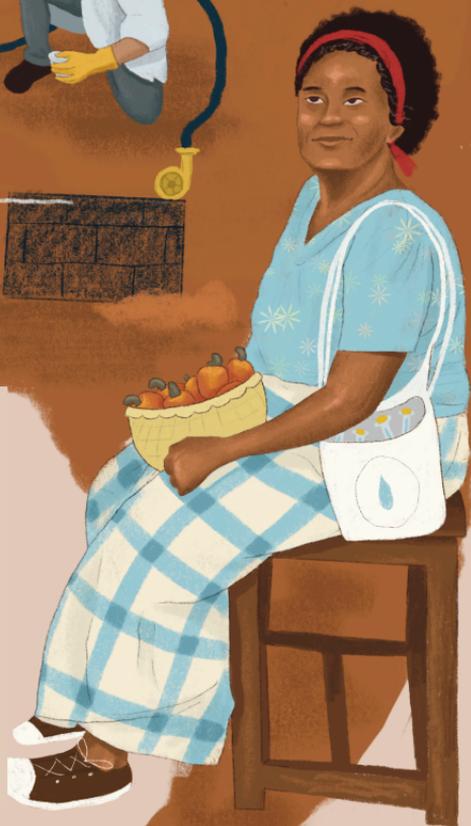




SIRIEMA

Plano de Continuidade de
pesquisa e disseminação
do Sistema de Reúso de
Águas e Manejo
Agroecológico



Nessa nossa caminhada
Em busca do conhecimento
Foram de árduas jornadas
De estradas e acolhimento
Buscando aprimorar
Esse tal saneamento

O reúso nesse momento
Se mostra essencial
Onde a água tratada
Trabalho não fica só com mulher.

Água é bem que a gente quer
Disso eu sei seu doutor
Que águas que vem do vaso
Das pias ou do lavador
Que antes jogadas fora
Hoje é de grande valor.

Dá gosto ao agricultor
Vê da água o movimento
Água sendo reutilizada
Na produção de alimento

A segunda foi conseguida
E o sonho do saneamento
Foi aos poucos tomando vida

Hoje será mais um dia
Para nosso alinhamento
Que o reúso coletivo
E a técnica do momento
E o semiárido onde a vida pulsa
Seja também do saneamento.

Tem um destino legal
As plantas se beneficiam
De vitaminas e mineral

Nos quintais é primordial
Pois da vida onde se quer.
É de responsabilidade do homem
Dos jovens de quem quiser
Pois em uma divisão justa
Sendo mais uma alternativa
Para o fim do sofrimento.

Foi por isso o movimento
De várias organizações
Que juntas e reunidas
Foram em busca de ações
Para que o programa chega se
Em diversas regiões.

Com anseios desta ações
ASA foi preenchida
Com a primeira Água na casa

(Poesia de Orlando Santana, no
seminário final do GT de Saneamento
da ASA – 05/12/24)



FICHA TÉCNICA

Organização:

World-Transforming Technologies

Autoria do Plano de Continuidade:

Laiany Tássila Ferreira

Engenheira Ambiental (UFCG); Mestre em Engenharia Ambiental (UFRPE); Doutoranda em Engenharia Ambiental (UEPB)

Lara Ramos Monteiro Silva

Engenheira Ambiental (USP); Mestre em Política Científica e Tecnológica (UNICAMP); Doutoranda em Política Científica e Tecnológica (UNICAMP); Coordenadora de Programas e Políticas na WTT

Mariana Brito da Fonseca

Cientista Política (UFPE); Mestre em Ciência Política (UFPE); Analista de Políticas na WTT

Ilustração:

Aline Guimarães

Diagramação:

Mariana Brimdjani

Autores do Relatório Unificado de Pesquisa – conteúdo incorporado no presente documento:

Antônio Carlos Pires de Mello

Engenheiro Agrônomo (UFRPE); Mestre em Sociologia (UFPB) e Coordenador do Programa Cidadania Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável do PATAC

Genival Barros Júnior

Engº Agrônomo (UFPB), Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola (UFCG), Professor Associado IV da UFRPE

George Rodrigues Lambais

Biólogo (UNIMEP), Mestre em Fisiologia e Bioquímica de Plantas (USP); Doutor em Química na Agricultura e no Ambiente (USP).

Laiany Tássila Ferreira

Engenheira Ambiental (UFCG); Mestre em Engenharia Ambiental (UFRPE); Doutoranda em Engenharia Ambiental (UEPB)

Lara Ramos Monteiro Silva

Engenheira Ambiental (USP); Mestre em Política Científica e Tecnológica (UNICAMP); Doutoranda em Política Científica e Tecnológica (UNICAMP); Coordenadora de Programas e Políticas na WTT

Lucas Maurício Xavier Salla

Agroecólogo (UFPB)

Maria Madalena de Medeiros

Engenheira Agrícola (UFPB); Mestre em Irrigação e Drenagem (UFCG)

Mateus Cunha Mayer

Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UEPB); Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB); Doutorando em Engenharia Ambiental (UEPB)

Rodrigo de Andrade Barbosa

Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UEPB); Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB); Doutorando em Engenharia Ambiental (UEPB)

Participantes do Projeto (2021 – 2024):

José Afonso Bezerra Matias – PATAc
Ana Cecília Andrade de Brito – Família participante
Ana Rita Dantas Gouveia – Família participante
Andre Wongtschowski – WTT
Anny Karolline Monteiro Soares – Família participante
Antônio Carlos de Vasconcelos Albuquerque – CENTRAC
Antônio Carlos Pires de Mello – PATAc
Antônio Marcos Cabral – Família participante
Avaldo – Família participante
Avanir Oliveira de Andrade – Família participante
Braz Barbosa de Brito – Família participante
Carlos Alessandro Andrade de Brito – Família participante
Carlos Eduardo Andrade de Brito – Família participante
Cristiane Oda – WTT
Dayse Kelly Batista Araújo – Família participante
Diego Batista Araújo – Família participante
Djalma da Costa Araújo – Família participante
Douglas Henrique Silva Monteiro – PATAc
Edilene Monteiro Fernandes – Família participante
Edivan Farias de Araújo – COLETIVO
Ednaldo de Almeida Barbosa – Família participante
Eduardo Marques Soares dos Santos – Família participante
Eliane Santos da Silva – Família participante
Emmanuel Moreira Pereira – INSA
Flavio Henrique – Família participante
Gaston Kremer – WTT
Genival Barros Junior – UFRPE
George Rodrigues Lambais – INSA
Henry Gabriel Monteiro Soares – Família participante
Isabel Waquil – WTT
Jacó Rosa de Araújo – Família participante
João Pedro Dantas – Família participante
Jose Almadam de Almeida Costa – Família participante
José Camelo da Rocha – PATAc
José Camelo Rocha – ASPTA
José Gabriel Dantas – Família participante
José Miguel Monteiro Soares – Família participante
José Rodrigues Pacífico da Silva – ASPTA
Justina Maria Celestino Marques – Família participante
Juvenal Alves Monteiro – Família participante
Karina Silva Lopes – CENTRAC

Laércio Soares dos Santos – Família participante
Laiany Tássila Ferreira – WTT/INSA
Lara Ramos – WTT
Lilian Ribeiro policarpo – CENTRAC
Lucas Maurício Xavier Salla – CENTRAC
Lucileide Alves Gertrudes – ASPTA
Marcos Antônio Dantas – Família participante
Maria Elizoneide da Costa – Família participante
Maria Jose Guedes – Família participante
Maria Madalena de Medeiros – CENTRAC
Maria Zília de Almeida Barbosa – Família participante
Mariana Sampaio – Família participante
Mariza Lino Mariano Guedes – Família participante
Mateus Cunha Mayer – INSA
Maya – Família participante
Moisés Santos da Silva – Família participante
Mônica Tejo – INSA
Patrícia Rodrigues da Silva – Família participante
Rafael Soares – WTT
Rana Pietra Rodrigues de Araújo – Família participante
Rinaldo Rodrigues de Araújo – Família participante
Rodrigo de Andrade Barbosa – INSA
Roselita Vitor da Costa Albuquerque – POLO
Sergio da Silva Oliveira – FOLIA
Wandson Santos da Silva – Família participante

