diâmetro e 1,0 m de profundidade. De baixo para cima é composto por: seixo (20 cm); brita (10 cm); areia lavada (10 cm); raspa da madeira (50 cm); húmus de minhoca (10 cm). O tratamento no Filtro é realizado, primeiramente, pela ingestão de substâncias sólidas e orgânicas que vêm das águas cinzas. As minhocas alimentam-se desse material e fazem a excreção em forma de nutrientes, essenciais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas como principalmente o cálcio, o fósforo, o magnésio e o enxofre, além de substâncias húmicas que se transformam em nitrato. É fundamental que a pia de lavar louça seja uma das



fontes de água cinza, pois o alimento das minhocas advém dos resíduos sólidos em suspensão na água cinza. Além disso, é preciso proteger a superfície do filtro biológico com uma tela preta (sombrite), pois as minhocas são fortemente procuradas por lagartixas, formigas e sapos. Ainda, as minhocas não têm hábito de desenvolvimento em espaço com luz exposta. A minhoca que deve fazer parte do Filtro é a Gigante da Califórnia, de cor vermelha. Essa espécie é especialista em decomposição de resíduos sólidos e resistente a umidade no seu habitat. Contudo, não tolera situações de alagamento. Não se deve usar a Gigante Africana para esse tipo de uso, pois não apresenta rusticidade e desenvolvimento em ambientes úmidos e pode facilmente proporcionar a mortalidade.

O segundo meio filtrante é a raspa da madeira que faz a função de retenção de substâncias e de criar um ambiente ainda em decomposição. Em média, após 6 (seis) meses de funcionamento do Filtro é normal que haja um rebaixamento das duas camadas superiores, ou seja, de húmus e da raspa da madeira. Portanto, é necessária a devida reposição dos referidos materiais para que o FB possa apresentar eficiência.

3.6 Sistema de irrigação

O manejo da irrigação em sistemas de reúso deve ser constante, ajustado em função da oferta da água cinza tratada. A área de cada quintal tem como base a experiência desenvolvida pelo Projeto Dom Helder Câmara que é de 300 m² (20m x 15m). Para uma residência rural na realidade no Semiárido do Ceará, estima-se em média que a produção de água cinza é inferior a 500 l/dia. Sendo assim, recomenda-se a implantação de um FB. Recomenda-se também a formação de setores hidraulicamente independentes.

A vazão de projeto crítica para o dimensionamento da linha de derivação é de 1,06 m³/h, ou seja, vazão crítica de 1 (um) setor de gotejamento em 2 canteiros. A área total irrigada é 246 m².

3.7 Minhocário

A minhoca gigante de Califórnia é especialista em purificar ambiente e, também, é considerada como indicadora de equilíbrio ambiental. É usada no sistema de reúso como parte do tratamento de água cinza para fins de reúso na irrigação em quintal produtivo. A



outra parte é o tratamento físico, através das camadas de pó de serra, areia, brita e seixos que atuam como elementos filtrantes no filtro biológico.

As minhocas que fazem parte do Filtro Biológico são fortemente predadas por formigas, sapos, lagartixas e aves, pois aquelas são vermes ricos em proteínas e muito procurados na alimentação da cadeia alimentar. Foi observado um nível alto de infestação de formigas predando as minhocas do FB. Isso é extremamente prejudicial, pois elas são presas fáceis e a morte delas diminui a eficiência do tratamento do FB. Para tanto, é recomendado fazer uma 'piscina redonda' em volta do Filtro Biológico, de modo a impedir a entrada de formigas. Ademais, deve-se colocar uma lona preta em cima do Filtro Biológico para conter o ataque de lagartixas e, também, a colocação de palhas de coqueiros para a proteção do solo, haja vista que as minhocas são sensíveis à insolação.

O minhocário é estratégico para a manutenção da produção de húmus no sistema de reúso, usado quando na troca da camada de húmus do FB e como substrato na produção de mudas de hortaliças em minitelado.

O manejo do minhocário deve ser direcionado para a produção escalonada e cuidados com os predadores das minhocas. Deve-se curtir o esterco com a retirada do chorume antes da entrada no anel de concreto do minhocário. Coloca-se esterco curtido até a metade do anel. Após, aproximadamente 60 (sessenta) dias, passa-se a preencher de forma alternativa a outra parte do anel e assim sucessivamente. Deve-se, primeiramente, peneirar a parte de cima do minhocário, pois as minhocas seguem um comportamento de compostagem de cima para baixo, provavelmente devido às condições de oxigênio.

Os cuidados com os predadores devem ser de forma sistemática e atender as recomendações enunciadas no item anterior. Foi observado no minhocário do Sistema em Iguatu-CE a mortalidade alta de minhocas, devido a uma ação massiva dos predadores. Portanto, as mesmas recomendações para o FB aplicam-se para o minhocário.

