



## II- 749 - TECNOLOGIAS SOCIAIS DE SANEAMENTO: REÚSO INTEGRADO DE ÁGUAS NA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO POTIGUAR

### **Ruth Leite de Andrade**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

### **Sara Raquel Laurentino Barbosa de Lima**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA).

### **Rayane Dias da Silva\***

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (PPCIVAM/UFRN).

### **Herika Cavalcante**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (EUPB). Professora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

### **Sandra Rufino dos Santos**

Engenheira de Produção pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP). Mestre e Doutora em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Pós-doutorado em Extensão Universitária e Engenharia Engajada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e pós-doutorado em Tecnologias Sociais pela Université Catholique de Louvain (UCL). Professora do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

**Endereço Autor correspondente\*:** Rua São Patrick, 61 - Planalto - Natal - RN - CEP: 59073156 - Brasil - Tel: (84) 988392396 - e-mail: rayanediassilvaa@gmail.com

### **RESUMO**

A cobertura insuficiente do esgotamento sanitário nas zonas rurais do Rio Grande do Norte acarreta a disposição final inadequada do esgoto em fossas rudimentares, sumidouros ou à céu aberto. Assim, visando a eficiência da produtividade e qualidade dos alimentos produzidos pelos agricultores familiares, bem como a preservação do meio ambiente, da saúde humana e o aumento da disponibilidade hídrica, por meio de Tecnologias Sociais, este trabalho objetivou a concepção, implementação e de um sistema integrado de coleta, tratamento e reúso agrícola do esgoto produzido em comunidades rurais do Semiárido potiguar, bem como a avaliação da qualidade para irrigação. Para isso, foram realizadas etapas de: diagnóstico, para definição dos locais de instalação; planejamento, para dimensionamento do projeto, mobilização e capacitação de agricultores; execução, para construção das unidades do sistema integrado para o reúso do esgoto; análises laboratoriais e avaliação metodológica junto à comunidade. Os resultados obtidos foram um cronograma construtivo, avaliação das análises laboratoriais e acompanhamento do funcionamento do sistema juntamente com as famílias. Durante visita às comunidades para avaliação metodológica, foi possível observar o cultivo variado pelos agricultores familiares. Por fim, a implantação de tecnologias integradas de tratamento de efluentes e reúso proporciona a disponibilidade da água demandada para produção de alimentos; e o fortalecimento da agricultura familiar em bases agroecológicas, com produção de alimentos com o uso de biofertilizantes, sendo uma tecnologia social e de baixo custo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esgotamento sanitário, Seca, Alimentos saudáveis, Renda, Disponibilidade hídrica.



## INTRODUÇÃO

A cobertura insuficiente do esgotamento sanitário nas zonas rurais do Rio Grande do Norte acarreta a disposição final inadequada do esgoto em fossas rudimentares, sumidouros ou à céu aberto. Soma-se a isso a necessidade de melhorar a convivência com o semiárido potiguar, cuja característica ecológica proporciona longos períodos de estiagem, indicando a necessidade de desenvolvimento de Tecnologias Sociais (TSs) para fomentar o desenvolvimento socioeconômico regional.

Assim, visando a eficiência da produtividade e qualidade dos alimentos produzidos pelos agricultores familiares, bem como a preservação do meio ambiente, da saúde humana e o aumento da disponibilidade hídrica, por meio de tecnologias sociais. Sendo necessário a concepção, implementação de um sistema integrado de coleta, tratamento de esgoto e reúso agrícola.

Dessa forma, tal sistema integrado transforma o que seria uma carga orgânica de poluição em um fertilizante natural (biofertilizante) para as culturas agrícolas, contribuindo não apenas para a melhor convivência com o semiárido, mas também para aumento das condições de saúde e prevenção da poluição ambiental. Atualmente, este projeto conta com aproximadamente 70 sistemas integrados de reúso em funcionamento, aumentando a produção de alimentos saudáveis em pleno semiárido, pois as famílias atendidas por este trabalho relataram que anteriormente o cultivo era restrito devido à pouca água disponível.

Diante deste trabalho, resta evidente que, para além dos fatores ambientais e de saúde, a construção, replicação e utilização das TSs de reúso promovem o incremento de renda da agricultura familiar semiárida, considerando tanto a comercialização dos alimentos, quanto a maior disponibilidade de alimentos para os animais. Portanto, são ferramentas estratégicas capazes de proporcionar o desenvolvimento semiárido com bases sólidas fundamentadas nas esferas do tripé da sustentabilidade, a saber: social, econômica e ambiental.