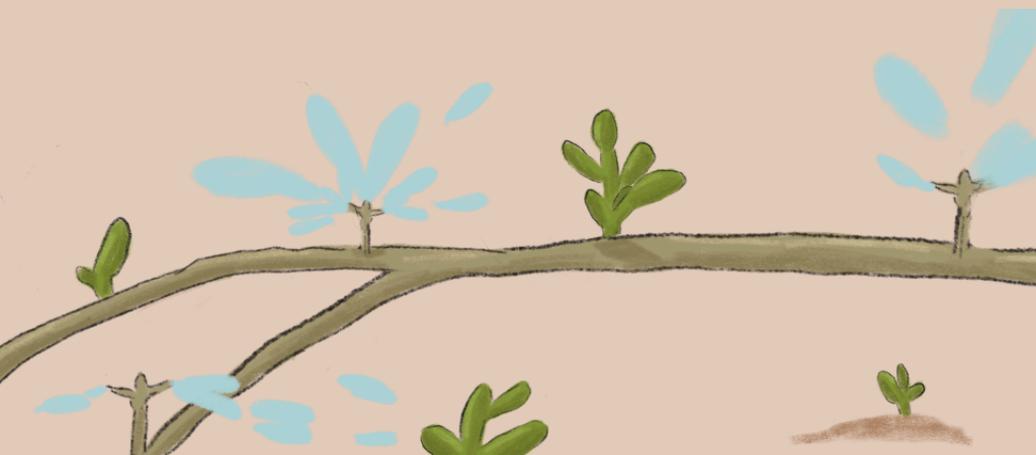
Agradecimentos

Em nome de André Rocha (IRPAA), agradecemos o Grupo de Trabalho de Saneamento Rural da Articulação do Semiárido Brasileiro (GT Saneamento Rural da ASA)

Edimilson Rodrigues

Sumário

Apresentação.....	5
1. Princípios e Diretrizes.....	7
2. Histórico e Metodologia.....	11
3. Caminhos de continuidade.....	14
3.1 Componentes do SIRIEMA.....	14
3.2 Orçamento detalhado.....	17
3.3 Diálogos com Instituições de Educação, Ensino e Pesquisa.....	27
3.4 Diálogos nacionais e internacionais.....	30
Considerações Finais.....	38



Apresentação

Com o objetivo comum de aperfeiçoar tecnologias sociais de **reúso de águas cinzas – água originada a partir de atividades domésticas como lavar louça, roupa e tomar banho, que não englobam aquelas originadas pelo organismo, como fezes e urina** – que sejam apropriadas ao contexto do Semiárido Brasileiro, que dialoguem com os princípios da agroecologia e que atendam aos critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS) para uso restrito e irrestrito na agricultura, a WTT, em parceria com organizações da ASA Paraíba (FOLIA, COLETIVO, POLO, PATAC, CENTRAC e AS-PTA), com o INSA e com a UFRPE, deu continuidade a uma relevante pesquisa participativa ao longo de 2024.

Iniciada em 2021, a pesquisa participativa no contexto do saneamento rural avaliou três protótipos para tratamento e reúso de águas cinzas. Após testes de campo e laboratório, o protótipo de tratamento por dupla filtração, por apresentar melhor performance, foi escolhido para novos testes. Ao longo de 2024, 09 sistemas com dupla filtração foram implementados em três municípios da Paraíba (Campina Grande, Boa Vista e Esperança), aumentando a amplitude e a significância das análises de laboratório e das atividades de assessoria técnica no campo da pesquisa-ação.

Seis meses de intenso monitoramento participativo envolvendo uma equipe de **65 pessoas e 9 instituições**, com coletas de amostras e análises realizadas quinzenalmente, assessoria técnica e acompanhamento das famílias, e gestão da inovação, foram concluídos em outubro. Compartilhamos aqui os principais resultados, frutos dos aprendizados coletivos. O plano de continuidade está estruturado em três seções, para além dessa apresentação e as considerações finais: i) Princípios e Diretrizes; ii) Histórico e Metodologias; e iii) Caminhos de Continuidade.

A seção seguinte tem como objetivo apresentar os princípios e diretrizes gerais de continuidade da pesquisa e de futuras disseminações de tecnologias de reúso de água cinza, consensuadas entre as instituições parceiras.

Importante apontar que, em muitos debates ao longo do projeto foi trazido a necessidade do cuidado com o termo “águas cinzas”. A afirmação de que a água está “boa” ou “ruim” apenas pela observação da cor ou aparência turva não é verdadeira em sua totalidade, uma vez que outros parâmetros físicos, químicos e biológicos precisam ser analisados. Uma água “cinza” pode atender melhor alguns parâmetros do que a própria água “transparente”, por exemplo. Além disso, associar cores com características positivas ou negativas pode ser um potencializador de afirmações racistas, atingindo uma diversidade de atores sociais.

Contudo, para que o plano de continuidade seja compreendido em diálogo com as políticas públicas vigentes, em especial o Programa Nacional de Saneamento Rural (BRASIL, 2019)¹, o termo “águas cinzas” será utilizado ao longo do documento. Em outras oportunidades, debates poderão ser promovidos com órgãos públicos para atualização e revisão desse termo.



¹ Disponível em: https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf

1.Princípios e Diretrizes

1. O acesso à água e ao saneamento são **direitos humanos** reconhecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas;
2. A **Constituição Federal de 1988** assegura o direito à saúde e ao meio ambiente sadio para todos os cidadãos e cidadãs brasileiras;
3. Água é um bem de **domínio público**, conforme consta na Lei nº 9.433/1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos;
4. A **igualdade de gênero** e a divisão justa do trabalho doméstico² devem ser diretrizes norteadoras das ações de saneamento básico;
5. As tecnologias e projetos de infraestrutura de saneamento devem dialogar com as **especificidades das regiões, territórios e grupos sociais**, conforme orienta a Política Nacional de Saúde Integral das Populações do Campo e da Floresta³, Política Nacional de Saúde Integral da População Negra⁴, e Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas⁵;
6. A água cinza bruta apresenta elevados **níveis de contaminação microbiológica e riscos para a saúde pública**, tornando imperativo que a análise do seu tratamento e reúso deve ser feita com o máximo de rigor científico (tanto para parâmetros microbiológicos, quanto aos que estão associados a presença de sais na própria água e que são depositados continuamente no solo);
7. As **mulheres assumem e desempenham** um papel pleno e fundamental na gestão da tecnologia e dos quintais produtivos, que no caso da presente pesquisa, inclui ainda o manejo integral do sistema de reúso da água cinza; 8. Para 80% das famílias envolvidas na pesquisa, a **falta de água contínua** sendo o principal fator limitante para a produção de alimentos e para o trabalho de cuidados e uso doméstico;
8. Para 80% das famílias envolvidas na pesquisa, a **falta de água contínua sendo** o principal fator limitante para a produção de alimentos e para o trabalho de cuidados e uso doméstico;

2 Ver posicionamento do 2º Encontro de Mulheres do Folia: <https://centrac.org.br/2025/03/08/2-encontro-de-mulheres-do-folia-marca-o-8-de-marco-com-debate-sobre-bens-comuns-divisao-justa-do-trabalho-e-lancamento-de-carta-politica/> e posicionamento do GT Mulheres da ANA: <https://agroecologia.org.br/wp-content/>

3 Disponível em: https://bvsm.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_saude_populacoes_campo.pdf

4 Disponível em: https://bvsm.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_saude_integral_populacao.pdf

5 Disponível em: https://bvsm.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_saude_indigena.pdf

9. As frutíferas e a palma forrageira são os principais destinos da água cinza para reúso, representando 89% e 45% do consumo, respectivamente;

10. **Culturas agrícolas que apresentaram bons resultados para serem irrigadas com água cinza filtrada:** forrageiras (glicírcia, leucena, moringa, palma e sorgo); frutíferas (caju, goiaba, manga e pinha); nativas da mata de caatinga (aroeira brava, aroeira mansa, catingueira, caraibeira, ipê, juazeiro, marmeleiro, mulungu, pau ferro, tamboril, umbu);

11. O sistema de dupla filtração e de tratamento da água cinza proporcionou uma **redução significativa na turbidez**, e conseqüentemente na cor da água de reúso, o que pode acarretar numa maior aceitação das práticas de reúso por parte dos agricultores e agricultoras familiares. Para as famílias estabelecidas na zona rural de Campina Grande envolvidas na pesquisa, por exemplo, a média de redução de turbidez chegou a 97%;

12. Os **níveis de pH** da água cinza apresentam variações em função da grande variabilidade dos produtos químicos presentes no uso cotidiano da limpeza pessoal e dos utensílios e roupas, bem como do manejo familiar do sistema em função do tratamento físico da água, mas sempre mantiveram-se dentro dos limites recomendados para o reúso agrícola;

13. Os **níveis de Condutividade Elétrica** da água cinza também oscilam pelas mesmas razões que foram explicitadas no item anterior referente ao pH e em função da salinidade da água que abastece a casa; entretanto, no tocante a classificação da água já filtrada, esta se enquadra na Classe 3 para irrigação, com elevada salinidade, o que condiciona o uso em cultivos, preferencialmente, com espécies vegetais tolerantes a sais, solos com boa drenagem, adicionamento permanente de matéria orgânica e bombeamento da água mesmo em época de chuvas torrenciais de forma a proporcionar a lavagem dos sais que se acumulam no solo ao longo do tempo;