3.8 Compostagem



A compostagem desempenha um papel fundamental no SBF. Contribui para a produção de adubo orgânico, a partir da compostagem de resíduos orgânicos como cascas de hortaliças, capim, esterco, entre outros. O manejo da compostagem deve ser direcionado na formação de, pelo menos, 3 (três) partes em tempos diferentes. As camadas devem formar-se a partir das cascas de material orgânico produzido no restaurante, associados com outros para formar a pilha de funcionamento da compostagem. A umidade é fundamental para a manutenção da taxa de decomposição, sendo a mais favorável quando não há escorrimento da pilha. Recomenda-se que a cada 20 dias fazer o revolvimento das camadas.

Entre 80 e 90 dias o material da compostagem encontra em condições de ser utilizada com adubo orgânico nos diversos cultivos.

3.9 Acompanhamento técnico

O sistema de reúso de água cinza após o processo de filtragem (físico e biológico) disponibiliza água a ser utilizada num sistema de irrigação destinado à produção de hortaliças, raízes, frutas, plantas medicinais e outros tipos de alimentos. Quando se utiliza água cinza tratada para irrigar culturas comestíveis, a situação de maior risco é para culturas consumidas cruas. O Projeto São José III pensando em garantir às famílias beneficiadas a qualificação necessária na manutenção e manejo do sistema de reúso, disponibilizou um técnico para realizar semanalmente um acompanhamento técnico que pudesse contribuir para a adaptação da família. Inicialmente, como mostra o gráfico a seguir, o acompanhamento técnico iniciou-se logo após a conclusão do sistema com 4 visitas mensais, chegando até a 5 visitas. Lembrando que essas visitas são técnicas diretamente voltadas para o acompanhamento a partir de orientações técnicas.

A assistência técnica é um fator preponderante na busca de resultados exitosos, principalmente quando se pensa em transição de agroecologia. Foram observados durante a realizações das visitas técnicas alguns pontos positivos e negativos:

Positivos:

- Disponibilidade e compromisso da família com o sistema;

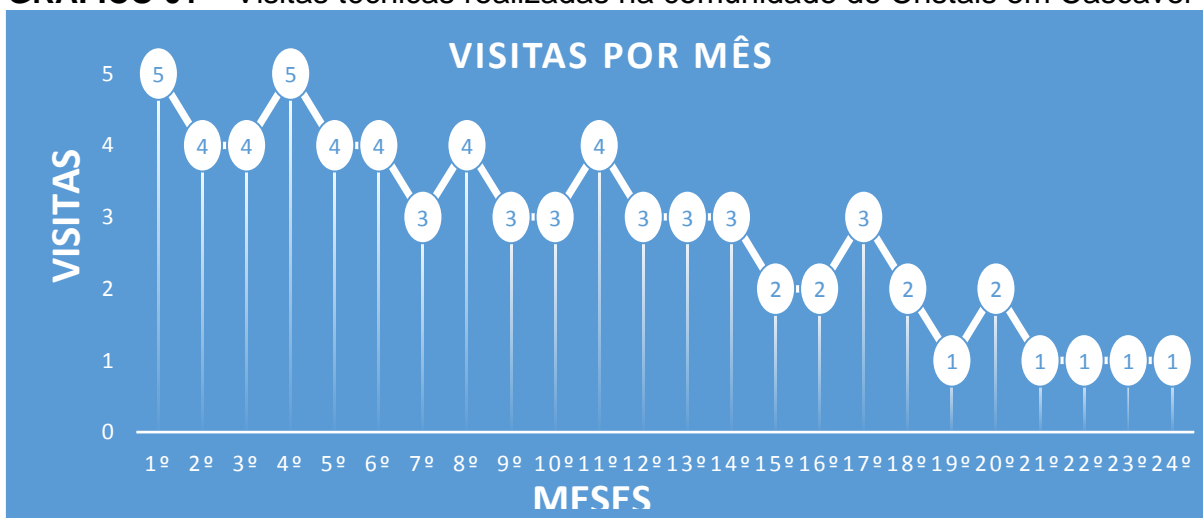
- Realização de práticas de manejo, poda, defensivos naturais, compostagem, entre outras;
- Participação em feira livre com os produtos produzidos no sistema de reúso;
- Participação em eventos e intercâmbios;
- Troca de experiências com outras entidades.

Negativos:

- A falta de água no sistema de abastecimento da comunidade;
- Uso excessivo de produtos químicos na residência.

A seguir o gráfico apresentado mostra uma média de visitas técnicas na comunidade de cristais, em Cascavel:

GRÁFICO 01 – Visitas técnicas realizadas na comunidade de Cristais em Cascavel



Fonte: Dados das visitas técnicas realizadas em Cascavel até o ano de 2017. Projeto São José III, 2018.