Este trabalho objetivou a concepção, implementação e replicação de um sistema integrado de coleta, tratamento e reúso agrícola da totalidade do esgoto produzido em comunidades rurais do Semiárido potiguar, bem como a avaliação da qualidade da água de reúso produzida à luz do modelo de Ayers e Westcot de diretrizes para qualidade de água para irrigação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A etapa de diagnóstico visa: avaliar e fomentar a aceitação da tecnologia pela comunidade; e realizar o levantamento hidrogeológico com dados bibliográficos e de campo, a fim de caracterizar o ambiente. Nesta etapa, obtém-se parâmetros de dimensionamento dos sistemas: moradores fixos e flutuantes; consumo diário de água; distância entre as instalações hidrossanitárias e o sistema; características do solo; necessidade de mudanças de direção da tubulação; e verificação dos materiais disponíveis no local que podem ser usados no sistema.

Na etapa de planejamento, como referência para o dimensionamento e modelagem, utiliza-se: NBR 7229/93; Memorial Descritivo: Montagem e Operação da Fossa Séptica Biodigestora da EMBRAPA; e Manual de Implantação e Manejo do Sistema Bioágua Familiar. Considerando a priorização da utilização de materiais já existentes na comunidade para construção do sistema, o engajamento das famílias agricultoras é fundamental, a fim de que não apenas se apropriem, mas sejam multiplicadores dessas tecnologias, sugerindo adaptações/melhorias às tecnologias de reúso, atendendo às suas especificidades locais.

Na etapa de execução, constrói-se o sistema integrado de coleta, tratamento e reúso do esgoto: adaptação das Fossas Sépticas Biodigestoras (tratamento anaeróbio das águas do vaso sanitário) interligadas ao Bioágua familiar (tratamento biofísico das demais águas residuárias). As fossas sépticas biodigestoras consistem em três tanques em série construídos pelos próprios agricultores(as), por meio da confecção de placas de concreto, utilizando o mesmo conhecimento adquirido no programa de construção de cisternas. Os três reservatórios são ligados em série por meio de tubulações e conexões. Analogamente, o bioágua familiar também é construído pelas placas de concreto e pode ser formado por um ou dois reservatórios, a depender das condições do terreno. Tal sistema é composto por filtro vertical descendente com cinco camadas de leito filtrante, sendo uma

de decomposição bioquímica composta por húmus de minhoca e quatro de tratamento físico constituídas por pó de madeira, areia lavada, brita e seixo (todos os materiais coletados na própria comunidade).

Por fim, na etapa de avaliação, são coletadas amostras do efluente bruto e tratado para análise laboratorial, o que permite o monitoramento da qualidade da água de reúso por meio dos parâmetros físicos, químicos e biológicos. A avaliação metodológica junto à comunidade ocorre continuamente.

## RESULTADOS

Para a concepção e implementação de um sistema integrado de coleta e tratamento do esgoto e reúso agrícola do esgoto utilizou-se a metodologia aplicada e permitiu a elaboração do cronograma construtivo da tecnologia social de saneamento fértil produzido em comunidades rurais do Semiárido potiguar resumido no Quadro 1.

Quadro 1 - Cronograma construtivo resumido do Sistema Integrado de Reúso do esgoto