14. O sistema de dupla filtração proporcionou uma redução significativa de **Escherichia coli (bactéria utilizada como indicadora microbiológica)**, alcançando eficiências de até 99,99% em alguns casos. Contudo, ainda foram detectados valores de E.coli acima do permitido pela OMS em parte dos protótipos em teste, o que, pelo princípio da precaução, nos orienta a recomendar a tecnologia, no atual momento, somente para uso restrito;

15. Observou-se uma relação direta entre a frequência da limpeza da caixa de gordura, o cuidado da família com o sistema, o acompanhamento das assessorias técnicas e dos pesquisadores, e os bons resultados da qualidade da água de reúso – indicando que a tecnologia funciona em um **ecossistema de colaboração**;
16. Foi consenso entre todas as organizações e famílias envolvidas que a pesquisa colaborativa precisa continuar englobando **maiores períodos de monitoramento** – de forma a considerar todo o ano hidrológico em cada região, com alternância entre os períodos de chuva e de seca;
17. As inovações produzidas se dão em dois âmbitos: **“inovação de produto”** – com o desenho de um sistema de tratamento por dupla filtração, composto por caixa de gordura, caixa sifonada, filtro anaeróbico, filtro aeróbico e reservatório; e uma **“inovação de processo”** – com o desenho e implementação de uma metodologia de gestão colaborativa de inovação, articulando universidades e organizações da sociedade civil. No âmbito da **“inovação de processo”**, a metodologia se apresenta como um piloto para o **“Comitê Técnico-Científico-Popular”** – em construção no âmbito do Programa de Saneamento da ASA Brasil.
18. O núcleo gestor da pesquisa reforça as premissas da pesquisa-ação, da agroecologia e da coprodução de inovação. As inovações – de produto e/ou de processo – geradas ao longo do projeto são consideradas fruto de um **processo de coprodução de conhecimento**. Além dos mecanismos tradicionais e reconhecidos pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), poderão ser consideradas alternativas experimentais de registro das inovações, visando promover a aprendizagem e novas formas de compartilhar e proteger os conhecimentos gerados coletivamente.
19. A divulgação e comunicação do projeto, em meios digitais e impressos, depende do consentimento prévio de todos os partícipes. As partes obrigam-se, por si e por seus sucessores, a qualquer título, a observar o disposto nesse documento, mesmo após o término da vigência dos contratos e termos de parcerias do projeto, assegurando a continuidade da inovação aberta e solidária, em prol do benefício coletivo e do desenvolvimento social.

O presente Plano de Continuidade busca aprofundar na estratégia de continuidade da pesquisa colaborativa e na disseminação segura da tecnologia, e está dividido em três seções, para além dessa apresentação: histórico e metodologia; caminhos de continuidade; e considerações finais.

Importante apontar que, em muitos debates ao longo do projeto foi trazido a necessidade do cuidado com o termo “águas cinzas”. A afirmação de que a água está “boa” ou “ruim” apenas pela observação da cor ou aparência turva não é verdadeira em sua totalidade, uma vez que outros parâmetros físicos, químicos e biológicos precisam ser analisados. Uma água “cinza” pode atender melhor alguns parâmetros do que a própria água “transparente”, por exemplo. Além disso, associar cores com características positivas ou negativas pode ser um potencializador de afirmações racistas, atingindo uma diversidade de atores sociais.

2.Histórico e Metodologia



Produzida no âmbito do Centro de Orquestração de Inovações⁶, a iniciativa teve como missão articular conhecimentos e atores na busca pela superação de desafios socioambientais. Esta orquestração se dá a partir da definição de objetivos, após o mapeamento e a caracterização dos principais desafios enfrentados na produção agrícola de base familiar no semiárido brasileiro, ao mesmo tempo em que identifica soluções que estão sendo desenvolvidas por pesquisadores brasileiros nas Universidades e Centros de Pesquisa Tecnológica do país.

Na busca de superar os desafios da agricultura familiar no semiárido brasileiro, em 2021, a WTT inicia um processo de pesquisa minuciosa acerca da agricultura regenerativa, visto que, práticas como a agroecologia e agricultura orgânica apresentam capacidade de restauração dos solos, da biodiversidade e a melhorar a disponibilidade de água.

Partindo desse pressuposto, foi realizado uma revisão bibliográfica sobre as principais pesquisas desenvolvidas nos últimos anos no âmbito do desenvolvimento sustentável, a fim de mapear temas que abrangem a agroecologia da agricultura familiar e a mitigação de mudanças climáticas. Com base nos temas encontrados, uma segunda etapa se constituiu em debates com diferentes atores, como agricultores, pesquisadores, extensionistas rurais, técnicos de organizações não-governamentais, entre outros.

Como resultado desse mapeamento, um conjunto de temas foram elencados, permitindo a elaboração de potenciais soluções para a problemática abordada. No entanto, de acordo com critérios e o recorte geográfico estabelecidos, foram estabelecidos **três temas prioritários a serem trabalhados: tecnologias de reaproveitamento da água cinza, beneficiamento de produtos, e fontes alternativas de energia.**

⁶ Com base em KREMER, Gaston; WONGTSCHOWSKI, Andre (Org.). Ciência, tecnologia e inovação com o semiárido brasileiro: uma jornada de desenvolvimento de soluções tecnológicas para reúso de águas cinzas e conservação de frutas. Coordenação de Sabine Righetti e Ana Paula Morales. Rio de Janeiro: WTT Brasil, 2023. ISBN 978-65-999551-1-2. Disponível em: <<https://wttventures.net/publicacoes/>>

O tema tecnologias de reaproveitamento da água cinza (RAC) foi escolhido diante da realidade de escassez hídrica na região semiárida, com o intuito de favorecer o tratamento e reuso da água cinza, o que possibilita a economia de água de maior qualidade que pode ser destinada para fins essenciais, como consumo humano e dessedentação animal. Além disso, o RAC possui características potenciais de se transformar em política pública, beneficiando um número cada vez maior de famílias agricultoras.

No início de 2022 foram identificadas 1500 publicações diversas sobre o tema da água cinza, mas apenas 23 documentos abordaram tecnologias promissoras para o semiárido brasileiro – cerca de 1,5%. Entre os trabalhos analisados, o Sistema Bioágua Familiar (SBF) e o Sistema de Reúso de Águas Cinzas (RAC) se destacaram entre os demais.

No período de julho de 2022 a fevereiro de 2023 foi desenvolvida uma pesquisa pelo Coletivo Regional da Agricultura Familiar (COLETIVO), World-Transforming Technologies (WTT), Instituto Nacional do Semiárido (INSA); Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas (PATAc) com objetivo de aperfeiçoar tecnologias Sociais de tratamento e reuso de águas domésticas apropriadas à agricultura familiar do semiárido brasileiro.

Como todo processo de criação de novas tecnologias, é necessário a realização de pesquisas voltadas ao entendimento sobre as melhores condições a serem implementadas, visando a maior eficiência, e no caso do tratamento reuso de águas residuárias, busca-se encontrar uma tecnologia capaz de promover um efluente com qualidade satisfatória, sem risco ao meio ambiente e a saúde humana.

Na busca do aperfeiçoamento de tecnologias sociais de tratamento e reuso de águas cinzas para produção de alimentos, foram adaptados 03 sistemas implantados pelo PATAc (Bioágua familiar adaptado) e construídos outros 02 protótipos (Sistema de Tanque Séptico e Filtro de Areia), totalizando 05 unidades instaladas e atendendo residências de agricultores familiares da zona rural do município de Boa Vista – PB, o que possibilitou a realização de comparativos em termos de qualidade da água cinza tratada e facilidade de operação.

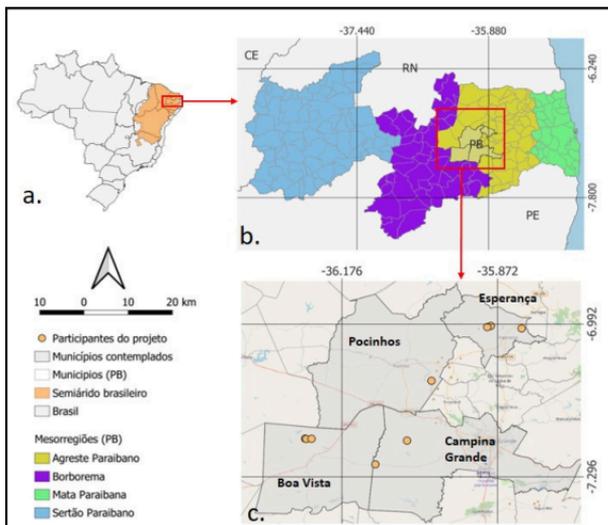
Nesta primeira etapa da pesquisa (julho-2022 a fevereiro-2023) foi observado que o Sistema de Tanque Séptico e Filtro de Areia (STSFA) se diferenciou em comparação aos demais protótipos monitorados nos seguintes aspectos: eficiente desinfecção das águas residuárias; maior facilidade de manutenção; ausência de odor; baixa turbidez da água tratada.