3.10 Dados de produção

O sistema de reúso de água cinza proporciona às famílias beneficiadas o acesso à produção de hortaliças, frutas, raízes e tubérculos no quintal irrigado a partir da oferta de água pós-tratamento suprimindo a demanda familiar e o excedente sendo possível a comercialização.

A seguir, o quadro mostra o exemplo de produção em uma das comunidades onde o sistema foi implementado:

QUADRO 03 – Produção agrícola de um sistema de reúso de Unidade Familiar na localidade de Cristais, em Cascavel.

PRODUTO	PRODUÇÃO			Unidade de produção	DESTINO DO PRODUTO			Unidade de produção	VALOR DA VENDA – R\$	
	Molho	PÉS	KG		Consumo	Venda	Doação		Vr. Unit.	Vr. Total
Alface		155		155	83	55	17	155	1,5	82,5
Beterraba			15	15	10		5	15	1	0
Coentro/ Cebolinha	194			194	92	70	32	194	1	70
Cenoura			7	7	7			7	1	0
Pimentão			42	42	22	11	9	42	1	11
Tomate			41	41	27	9	5	41	2	18
Repolho		20		20	19		1	20		0
Pepino			12	12				0		
TOTAL	194	175	117	486	260	145	69	474	7,5	181,5

Fonte: Dados das autoras, 2017.

Diante da Tabela anterior, percebe-se que esta unidade familiar consegue produzir em uma boa escala, mesmo sabendo das limitações impostas pelo sistema, haja vista ser baixa a produção de água cinza pós-tratamento. Mesmo assim, a família conseguiu participar em feiras livres de comercialização, como também revendendo para vendedores da região, no entanto, o foco principal é garantir o consumo da família com alimentos saudáveis.

4 Considerações finais

A metodologia do “**aprender fazendo**” foi capaz de unir os conhecimentos entre técnicos/as e agricultores em relação à implantação dos sistemas de reúso de águas cinzas nas comunidades de Cristais – Cascavel–CE e Aba da Serra – Piquet Carneiro–CE e no assentamento Umarizeiras – Itatira-CE.



É fundamental o monitoramento do manejo nos sistemas de reúso, de modo que funcionem com técnicas que possibilitem a manutenção e/ou elevação da fertilidade do solo, não uso de qualquer tipo de produto químico manufatura pelo homem, diversidade de plantas, produção continuada de húmus de minhoca e composto orgânico, controle alternativo natural de pragas e doenças, entre outros.

Referências

BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2003. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**. v.4, 2002.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S.; DOS SANTOS, H. F. (Orgs). **Reúso de água**. Barueri: Manole, 2003a. cap.3.

PROJETO SÃO JOSÉ III. **Relatório de acompanhamento técnico dos sistemas de reúso**. Fortaleza-CE. 2018.

SANTIAGO, F. *et al.* **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro**. Caraúbas-RN: ATOS. 1ª. ed. 2015.

ⁱ **Maria Elizabete Carvalho dos Santos Filha**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2385-7272>

Assessoria Ambiental (Asgam), Secretaria de Desenvolvimento Agrário/Projeto São José, Instituto Agropolos do Ceará.

Mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Engenheira agrônoma pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Contribuição de autoria: escrita do artigo.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5331218946364946>.

E-mail: elizabete.filha@sda.ce.gov.br

ⁱⁱ **Maria Tacianne Lima Araújo**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4273-5489>

Assessoria Ambiental (Asgam), Secretaria de Desenvolvimento Agrário /Projeto São José, Instituto Agropolos do Ceará.

Mestra em Tecnologia e Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza.; Graduada em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Centro Federal de





Educação Tecnológica do Ceará - Campus Fortaleza; Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Maracanaú.; Trabalha como Assessora Ambiental no Projeto São José, da Secretaria do Desenvolvimento Agrário, contratada através do Instituto Agropolos do Ceará.

Contribuição de autoria: escrita do artigo.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1830125077368638>.

E-mail: tacianne.lima@gmail.com

Editora responsável: Lia Machado Fiuza Fialho

Especialista *ad hoc*: Cristine Brandenburg

Como citar este artigo (ABNT):

SANTOS FILHA, Maria Elizabete Carvalho dos; ARAÚJO, Maria Tacianne Lima. Aspecto para implantação de sistemas de reúso de águas cinzas em comunidades rurais no Estado do Ceará – estudo de caso: Projeto São José III. **Rev. Pemo**, Fortaleza, v. 3, n. 3, e337178, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.47149/pemo.v3i3.7178>

Recebido em 10 de julho de 2021.

Aceito em 08 de outubro de 2021.

Publicado em 11 de outubro de 2021.