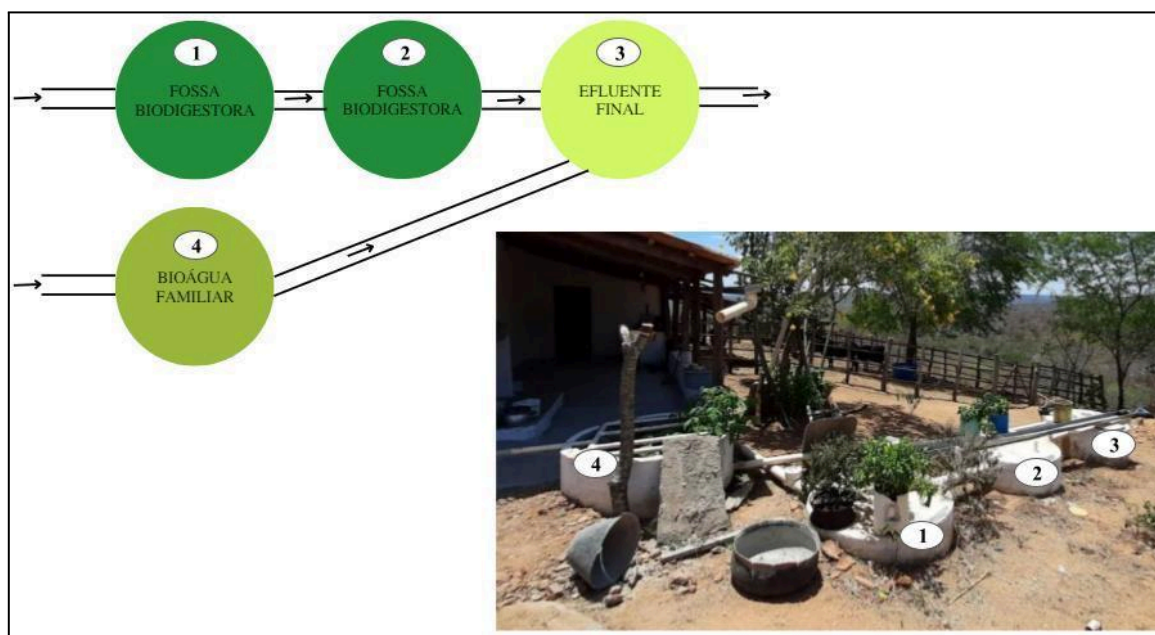
Etapa 1	Bioágua familiar
1	Fazer escavações de 0,5cm de profundidade e 1,20m de diâmetro
2	Confeccionar as placas para construção das paredes do filtro: <ul style="list-style-type: none"> <li>● as placas devem ser moldadas em chão liso coberto por areia peneirada;</li> <li>● o traço do cimento das placas é de 03 sacos de cimento para 09 carro-de-mão de areia; e</li> <li>● construção de 07 placas com 50cmx50cm.</li> </ul>
5	Preencher o tanque do bioágua com as camadas filtrantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>● acima do piso do tanque, tem-se a camada de seixo rolado (10cm);</li> <li>● acima, brita (5cm);</li> <li>● acima, areia lavada (5cm);</li> <li>● acima, raspa de madeira (20cm);</li> <li>● na superfície do filtro, húmus de minhoca californiana (10cm);</li> </ul>
Etapa 2	Fossas sépticas biodigestoras
1	Fazer escavações de 3 valas de 1,20m de largura por 1,00m de profundidade, acrescentando-se o desnível de 40cm. Sugere-se que as valas estejam separadas por uma distância de 60cm (ajustável)
2	Confeccionar as placas para construção dos tanques: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Idem etapa 1 passo 2;</li> <li>● para cada tanque, deverão ser construídas 07 placas com 50cm x100cm de altura.</li> </ul>
4	Inserindo as conexões nos primeiro tanques: <ul style="list-style-type: none"> <li>● coloque o cano de 100mm no furo de entrada do tanque;</li> <li>● passe cola fora do cano de 100mm na extremidade oposta ao furo de entrada do tanque e, no mesmo local, encaixe a válvula de retenção; e</li> <li>● em seguida, coloque a curva de pvc no furo de saída do primeiro tanque, passe a cola por fora das curva de PVC e encaixe o T de inspeção no final da curva do primeiro tanque;</li> </ul>



Etapa 3	Integrando os sistemas
1	Conexão do bioágua com as fossas biodigestoras: <ul style="list-style-type: none"> <li>● o tubo de 50mm que sai do bioágua familiar para o tanque de reúso deve ser ligado na parte superior do terceiro tanque;</li> <li>● além disso, na parte inferior da terceira caixa, deve-se inserir o tubo de 50mm e colá-lo ao flange com comprimento de 30cm; e</li> <li>● a borracha do flange deve ficar na parte de fora para impedir a entrada de ar.</li> </ul>
2	Instalação da bomba de 1cv

Além disso, uma configuração representativa dos cerca de 70 sistemas de reúso construídos, bem como uma esquematização geral do sistema (Figura 1). O sistema de tratamento de esgoto é caracterizado pela implementação de fossas sépticas biodigestoras ligadas em série. Posteriormente, o bioágua familiar, que consiste na decomposição bioquímica realizada com o auxílio de minhocas juntamente com o tratamento físico por meio de leito filtrante.