A partir da determinação do sistema STSFA, como a tecnologia com maior potencial de produzir água de reúso agrícola de melhor qualidade quando aplicados em famílias rurais do semiárido brasileiro, surge a necessidade de replicação para melhorar o espaço amostral, além de permitir a obtenção de dados mais consistentes ao longo do tempo. No período de outubro de 2023 a setembro de 2024 foi ampliando o universo amostral das famílias agricultoras envolvidas, totalizando 9 sistemas distribuídos nas cidades de Boa Vista-PB, Campina Grande-PB e Esperança-PB, onde há um rico e denso processo em curso de inovação social e técnica voltada para o fortalecimento da agricultura familiar de base agroecológica e para a convivência com o semiárido.

Além de aumentar o número de sistemas, foi realizado o monitoramento da qualidade física, química e sanitária das águas de uso doméstico tratadas para uso agrícola, a eficiência do sistema de irrigação por gotejamento, a taxa de crescimento das plantas irrigadas e o impacto do uso da água de reúso tratada no solo.

Ao fim do primeiro período de monitoramento dos 9 sistemas STSFA, e frente a conversas com as famílias envolvidas no projeto, surge a necessidade de uma nova nomenclatura para o sistema em uso, passando a ser nomeado de **SIRIEMA (Sistema de Reúso de Água e Manejo Agroecológico)**.

Figura 1: Mapa com a localização dos 9 sistemas implementados e monitorados



Elaboração: George Lambais (INSA)

2. Caminhos de Continuidade

A partir dos aprendizados colhidos ao longo de todo o percurso do projeto, os caminhos de continuidade serão apresentados em duas partes: (i) análise dos custos de implementação e gestão do sistema, com o objetivo de subsidiar a disseminação para mais famílias; e (ii) identificação de instrumentos de política pública que dialogam com tecnologias de saneamento, com o objetivo de potencializar articulações entre organizações governamentais e não-governamentais e fortalecer o arranjo colaborativo da pesquisa.

2.1 Componentes do SIRIEMA

Foto 1. Dia da escolha do novo nome do sistema, em oficina aberta no Quilombo Santa Rosa (Boa Vista, PB). Foto em 08/10/24



Créditos: Tulio Martins

Para apresentar todos os custos de implementação e monitoramento, é importante primeiro compartilhar o que o núcleo gestor do projeto entende pela “tecnologia” ou mesmo pelo “SIRIEMA”. O SIRIEMA, como o nome já traz, é um sistema que engloba o **componente de infraestrutura tecnológica** (tanques de tratamento, canos, caixa de gordura, e sistema de irrigação), o **componente de manejo agroecológico** (participação efetiva das famílias beneficiadas, acompanhamento e assessoria técnica das organizações atuantes nos territórios, e ciclos formativos sobre as temáticas de saneamento rural), e o **componente de P&D e gestão da inovação** (equipe de pesquisadores, insumos do laboratório, e equipe de gestão do projeto e ciclo da inovação).

Para apresentar os custos do componente de infraestrutura, foram analisadas as notas fiscais de compra de materiais para construção dos sistemas nos anos de 2023 e 2024. Para aproximar os valores da realidade atual (2025), houve a necessidade de atualização dos valores de insumos e mão de obra com base nas planilhas disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) da Caixa Econômica Federal. Os demais custos foram estimados com base em pesquisa no comércio local de Campina Grande–PB.

Esse componente tem seu valor fixo, uma vez que engloba materiais de construção e custos de mão-de-obra, na ordem de R\$4.400,00, e o sistema de irrigação – na ordem de R\$3.100,00, **totalizando R\$7.500,00 o valor de um sistema unifamiliar**. É fundamental compartilhar que, a partir dos relatos das famílias beneficiárias e participantes, foi crescendo uma compreensão coletiva de que a tecnologia “se realiza” ou “se materializa” com a produção de alimentos e com a observação da mudança nos quintais produtivos. **Essa é a justificativa para inserir, de forma indispensável, o sistema de irrigação dentro do componente de infraestrutura tecnológica.**

Foto 2 Agricultora do Quilombo Santa Rosa (Boa Vista, PB) observa a mudança no seu quintal produtivo após instalação e funcionamento do sistema de reúso. Foto em 08/10/24



Créditos: Tulio Martins

O componente de manejo agroecológico já é mais complexo, uma vez que apresenta custos variáveis dos atores envolvidos (equipes de assessoria técnica; encontros presenciais e online de formação; intercâmbios; custos de transporte e alimentação para o acompanhamento das famílias; e produtos de comunicação). Os custos das assessorias técnicas para um período de 6 meses de monitoramento participativo, englobando 09 famílias em 03 municípios da Paraíba, foi cerca de R\$73.000,00. E o custo das atividades formativas em um período de 6 meses, englobando todas as organizações que compõem o GT de Saneamento da ASA, dos 10 estados do semiárido, foi cerca de R\$60.000,00. O total desse componente, portanto, é cerca de **R\$133.000,00 para um monitoramento participativo com formação continuada**.

Foto 3. Encontros nos territórios para atividades formativas e acompanhamento das famílias. Encontro da foto realizado no dia 08/10/2024



Créditos: Tulio Martins

Por fim, o componente de P&D e Gestão da Inovação é composto pelos custos com a infraestrutura de pesquisa (bolsistas, técnicos de laboratório e insumos) e pela equipe da gestão da inovação (gestores de projeto e especialistas em gestão da inovação). Também para um período de 6 meses, esse componente engloba um valor de cerca de **R\$150.000,00 para análises da qualidade da água de reúso e orquestração do arranjo de pesquisa colaborativa**.

Foto 4. Coleta em Esperança, 2024



Créditos: Tulio Martins

Foto 5. Apresentação dos resultados da pesquisa em 08/10/2024 na sede do Instituto Nacional do Semiárido. Pesquisador George Lambais (INSA/USP)

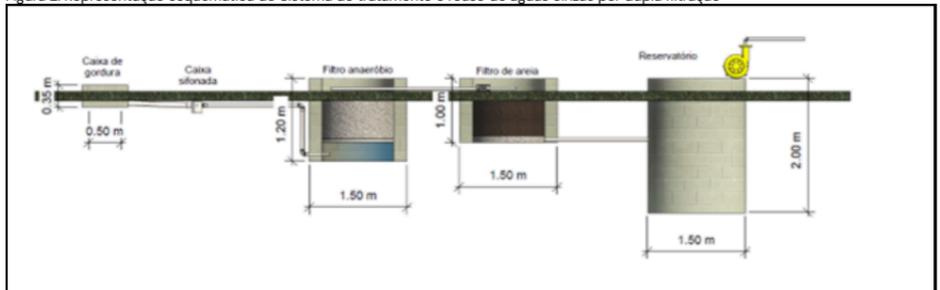


Créditos: Tulio Martins

2.2 Orçamento detalhado

O componente de infraestrutura do SIRIEMA consiste em um conjunto de etapas voltadas à coleta e tratamento de águas residuárias, e armazenamento de efluente tratado, com a finalidade de ser reutilizado na irrigação de cultivos agrícolas. A infraestrutura é composta por uma caixa de gordura, uma caixa sifonada, um filtro anaeróbio com fluxo ascendente, composto por uma camada de brita, um filtro aeróbio intermitente com fluxo descendente, composto por uma camada de areia, e duas pequenas camadas de brita (na superfície e na base do filtro) e um reservatório para armazenamento da água de reúso (Figura 1).

Figura 2. Representação esquemática do Sistema de tratamento e reúso de águas cinzas por dupla filtração



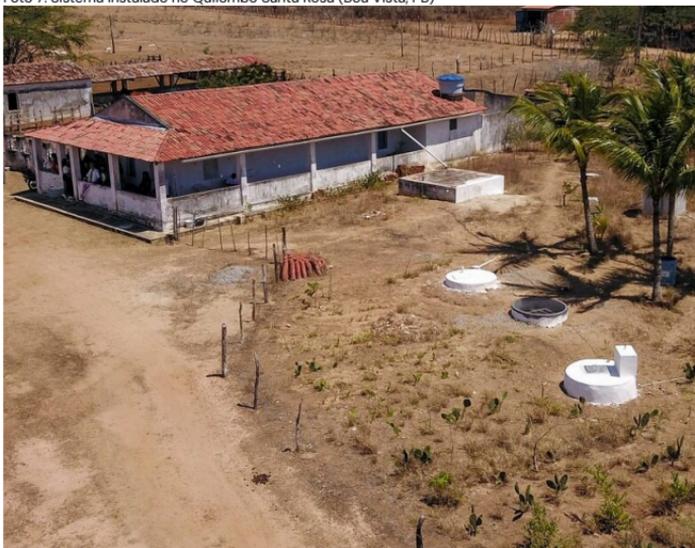
Elaboração: Rodrigo Barbosa (INSA)

Foto 6: Caixa de gordura redonda com tampa leve. Adaptação foi sugerida pelas famílias para facilitar limpeza.



Créditos: Tulio Martins

Foto 7: Sistema instalado no Quilombo Santa Rosa (Boa Vista, PB)



Créditos: Tulio Martins

No quadro 1 está apresentado o detalhamento dos gastos advindos das etapas de instalação do componente de infraestrutura.

Quadro 1. Custos estimados para construção de uma unidade unifamiliar do SIRIEMA

Descrição	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Cimento saco 50 kg	16	Saco	35,00	560,00
Areia grossa	5	Metros	130,00	650,00
Tijolos cerâmica 8 furos de qualidade	25	Unidades	0,8	20,00
Cal Saco com 10 kg	1	saco	20,00	20,00
Pedra britafa n=19	2,5	Metros	210,00	525,00
Ferro 4.2	2	Varões	11,00	22,00
Ferro 1/4	8	Varões	25,00	200,00
Arame 18 recozido	0,5	kg	25,00	12,50
Arame galvanizado n=12	5	kg	25,00	125,00
Impermeabilizante	2	litros	15,94	31,88
Tubo esgoto 50mm x 6 metros	3	Unidades	41,00	123,00
Tudo esgoto 75mm x 6 metros	5	Unidades	66,00	330,00
Tubo esgoto 40mm x 6 metros	1	Unidades	25,24	25,24
T esgoto 75 mm	1	Unidades	15,00	15,00
Redução excêntrica de 75mm x 50mm	1	Unidades	6,97	6,97
Luva LR água fria soldável 32mm	4	Unidades	4,41	17,64
T esgoto 50mm	3	Unidades	4,00	12,00

Descrição	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
T esgoto 40mm	1	Unidades	3,00	3,00
Cap esgoto 50mm	5	Unidades	3,95	19,75
Joelho 90° esgoto 50mm	2	Unidades	2,72	5,44
Joelho 90° esgoto 40mm	2	Unidades	1,99	3,98
Tubo água fria soldável 20mm x 6 metros	1	Unidades	11,50	11,50
Tubo água fria soldável 32mm x 6 metros	6	Unidades	35,90	215,40
Registro fecha rápido de 32mm	3	Unidades	15,00	45,00
Registro fecha rápido de 50mm	1	Unidades	25,00	25,00
Ter água fria soldável 32mm	5	Unidades	3,70	18,50
Joelho água fria soldável 32mm	6	Unidades	2,37	14,22
Joelho esgoto 75mm	1	Unidades	6,22	6,22
Adaptador curto 30mm x1"	3	Unidades	1,76	5,28
Cap soldável 32mm	2	Unidades	3,00	6,00
União soldável 30mm	2	Unidades	13,19	26,38
Curva soldável 32mm	1	Unidades	4,38	4,38
Cola para tubos e conexões de PVC 175g	1	Unidades	8,50	8,50
Mão de Obra pedreiros	5	Diárias	120,0	600,00

Descrição	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Escavação horas máquinas	1,5	Horas	170,00	255,00
Tampa redonda para caixa de gordura (4=45mm)	1	Unidade	110,00	110,00
Tampa de alumínio para cisterna (50cm x 50cm)	1	Unidade	150,00	150,00
Caixa sifonada	1	Unidade	170,00	170,00

Subtotal infraestrutura mínima

R\$ 4.399,78

Elaboração dos autores



Descrição	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Eletrobomba centrífuga ½ CV monofásica	1	Unidades	600,00	600,00
Cabo pp 2 x 1,5	16	Metros	2,90	46,40
Plug macho 2p 10ª	1	Unidades	4,00	4,00
Plug fêmea 2p 10ª	1	Unidades	4,00	4,00
Válvula de pe PVC 1"	1	Unidades	15,00	15,00
Disjuntos de 20A	2	Unidades	15,00	30,00
Tubo Polietileno DN 16mm x 100 JS PLBD irrigação	150	Metros	1,50	225,00
Registro inicial 16mm com porca	10	Unidades	4,00	40,00
Chula 16mm	10	Unidades	0,50	5,00
Final de linha para mangueira 16mm c/ anilha	10	Unidades	1,50	15,00
Filtro disco 120 Mesh Rosca 1"	1	Unidades	65,00	65,00
Bico Gotejador GA -2	50	Unidades	0,80	40,00
Hidrômetro 3/4	1	Unidades	214,50	214,50
Tela arame galvanizado fio 18mm com 1,5m de altura	75	Metros	1228,00	1228,00
Grampo para cerca	1	Kg	25,00	25,00
Tela mosquiteiro	4	Metros	16,20	64,80
Estacas de madeira	36	Unidades	15,00	540,00

Subtotal sistema de irrigação	R\$ 3.161,7
--------------------------------------	--------------------

Gastos totais (infraestrutura com sistema de irrigação)	R\$ 7.561,48
--	---------------------

Elaboração dos autores

1- Valores estimados de acordo com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI);

2- Valores estimados de acordo com o comércio local.

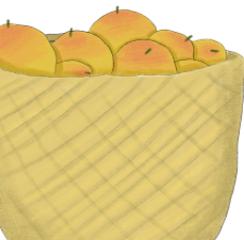
Vale destacar que para os gastos com transporte foi utilizado como base um automóvel que consome em média 1 litro de gasolina a cada 10 km percorridos. Desta forma, na tabela 2 apresenta-se uma estimativa do quantitativo de cada viagem (ida e volta) para realização do monitoramento e coleta de amostras, tendo como ponto de partida e de retorno a área das instalações do INSA; estima-se assim a distância percorrida durante o monitoramento em cada sistema, visto que as amostras coletadas nas duas primeiras etapas da pesquisa foram encaminhadas para as instalações dos laboratórios do INSA, onde foram realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas. Entre os meses de março e agosto de 2024 foram realizadas 12 viagens para monitoramento e coleta de amostras que possibilitaram uma melhor caracterização do efluente tratado e reutilizado na irrigação de cultivos de cada localidade. Os gastos referentes ao período de monitoramento nas três cidades inseridas no recorte territorial do projeto, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Gastos estimados para monitoramento e vistoria do SIRIEMA.

Descrição	Quantitativo de combustível utilizado em cada viagem (L)	Preço unitário (R\$)	Número de viagens	Preço total (R\$)
Locomoção para Esperança-PB	10	5,75	12	690,00
Locomoção para Boa Vista-PB	10	5,75	12	690,00
Locomoção para Campina Grande-PB	4	5,75	12	276,00
Gastos totais				1.656,00

Elaboração dos autores

Em relação aos custos dos pesquisadores e assessoria técnica, gestão do projeto e orquestração dos atores, custos de intercâmbios e formações, o quadro 2 apresenta os detalhes. Importante ressaltar que o preço total se refere ao processo de monitoramento de 09 sistemas por 6 meses.



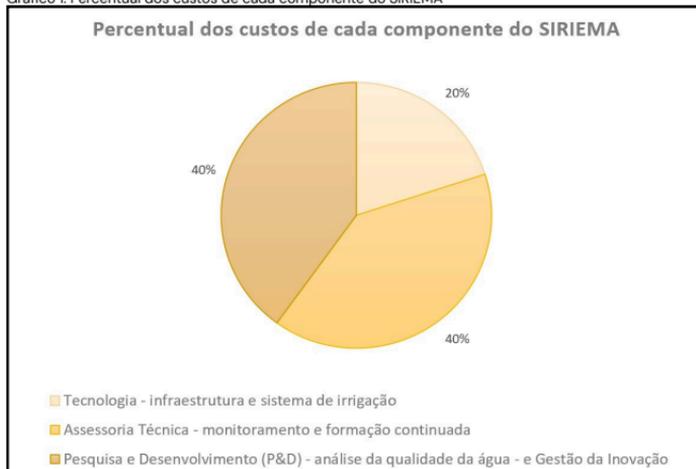
Quadro 2. Síntese dos custos por componentes do SIRIEMA