Figura 1 - Sistema integrado de reúso



Quanto aos parâmetros da água de reúso analisados à luz do modelo de Ayers e Westcot de diretrizes para qualidade de água para irrigação, foram obtidos os seguintes valores para os seus respectivos parâmetros (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros da água de reúso analisados

Parâmetro	Unidade	Média ± Dp	Ayers & Westcot
Bicarbonato Total	mg/L	869,22 ±1.501,56	Restrição severa



Cloreto	meq/L	$0 \pm 2.611,76$	Restrição ligeira a moderada
Coliformes Totais	NMP/100 mL	$0 \pm 10,56 \times 10^6$	Não se aplica
Condutividade Elétrica	mS/cm	$2,98 \pm 8,84$	Restrição severa
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	$32,55 \pm 423,63$	Não se aplica
Nitrogênio Total	mg/L	$59,07 \pm 198,57$	Restrição severa
Potencial (pH)	-	$7,71 \pm 8,52$	Dentro da normalidade
Razão de Adsorção de Sódio (RAS)	-	$0,07 \pm 3,69$	Nenhuma restrição
Sódio Total	meq/L	$6,75 \pm 32,37$	Restrição ligeira a moderada
Sólidos Suspensos	mg/L	$28,64 \pm 165,58$	Não se aplica
Turbidez	NTU	$111,13 \pm 337,44$	Não se aplica

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para as recomendações estabelecidas pelo modelo de Ayers e Westcot, existe uma restrição severa de condutividade elétrica, que pode estar relacionada à salinidade, entretanto nenhuma restrição de possíveis problemas de adsorção de sódio, analisada pela RAS. E devido a concentração de nitrogênio e bicarbonato existe uma restrição severa. Ainda existe uma restrição ligeira a moderada pelo risco da presença de íons de cloro e sódio, nesse caso é recomendado a irrigação por superfície para redução desse risco.

Durante visita às comunidades para avaliação metodológica, foi possível observar o cultivo variado pelos agricultores familiares, como, por exemplo: palma, banana, mamão, graviola, maracujá, abacate, manga, forragem, pitanga, acerola e amora. Segundo relatado pelas famílias que têm utilizado os sistemas de reúso no seu cotidiano, antes da construção dessas tecnologias o cultivo agrícola era significativamente restrito devido à escassez hídrica. Portanto, por meio da utilização das tecnologias integradas de reúso construídas, além de



umentar a oferta de alimentos saudáveis para as famílias e para a sua criação de animais, os agricultores têm conseguido comercializar sua produção, o que incrementa a geração de renda na região.

Em síntese, a utilização de tecnologias integradas de tratamento de efluentes e reúso proporciona a disponibilidade da água demandada para produção de alimentos; e o fortalecimento da agricultura familiar em bases agroecológicas, com produção de alimentos com o uso de biofertilizantes. Assim, a economia das famílias com produtos químicos artificiais como os fertilizantes e defensivos agrícolas, foram substituídos pelo uso do biofertilizante, produto do sistema de reúso. Desse modo, fica evidenciado o retorno financeiro desta aplicação da tecnologia de engenharia popular, seja pela economia com aditivos químicos, seja pela comercialização da sua produção.

Ressalta-se que a participação ativa dos moradores, desde a concepção, passando pela construção até o uso do sistema, possibilitam a sua sustentabilidade, uma vez que pode ser melhorado, replicado, operado e mantido de maneira autônoma pelos próprios agricultores, de forma totalmente independente das organizações envolvidas, demonstrando a apropriação da tecnologia pela comunidade.

## CONCLUSÕES

Por fim, a implantação desta tecnologia social e de baixo custo, torna o ambiente menos salubre, pois previne não só a poluição do meio ambiente, mas também as doenças de veiculação hídrica e os vetores relacionados. Portanto, em linhas gerais, o emprego das tecnologias de reúso possibilita: incentivar o melhor aproveitamento dos recursos hídricos no semiárido potiguar por meio da prática do reúso; fomentar a agricultura familiar; fortalecer a segurança alimentar e nutricional; prevenir a poluição do meio ambiente; e auxiliar no controle de doenças.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EMBRAPA. 2017. Memorial descritivo: montagem e operação da fossa séptica biodigestora. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017. ISSN 1518-7179; 59.
2. Fábio Santiago et al., 2015. 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. Caráúbas: ATOS, 194 f. : il.
3. Projeto NBR 7229/1992. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.