Categoria	Descrição	Detalhamento	Custos 2024* com monitoramento de 6 meses
Tecnologia – Infraestrutura e sistema de irrigação	Infraestrutura mínima do sistema	Materiais de construção, mão de obra de pedreiros e máquinas (escavação)	R\$ 4.399,78
	Sistema de Irrigação	Materiais de consumo	R\$ 3.161,70
Subtotal 09 (nove) sistemas			R\$ 68.053,0
Assessoria Técnica – monitoramento e formação	Transporte para coleta das amostras	Gasolina	R\$ 1.656,00
	Encontro Territorial de formação e planejamento	Material didático, alimentação deslocamento	R\$ 12.960,00
	Transporte para realização de assessoria técnica – acompanhamento das famílias	Gasolina	R\$ 5.400,00
	Gastos em dias de assessoria técnica	Alimentação	R\$ 3.200,00
	Produtos de Comunicação	Maquete, banner e folder* 10º ENCONASA	R\$ 3.246,00
	Pessoal – organizações da ASA Paraíba e UFRPE	Pesquisadores, coordenadores e estagiários	R\$ 46.800,00
Assessoria Técnica – monitoramento e formação	Intercâmbios e formações com GT de Saneamento da ASA Brasil	Coordenadores; Oficinas online; caravanas; visitas presenciais	R\$ 60.980,00
Subtotal assessoria técnica			R\$ 134.242,0

Categoria	Descrição	Detalhamento	Custos 2024* com monitoramento de 6 meses
Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) - análise da qualidade da água	Infraestrutura de Pesquisa (INSA)	Pesquisadores e materiais de consumo	R\$ 55.980,00
	Bolsistas de Pesquisa WTT	Bolsistas	R\$ 25.500,00
Gestão da Inovação	Gestão da Inovação: orquestração dos atores e gestão do projeto	Gestores de projetos, especialistas em gestão da inovação, e comunicação	R\$ 70.000,00
Subtotal P&D e Gestão da Inovação			R\$ 151.480,0
Total			R\$ 353.775,3

Elaboração dos autores

Gráfico 1. Percentual dos custos de cada componente do SIRIEMA



Elaboração dos autores

A partir do quadro acima, é possível fazer algumas projeções para disseminação do sistema. Para contemplar todas as famílias que atualmente são assessoradas pelo PATAc, ASPTAC e CENTRAC, sugere-se etapas evolutivas, de forma a acompanhar o amadurecimento do arranjo de gestão. São 1.000, 6.000 e 400 famílias respectivamente, totalizando 7400 famílias. **Contudo, para a primeira etapa de evolução da disseminação, após alinhamento entre o núcleo gestor do projeto, está sendo proposto um acréscimo de 12 novos sistemas e a continuidade dos atuais 09, totalizando 21 famílias beneficiadas.** Além disso, o cálculo estará englobando um monitoramento de 12 meses, de forma a endereçar o período seco e chuvoso.

O quadro 3, portanto, sintetiza os valores a serem captados para:

- Continuidade do monitoramento participativo dos 09 sistemas já construídos por 12 meses;
- Instalação de 12 novos sistemas no modelo SIRIEMA distribuídos nas cidades de Campina Grande, Esperança e Boa Vista no estado da Paraíba, com monitoramento participativo por 12 meses;
- Portanto, beneficiamento total de 21 famílias.

Quadro 3. Custos estimados para contemplar 21 famílias com o SIRIEMA, com monitoramento participativo por 12 meses

Categoria	Descrição	Custos estimados	Percentual
Tecnologia – Infraestrutura e sistema de irrigação	12 novos sistemas	R\$90.737,76	6%
Assessoria Técnica – monitoramento e formação	21 sistemas (09 atuais e 12 novos) por 12 meses	R\$620.000,00	44%
P&D (análise da água) e Gestão da Inovação	21 sistemas (09 atuais e 12 novos) por 12 meses	R\$700.000,00	50%
Total		R\$1.410.732,00	100%

Elaboração dos autores

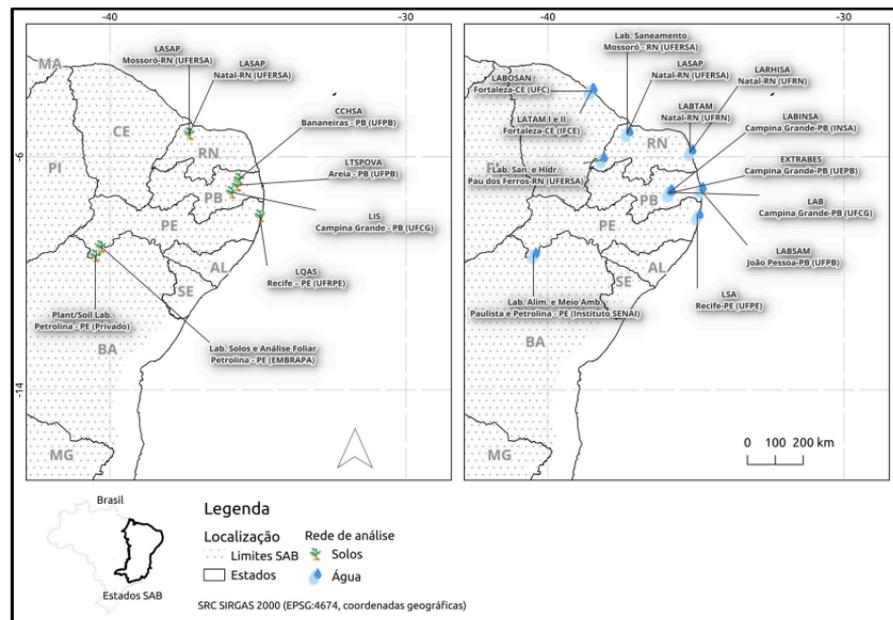
Observação: o orçamento detalhado precisa ser feito com consulta à todas organizações envolvidas (PATAc, CENTRAC, ASPTA, INSA, UFRPE e WTT), de forma a avaliar se os custos apresentados no quadro 2 são ideais. Essa projeção é apenas uma forma de ilustrar o investimento mínimo necessário para essa possível continuidade do projeto, apresentando que o custo da infraestrutura tecnológica é o mais baixo (6%) e apenas uma parte da complexidade do arranjo de pesquisa colaborativa.

2.3 Diálogos com Instituições de Educação, Ensino e Pesquisa

Diante da importância do SIRIEMA e dos benefícios gerados na vida das famílias envolvidas, é de extrema relevância o planejamento de novas etapas de monitoramento dos sistemas já implementados, além de promover a disseminação com monitoramento participativo para novos territórios do semiárido brasileiro. Nesse contexto, é primordial a seleção de uma equipe qualificada, diversa e interdisciplinar, além da mobilização de redes de laboratórios.

O monitoramento em maior escala deve ser orientado para englobar **i) a caracterização da água cinza bruta e da água cinza filtrada** – analisando os parâmetros como turbidez, condutividade elétrica, PH e cor, remoção de E.Coli, DQO e DBO – e **ii) a caracterização de amostras de solo**, com o objetivo de monitorar a salinidade e sodicidade dos solos agrícolas a serem cultivados e irrigados com a água cinza filtrada. A Tabela 2 traz treze (13) laboratórios aptos da área de saneamento e recursos hídricos com a estrutura básica para atender a demanda de caracterização da água cinza bruta e água cinza filtrada, e a Tabela 3 traz sete (07) laboratórios que podem conduzir as análises das amostras de solo. A figura 3 apresenta a localização deles.

Figura 3. Mapa com a localização dos possíveis laboratórios a serem ativados para monitoramento dos sistemas de reúso



Elaboração: Edimilson Rodrigues dos Santos Junior (EESC/USP)

Quadro 4. Possíveis estruturas de apoio para formação de uma rede de análise da qualidade das águas a serem monitoradas nas próximas etapas de operação do SIRIEMA e outras tecnologias sociais.

ID	Laboratórios	Vinculação	Localidade
1	Laboratório de Saneamento	UFERSA	Mossoró – RN
2	Laboratório de Saneamento e Hidráulica	UFERSA	Mossoró – RN
3	Lab. de Análise de Solo, Água e Planta – LASAP	UFERSA	Mossoró – RN
4	Lab. de Tecnologias Ambientais – LABTAM	UFRN	Natal – RN
5	Lab. de Recursos Hídricos e Saneamento – LARHISA	UFRN	Natal – RN
6	Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES	UFCG	Campina Grande – PB
7	Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários – EXTRABES	UEPB	Campina Grande – PB
8	Laboratório de Saneamento Ambiental – LABSAM	UFPB	João Pessoa – PB
9	Laboratório de Saneamento Ambiental – LABOSAN	UFC	Fortaleza CE
10	Laboratório de Tecnologia Ambiental – LATAM I e II	IFCE	Fortaleza – CE
11	LABINSA	INSA	Campina Grande – PB
12	LSA – Laboratório de Saneamento Ambiental	UFPE	Recife – PE
13	Laboratório de Alimento e Meio Ambiente	Instituto SENAI	Paulista e Petrolina – PE

Elaboração dos autores

Quadro 5. Possíveis estruturas de apoio para formação de uma rede de análise de solos a serem monitoradas nas próximas etapas de operação do SIRIEMA e outras tecnologias sociais.

ID	Laboratórios	Vinculação	Localidade
1	Laboratório de Solos e Análise Foliar	EMBRAPA	Petrolina - PE
2	Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta - LASAPSA	UFERSA	Mossoró - RN
3	Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS	UFCG	Campina Grande - PB
4	Laboratório de Tecnologia de Solos e Produtos de Origem Animal e Vegetal - LTSPOVA	UFPB	Areia - PB
5	Laboratório de Solos - CCHSA	UFPB	Bananeiras - PB
6	Laboratório Multiusuário de Química Ambiental de Solos (LQAS)	UFRPE	Petrolina - PE
7	Plant/Soil Laboratórios	Privado	Petrolina - PE

Elaboração dos autores



2.4 Diálogos nacionais e internacionais

Para garantir a continuidade da pesquisa colaborativa e a disseminação com segurança do SIRIEMA, é importante identificar oportunidades de diálogo com o governo brasileiro, tanto no que tange diretrizes internacionais e nacionais, quanto oportunidades de financiamento público.

Sob a perspectiva internacional, vale destacar a Aliança Global contra a Fome e a Pobreza e a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD), como marcos orientadores para a implementação das políticas públicas de saneamento rural e promoção da segurança alimentar e nutricional.

No âmbito nacional, destacam-se o “Programa Cisternas” do Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS), o Programa Estruturante do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico “Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para segurança alimentar e erradicação da fome com inclusão socioproductiva” (Programa 10/FNDCT/MCTI), e a iniciativa dos Núcleos de Estudos em Agroecologia (NEAs) – envolvendo a Secretaria-Geral da Presidência da República e sete ministérios.

Editais e chamadas públicas das agências financiadoras de projetos de P&D são também de elevada relevância, como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Outros atores chave a serem mobilizados para a continuidade dos debates incluem: a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), o Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI) e a Fundação Banco do Brasil.

Para além disso, reforça-se a necessidade de fortalecer as agendas estratégicas dos atuais parceiros do projeto, como a “Agenda Estratégica para Águas do Semiárido – 2031” do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) e o “Programa de Saneamento” da Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA).

Aliança Global contra a Fome e a Pobreza

No que diz respeito à cooperação internacional, a Aliança Global contra a Fome e a Pobreza é um mecanismo que viabiliza a aplicação de tecnologias, em escala, para a erradicação da fome e da pobreza (ODS 1 e 2), reduzindo desigualdades (ODS 10), e contribuindo para revitalizar as parcerias globais para o desenvolvimento sustentável (ODS 17). Os instrumentos de políticas públicas sistematizados são orientados por evidências, e organizados em plataforma virtual colaborativa intitulada “Cesta de Políticas” (ou “Policy Basket”). A Aliança facilita a implementação, entre os países membros, de tecnologias voltadas para o acesso a serviços básicos de água potável e saneamento, instalações de higiene, e o acesso à irrigação, oferecendo incentivos financeiros para a adoção de tecnologias de irrigação eficientes e práticas de conservação de água, como a irrigação por gotejamento, com o exemplo do Programa Nacional de Riego con Enfoque de Cuenca (PRONAREC III), na Bolívia.

As necessidades de aportes para tais tecnologias são discutidas de maneira a facilitar o financiamento direto entre doadores e beneficiários, além de tornar possível a mobilização entre os cooperantes e modalidades de financiamento diversificadas, incluindo o cofinanciamento e o financiamento misto. A inclusão de um instrumento de política na Cesta permite a busca de parceiros para apoiar a sua implementação, mediante a solicitação do país membro.

Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD)

Em complementação ao que está previsto para a Aliança, a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD), na qual o Brasil é signatário, reconhece a importância em proporcionar recursos financeiros para o acesso das populações e comunidades locais a tecnologias que atendam às demandas socioambientais nos espaços áridos, semiáridos e subúmidos secos. Para tanto, os acordos bilaterais e multilaterais, novos ou já existentes, além da mobilização de recursos financeiros oriundos do setor privado e de outras fontes não-governamentais, incluindo doações e empréstimos em condições concessionais, são maneiras pelas quais a Convenção pode ser colocada em prática nos territórios.

O suporte com custos incrementais a partir do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) também é considerado, assim como outros métodos inovadores destinados a mobilizar e canalizar os recursos. A cooperação também prevê a transferência, a aquisição e a adaptação de tecnologias, assim como o incentivo à pesquisa científica e ao desenvolvimento entre os países signatários.

De maneira a mitigar os efeitos de um processo cada vez mais acelerado de desertificação em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas no Brasil, a Conferência Internacional sobre Clima e Desenvolvimento em Regiões Áridas, Semiáridas e Subúmidas Secas – ICID III que acontecerá entre os dias 15 e 19 de setembro de 2025, em Fortaleza, é uma oportunidade de articulação para meios de investimento em soluções sociotécnicas que respondam aos objetivos das referidas cooperações internacionais.

Missão Josué de Castro

Outras oportunidades de fomento governamental estão orientadas por articulações mais amplas, como a Missão Josué de Castro, que busca promover a capacitação e a inovação social e tecnológica para garantir a segurança alimentar e nutricional de 5 milhões de brasileiros, a partir de sistemas alimentares de base familiar, camponesa, agroecológica e solidária. O lançamento da iniciativa se deu através da articulação de diversos movimentos sociais com pesquisadores e Instituições públicas, em audiência da Comissão de Direitos Humanos (CDH) do Senado Federal, visando alertar sobre a necessidade em se priorizar o combate à fome na agenda política.

A introdução da Missão no Congresso Nacional lança luz sobre as possibilidades de investimentos financeiros advindos de emendas parlamentares para projetos de Organizações da Sociedade Civil (OSCs), no incentivo de tecnologias sociais que promovem o acesso à água para produção de alimentos. Para isso, é essencial o estabelecimento de diálogos com Ministérios estratégicos como o Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA), o Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), por exemplo.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)

O enfrentamento ao avanço da desertificação é fundamental na promoção do desenvolvimento sustentável do Nordeste, portanto, como integrante da Comissão Nacional de Combate à Desertificação (CNCD), a SUDENE tem atuado em iniciativas de cooperação técnica para desenvolver políticas e implementar ações governamentais relacionadas ao tema. A autarquia tem intensificado seus esforços de articulação para promover soluções em pesquisa e desenvolvimento que favoreçam tecnologias de mitigação dos efeitos da desertificação.

No âmbito do Programa Inova Mulher, buscando promover projetos de inovação e empreendedorismo liderados por mulheres, a SUDENE lançou em 2024 chamada aberta para fomento a propostas que representem novos processos ou produtos em sintonia com as necessidades de desenvolvimento social e econômico do Nordeste.

Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Rede Clima)

A esse respeito, a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Rede Clima), atua como um importante apoio científico em várias ações e projetos do MCTI, promovendo benefícios significativos, como o estímulo ao desenvolvimento de habilidades técnicas e a criação de estruturas institucionais sólidas, além de impulsionar avanços nas políticas públicas, e na cooperação internacional voltadas para questões climáticas.

A Rede Clima põe em prática o projeto integrativo Segurança Hídrica, Alimentar e Energética (PI-SHAE), buscando soluções sustentáveis para uma produção agrícola que esteja integrada à preservação e ao uso eficiente dos recursos hídricos, utilizando a Bacia do Rio São Francisco como região piloto para as análises.

Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para segurança alimentar e erradicação da Fome com inclusão socioproductiva

O Brasil tem promovido outras ações de incentivo a tecnologias de saneamento rural, e de promoção do direito humano à alimentação adequada e saudável, por meio da Secretaria de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Social (SEDES/MCTI), e a sua respectiva Diretoria de Tecnologia Social, Economia Solidária e Tecnologia Assistiva, que contribui para a gestão do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT).

O FNDCT atua no fomento de soluções tecnológicas para o aumento da produtividade da agricultura familiar, através de seleções públicas que estão vinculadas ao Programa Estruturante de Ciência, Tecnologia e Inovação para segurança alimentar e erradicação da Fome com inclusão socioproductiva.

Um exemplo é o chamamento público intitulado “Programa MCTI de Cadeias Socioprodutivas da Agricultura Familiar e Sistemas Agroalimentares Sustentáveis: Desenvolvimento e Fortalecimento de Cadeias Socioprodutivas da Bioeconomia e da Agricultura Familiar Agroecológica para ICTs”, que é focado na sustentabilidade e na interação entre tecnologias e comunidades locais, promovendo a transição agroecológica e o desenvolvimento de cadeias produtivas baseadas na biodiversidade. As despesas apoiadas pela seleção pública se dividem em (i) despesas correntes, envolvendo o pagamento de pessoal, material de consumo, diárias, passagens e serviços de terceiros (pessoa física e jurídica), e bolsas; (ii) despesas operacionais e administrativas; e (iii) despesas de capital, envolvendo custos com equipamentos e material permanente diretamente relacionados à pesquisa.

O Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para segurança alimentar e erradicação da Fome com inclusão sócio produtiva, mais especificamente, foca em incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de máquinas, equipamentos, implementos agrícolas e outras soluções que promovam a estruturação de redes produtivas locais, e o fomento de novas tecnologias para o aumento da produtividade da agricultura familiar, ampliando a geração de trabalho e renda nas diferentes regiões, considerando a diversidade de biomas e sistemas de produção.

Rede ECOFORTE

Em sinergia com a rede ECOFORTE – presente no Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo) – está previsto o fortalecimento de tecnologias para a transformação agroecológica, a partir de projetos sem fins lucrativos liderados por mulheres, jovens, e povos e comunidades tradicionais, garantindo a inserção e a autonomia desses grupos nos processos produtivos.

Com um investimento previsto de R\$100 milhões para os anos de 2024 a 2027, o último edital lançado buscou selecionar em projetos que custam entre R\$ 1 milhão (um milhão de reais) e R\$ 2,3 milhões (dois milhões e trezentos mil reais) para as regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e Nordeste, e entre R\$ 1 milhão (um milhão de reais) e R\$ 3 milhões (três milhões de reais) para municípios localizados na Amazônia Legal. No total, os recursos são oriundos do BNDES Fundo Socioambiental, da Fundação BB e do Fundo Amazônia.

Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água (Programa Cisternas)

Sob a gerência do Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome, se destaca o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água (Programa Cisternas), que seleciona organizações da sociedade civil (OSCs) via chamamentos públicos, para implementar e restaurar tecnologias sociais de acesso à água e inclusão produtiva rural no Semiárido, com transferência de recursos financeiros através de termo de colaboração. As tecnologias sociais em questão devem estar especificadas em instrução normativa, publicada pela Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, estabelecendo a metodologia de implantação, os processos associados, e o valor unitário de referência por unidade da federação.

Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)

Desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), e com o objetivo de ampliar o acesso da população rural aos serviços de saneamento básico, promovendo saúde e qualidade de vida, o PNSR incentiva a criação de mecanismos que garantem a acessibilidade financeira para a permanência de serviços públicos de abastecimento de água implantados nas comunidades rurais. Visando estimular o uso de tecnologia social e sustentável de abastecimento de água e, quando possível, de matéria-prima local, o Sistema de Reuso de Água e Manejo Agroecológico (SIRIEMA) promove resultados que dialogam diretamente com os objetivos previstos no Programa.

A experiência acumulada na implementação do SIRIEMA, promoveu a participação da população atendida nas etapas de concepção, implantação, operação e manutenção do Sistema, garantindo a contratação de mão de obra das localidades. Além disso, colocou em prática um plano de atividades regular de pesquisas para o monitoramento da qualidade da água e da infraestrutura, oferecendo apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico das regiões atendidas. Tais ações resultaram em um arranjo institucional inovador para a gestão de tecnologias sociais em convivência com o semiárido, o que responde diretamente às diretrizes do PNSR. Contudo, ações estruturantes de apoio à formação e qualificação técnica, e ao desenvolvimento científico e tecnológico, necessitam de alocação de recursos por meio do Ministério da Educação e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa no Nordeste – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ)

As agências de fomento estaduais são responsáveis por descentralizar os investimentos em ciência e tecnologia no país, a partir de verbas próprias dos governos estaduais, garantindo o apoio às instituições de pesquisa e aos pesquisadores. Visando a difusão do projeto SIRIEMA no estado da Paraíba, destacam-se dois editais vinculados à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ): a chamada transnacional conjunta *Water for Circular Economy*, ou “Água para a Economia Circular”; e o edital de seleção de equipes para o Programa Celso Furtado de Inovação Educacional e Desenvolvimento Regional.

A chamada aberta *Water for Circular Economy* foi lançada pela primeira vez em 10 de setembro de 2024, com submissão de pré-propostas até 13 de novembro de 2024, no âmbito do Acordo com a União Europeia e seus Membros, através do Conselho Nacional das Fundações de Amparo a Pesquisas Brasileiras (CONFAP). Com a chamada, busca-se apoiar uma (1) proposta no valor máximo de até € 20.000,00 (vinte mil euros), que represente um projeto colaborativo de pesquisa e inovação para melhorar a segurança hídrica a longo prazo.

O projeto deve se relacionar com um dos seguintes temas, e ter duração de 36 (trinta e seis) meses: melhoria da circularidade da água nas indústrias; circularidade da água urbana; recuperação e valorização de recursos; ou implicações econômicas, ambientais e sociais da reutilização da água e produtos recuperados. O(a) coordenador(a) do projeto deve ter diploma de doutor(a), possuir vínculo empregatício com uma Instituição de Ensino Superior (IES) ou com Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTIs) com sede no estado da Paraíba, e ter produção científica ou tecnológica nas áreas de conhecimento que a chamada determina.

No caso do Programa Celso Furtado de Inovação Educacional e Desenvolvimento Regional, o objetivo é selecionar 25 projetos que tratem sobre soluções inovadoras para problemas atuais da sociedade, com apoio financeiro para as respectivas equipes formadas por professor(a) mentor(a) e estudantes da graduação de Instituições Públicas de Ensino Superior da Paraíba. Alguns dos eixos estratégicos considerados se relacionam com as temáticas de combate à desigualdade social e enfrentamento da fome, e caatinga e energias renováveis.

Emendas Parlamentares

As emendas parlamentares são instrumentos utilizados por vereadores, deputados e senadores para indicar onde parte do dinheiro público será aplicado. Elas permitem que os parlamentares direcionem recursos para projetos e ações em suas regiões, ajudando a cumprir compromissos assumidos com seus eleitores e promovendo uma distribuição mais equitativa dos recursos públicos.

Para o recebimento de recursos provenientes de emendas parlamentares, é fundamental estabelecer contato com deputados ou senadores que possam se interessar pelo projeto, que deve estar bem estruturado, com objetivos claros, cronograma, orçamento detalhado e impacto esperado.



Considerações Finais

O saneamento básico está entre os mais importantes fatores sociais determinantes da saúde (BRASIL, 2013)⁷ e é um pilar transversal para as agendas prioritárias de convivência com o semiárido: igualdade de gênero e divisão justa do trabalho, meio ambiente equilibrado, e segurança alimentar e nutricional. O Novo Marco Legal de Saneamento (Lei nº 14.026/2020) estabeleceu a meta de “universalização do saneamento” até 2033, e os territórios rurais e tradicionais precisam ser pautados como prioridade no processo de universalização.

Para a ampliação da escala desse sistema analisado, recomendamos que seja feita considerando o **uso restrito para agricultura familiar, e acompanhado de uma rede colaborativa de pesquisa técnica, científica e popular**. Os resultados de cerca de quatro anos de trabalho apontam que a tecnologia de reúso de águas cinzas precisa ser compreendida para além do componente de infraestrutura, englobando os componentes de manejo agroecológico e gestão da inovação.

Essa compreensão ampliada da tecnologia possibilita questionar os atuais mecanismos de financiamento público e privado, que muitas vezes investem unicamente no componente de infraestrutura, invisibilizando o trabalho necessário de assessoria técnica, formação continuada, P&D, e gestão da pesquisa colaborativa.

Como estratégia de continuidade, apontamos a necessidade de mobilização de parceiros e captação de recursos que englobem os três componentes do SIRIEMA apresentados, cada qual com suas especificidades: para o componente de infraestrutura, parceiros do setor privado – empresas de construção civil, por exemplo – podem contribuir com doações e contrapartidas para os materiais de construção; para o componente de manejo agroecológico, parceiros governamentais podem ampliar os investimentos nos atuais programas e projetos com o foco no saneamento rural; e para o componente de P&D e Gestão da Inovação, mecanismos que integrem o fomento público à inovação e a filantropia científica podem potencializar a flexibilidade do uso dos recursos para equipes diversas.

⁷ Ver Política Nacional de Saúde Integral das Populações do Campo e da Floresta: 6.Com base em KREMER, Gaston; WONGTSCHOWSKI, Andra (Org.). *Ciência, tecnologia e inovação com o semiárido brasileiro: uma jornada de desenvolvimento de soluções tecnológicas para reúso de águas cinzas e conservação de frutas*. Coordenação de Sabine Righetti e Ana Paula Morales. Rio de Janeiro: WTT Brasil, 2023. ISBN 978-65-999551-1-2. Disponível em: <https://wttventures.net/publicacoes/>

Importante ressaltar que os aprendizados desse projeto extrapolam o próprio SIRIEMA, podendo ser internalizados em outras experiências de tecnologias sociais de saneamento rural. O direito humano à água e ao saneamento e o direito constitucional à saúde pública e ao meio ambiente equilibrado, devem ser garantidos com tecnologias que se integrem aos múltiplos contextos e territórios do Brasil, e monitorados por mecanismos permanentes de participação social.



Instituições parceiras:



CENTRAC
CENTRO DE AÇÃO CULTURAL



Apoio:

