



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA – PIBIC

**REUSO DE ÁGUA PARA FOMENTO DE QUINTAIS PRODUTIVOS NO  
SEMIÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL: PRODUÇÃO E RENDA,  
EMPODERAMENTO DA MULHER CAMPONESA E  
FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR**  
PVI8063-2019 - Reuso de água para fomento de quintais produtivos no  
semiárido do Nordeste do Brasil: produção e renda, empoderamento da mulher  
camponesa e fortalecimento da agricultura familiar

Área do conhecimento: Ciências Agrárias  
Subárea do conhecimento: Agronomia  
Especialidade do conhecimento: Extensão Rural

Relatório Final  
Período da bolsa: de agosto de 2019 a julho de 2020

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/CNPq

Orientador: Antenor de Oliveira Aguiar Netto  
Autor: Vítor Carvalho Santos

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
2.1. Objetivo geral .....	5
2.2. Objetivos específicos .....	5
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
3.1. Semiárido brasileiro.....	6
3.2. Saneamento básico.....	8
3.3. Reuso de águas cinzas .....	10
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
4.1. Caracterização da área de estudo .....	15
4.2. Construção dos sistemas de reuso de águas cinzas .....	17
4.3. Validação da tecnologia social .....	19
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>22</b>
5.1. Sistema de reuso e custo de implantação dos mesmos .....	22
5.2. Validação da tecnologia social .....	29
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>36</b>
<b>7. PERSPECTIVAS</b> .....	<b>37</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>38</b>
<b>9. OUTRAS ATIVIDADES</b> .....	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento presente em diversas atividades humanas essenciais. Isso pode ser constatado através da observação do seu uso na dessedentação das pessoas e animais, higiene pessoal, realização de atividades domésticas, práticas de lazer e turismo, indústria, mineração, geração de energia e na produção de alimentos como na pecuária, pesca, aquicultura e agricultura.

Dada tamanha importância, o fornecimento de água de qualidade e saneamento básico é o sexto dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU). Apesar disso, o acesso a esse bem ainda é precário no Brasil. Segundo os Instituto Trata Brasil, cerca de 16,38% da população brasileira não era atendida com abastecimento de água tratada no ano de 2018 (TRATA BRASIL, 2020).

Essa situação se agrava na região Nordeste, onde 25,79% de seus habitantes não possuíam acesso a água tratada (TRATA BRASIL, 2020). Ademais, grande parte do território nordestino é incluída no semiárido brasileiro, conhecido por um conjunto de características edafoclimáticas e sociais que corroboram para a ocorrência do fenômeno da escassez hídrica.

Outra problemática presente nessa região é a ausência de esgotamento doméstico adequado nos domicílios. Essa deficiência afeta negativamente o desenvolvimento desses locais e acarreta prejuízos sociais, sanitários e econômicos na vida das pessoas residentes neles.

Portanto, se fazem necessárias tecnologias sociais voltadas à solução desses problemas no semiárido. Nessa perspectiva, os sistemas de reuso de águas cinzas podem ser uma opção, de modo que se propõem a possibilitar o reaproveitamento da água utilizada nos afazeres domésticos das residências para a irrigação de culturas agrícolas em seus quintais, a qual, sem a tecnologia, seria despejada no ambiente.

O uso da irrigação faz com que os quintais se tornem produtivos durante todo o ano e, por consequência, favorece o fornecimento constante de alimentos para as famílias. Além disso, o excedente da produção pode ser comercializado com a vizinhança, o que gera renda para os agricultores.

O quintal de uma propriedade rural é um local de grande importância para as famílias agricultoras. Nele elas vivenciam momentos de lazer, realizam encontros e trocas de experiências com seus vizinhos, praticam tarefas domésticas como cozinhar e a lavagem e secagem de roupas e cultivam alimentos tanto para a complementação da alimentação familiar quanto para pequenas comercializações.

Nesse espaço há um reconhecido protagonismo das mulheres, dessa forma, ao fomentar quintais produtivos, os sistemas de reuso de águas cinzas promovem não só o fortalecimento da agricultura familiar, mas também, empoderam as mulheres camponesas, as quais passam ser responsáveis por uma parte maior ainda da renda de suas famílias.

Assim, o presente trabalho teve o objetivo de promover o reuso da água cinza tratada pelo Sistema Bioágua Familiar em quintais produtivos do semiárido sergipano, com foco na sustentabilidade e protagonismo das mulheres no processo produtivo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Promover o reuso da água cinza tratada pelo Sistema Bioágua Familiar em quintais produtivos do semiárido sergipano, com foco na sustentabilidade e protagonismo das mulheres no processo produtivo.

### **2.2. Objetivos específicos**

- I. Implantar dois sistemas Bioágua Familiar em conjunto com quintal produtivo em propriedades rurais localizadas no semiárido;
- II. Analisar os custos de implantação do sistema Bioágua Familiar;
- III. Realizar o levantamento sistemático dos usos da água de reuso na irrigação e a produção de hortaliças.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Semiárido brasileiro

O Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (CONDEL/SUDENE) foi o responsável por estabelecer os critérios técnicos e científicos para a delimitação do Semiárido Brasileiro (SAB), através das Resoluções de nº 107, de 27/07/2017, e de nº 115, de 23/11/2017. Nelas foi definido que para fazer parte do Semiárido, o município deve apresentar precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, Índice de Aridez de Thorntwaite equivalente ou abaixo de 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% (considerando todos os dias do ano) (SUDENE, 2017). Dessa forma, são incluídos no SAB 1262 municípios, dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (IBGE, 2018).

O regime pluviométrico do SAB é caracterizado por sua alta variabilidade, tanto temporal quanto espacial, sendo influenciado por diferentes sistemas meteorológicos, principalmente pela Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (TINÔCO et al., 2018). De acordo com Reboita et al. (2012), as precipitações da região são predominantes durante o verão e outono, em razão da ação da ZCIT, no entanto, outros sistemas também podem ocasionar chuvas no SAB, a exemplo da chegada de frentes frias e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs).

Além da precipitação média anual (PMA), o número de dias chuvosos (NDC) é outra variável de grande importância para as atividades humanas. Nesse sentido, Tinôco et al. (2018), após analisar dados pluviométricos referentes ao período entre os anos de 1979 e 2014, dividiu o SAB em quatro sub-regiões que apresentam homogeneidade em relação a essas duas variáveis e concluiu que a PMA e o NDC no SAB variam de 570 mm a 956 mm e de 55 a 96 dias, respectivamente.

Nessa conjuntura, é comum a ocorrência de secas. Essas acontecem de modo heterogêneo, na forma de secas totais – atingem todo o SAB – ou parciais – com impactos em apenas algumas áreas do SAB – e se constituem como fenômenos climáticos durante os quais há escassez de chuva, que resulta em desequilíbrio

hidrológico com consequentes efeitos socioeconômicos e ambientais (TAVARES; ARRUDA; SILVA, 2019).

Outra característica marcante do clima do SAB é a elevada demanda evapotranspirativa. Em geral esses valores variam de 275 mm ano<sup>-1</sup> a 900 mm ano<sup>-1</sup>, de maneira que a maioria deles (mais de 60%) se encontram entre 600 mm ano<sup>-1</sup> e 800 mm ano<sup>-1</sup>. Nesse cenário, em mais de 75% da região semiárida, 90% da precipitação é transformada em evapotranspiração, assim, o escoamento superficial é limitado a apenas 10% do volume das chuvas e, conseqüentemente, há comprometimento na recarga dos reservatórios hídricos (SILVA et al., 2017).

Os solos da região configuram outro aspecto complicador em relação ao manejo e conservação dos recursos hídricos. Por possuírem predominantemente embasamento cristalino, os mesmos possuem baixa capacidade de retenção de água (FALCÃO SOBRINHO et al., 2017), bem como são rasos e apresentam baixos teores de matéria orgânica e taxas de infiltração (PORTO et al., 1999).

As características edafoclimáticas inerentes ao SAB abordadas acima representam fatores complicadores no tocante às gestões seus recursos hídricos e segurança hídrica da população residente nele.

Com base nos dados divulgados pelo Censo de Demográfico do ano de 2010, de autoria do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 22,6 milhões de pessoas residem no SAB, equivalente a 11,85% da população do Brasil. Ainda de acordo com o Censo, grande parte desses habitantes vive na zona rural, de maneira que 45,46% dos municípios apresentaram grau de urbanização inferior a 50%, em divergência ao restante país, no qual o percentual da população residente na zona urbana é significativamente maior (MEDEIROS et al., 2012).

Parte expressiva dessa população rural pratica atividades relacionadas à pecuária e/ou à agricultura de sequeiro para seu sustento, com base nos recursos naturais disponíveis em suas propriedades ou ao redor delas. A forte dependência dessas práticas perante a disponibilidade de chuvas, juntamente às adversidades climáticas existentes no SAB, gera altas degradação ambiental e vulnerabilidade socioeconômica (TAVARES et al., 2019).

A elevada instabilidade hídrica faz com que essa região seja considerada a com maior risco de insegurança alimentar no país (OLIVEIRA; TAVARES; LEAL, 2017). Tendo em vista que a renda é um dos principais fatores para a garantia da alimentação apropriada, essa situação é agravada pelo fato de 78% das famílias do SAB estarem em estado de pobreza ou extrema pobreza, conforme os resultados da Pesquisa de Avaliação da Situação de Segurança Alimentar e Nutricional (PASSAN) de famílias residentes dessa região, realizada em 2013 (SILVA; PINHEIRO; FERRAZ, 2019).

Nessas circunstâncias, como discutido por Silva, Sobrinho e Gomes (2019) foi criada uma hierarquia social do acesso a água no SAB, perdurando até os dias atuais. Esta resultou na estratificação da sua sociedade, a qual, segundo os mesmos autores, pode ser analisada em termos de uma pirâmide, em que se encontra na base uma “ralé hídrica” – indivíduos privados de recursos hídricos – e está localizada no cume da mesma uma “elite hídrica” – pessoas com acesso facilitado à água e, inclusive, o capitalizam.

Esse contexto é refletido nos baixos índices de desenvolvimento observados no SAB. O Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IDFM) é um estudo, encabeçado pelo Sistema Firjan (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro) e divulgado anualmente, que acompanha o desenvolvimento dos municípios brasileiros através do monitoramento de dados oficiais públicos em 3 áreas: “Emprego&Renda”, “Educação” e “Saúde” (FIRJAN, 2018). O IDFM classifica os municípios em municípios com desenvolvimento baixo (IDFM baixo), regular (IDFM regular), moderado (IDFM moderado) e alto (IDFM alto). Nenhum município do SAB é classificado com IDFM alto, a maioria (87,47%) possui IDFM regular e o restante IDFM baixo (1%) ou IDFM moderado (11,53%) (BUAINAIN; GARCIA, 2013).

### **3.2. Saneamento básico**

A Constituição do Brasil define as diretrizes nacionais para o saneamento básico (SB) por meio da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a qual enquadra como serviços de SB o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos. Ela ainda estabelece que estes devem ser prestados

em caráter universal, de forma adequada à saúde pública e à defesa do meio ambiente (BRASIL, 2007).

Como abordado por Garcia e Ferreira (2017), o SB está intimamente ligado à preservação do meio ambiente e às questões de saúde pública. Em primeiro lugar, a falta de SB é a principal causa da poluição das bacias hidrográficas. Em segundo lugar, um SB inadequado é um potencializador da ocorrência de doenças infecciosas.

Dentre as enfermidades relacionadas a um SB inapropriado estão as transmitidas por inseto vetor (dengue, malária, febre amarela, entre outras), pelo contato com a água (esquistossomose e leptospirose), as correlacionadas à higiene (tracoma, conjuntivites, micoses, etc.), as de transmissão feco-oral (diarreias, hepatite A e febres entéricas) e geo-helmintos e teníases (TEIXEIRA et al., 2014).

Apesar de ser um direito fundamental (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018) e ser estabelecido por lei, como exposto acima, o saneamento básico não é uma realidade para grande parte da população brasileira. Entre os anos de 2000 a 2011, a média de domicílios com acesso a água encanada era de 77,76% e 33,99% das residências eram atendidas por uma rede pública de coleta de esgoto. Quando analisada a região Nordeste, esses números caem para 74,42% e 24,06%, respectivamente (UHR; SCHMECHEL; UHR, 2016).

No meio rural, a deficiência no acesso a um serviço de SB apropriado também é evidente. O maior déficit de cobertura é observado no serviço de esgotamento sanitário, no qual apenas 17,1% dos domicílios rurais são atendidos adequadamente, do restante, 54,2% são considerados com atendimento precário e 28,6% não são atendidos (FUNASA, 2017).

Um dos componentes do esgoto doméstico é a água cinza, definida como toda água residuária gerada em uma residência, como por exemplo a do banheiro (exceto a do vaso sanitário), lavanderia e da cozinha (AL-ZOU'BY; AL-ZBOON; AL-TABBAL, 2017). No entanto, como evidenciado por Santiago e Jalfim (2018) e Figueiredo et al. (2019), na maioria dos domicílios rurais tanto do semiárido brasileiro quanto do restante do país, essa água é descartada inadequadamente, diretamente no solo e embaixo das copas de frutíferas, o que pode acarretar poluição ambiental, surgimento

de agentes patogênicos e vetores de doenças, cheiro desagradável e proliferação de mosquitos.

Além disso, ao estudarem os efeitos da utilização de águas cinzas tratadas e não tratadas para irrigar culturas agrícolas, Al-Zou'by, Al-Zboon e Al-Tabbal (2017) concluíram que a irrigação com águas cinzas não tratadas é prejudicial ao solo, pois acarreta o aumento da condutividade elétrica, do pH e da razão de adsorção de sódio do mesmo.

O saneamento rural é uma forma de reduzir a emissão de poluição no ambiente, de conservar a qualidade dos recursos hídricos e, como consequência desenvolver socioeconomicamente o local onde ele é implantado (COELHO; REINHARDT; ARAUJO, 2018).

Silva e Esperidião (2017), posteriormente ao estudo dos dados sobre SB, mortalidade infantil e indicadores socioeconômicos da região Nordeste, verificaram a relação direta entre essas variáveis. De maneira que as localidades com serviços de SB inadequados são as que possuem as maiores taxas de mortalidade infantil e reduzidos indicadores sociais e econômicos. Portanto, um SB adequado é um importante fator para a diminuir da mortalidade infantil e melhorar o desenvolvimento socioeconômico da região.

Nessa perspectiva, as tecnologias sociais, definidas por Schwab e Freitas (2016) como artefatos e processos concebidos com o intuito de resolver problemas enfrentados por grupos sociais, se configuram como alternativas de natureza sustentável e duradoura para mitigar os problemas referentes a SB inadequado (SILVA et al., 2019).

### **3.3. Reuso de águas cinzas**

Desde o governo imperial foram implementadas políticas públicas com o objetivo de combater a seca, a exemplo de perfuração de poços e envio de alimentos em épocas críticas. Em 1945, a partir da criação Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), parte vultosa dos investimentos passaram a ser direcionados à construção de extensos açudes e barragens, no entanto, o acesso a

esses recursos era restrito aos habitantes das localidades circunvizinhas (ANDRADE; NUNES, 2014).

Durante o regime militar, grandes projetos de irrigação tornaram-se um dos principais focos do Estado, todavia estes beneficiaram apenas os que menos eram afetados pela seca. Já na transição entre os séculos XX e XXI, a ideia sobre a transposição do rio São Francisco começou a entrar em discussão, a qual teve seu início em 2007 e ainda não foi concluída (ANDRADE; NUNES, 2014).

Além disso, são observadas ações de cunho emergencial no SAB, voltadas para o fornecimento de água por carros-pipa, revitalização de poços, programas de garantia safra, a bolsa estiagem, o crédito rural e a antecipação das metas do Programa Água para Todos, criado em 2011 com o objetivo de universalizar o alcance à água (ANDRADE; NUNES, 2014).

Como visto, historicamente foram e ainda são praticadas políticas públicas voltadas ao combate à seca no SAB, sem soluções efetivas. Entretanto, essa postura de enfrentamento se encontra em substituição por uma visão de convivência com a seca, na qual a população assume papel de protagonista nos processos decisórios, imprescindível para a promoção de sua capacidade de adaptação (MANCAL et al., 2016).

Nesse cenário, assim como na solução de problemas com SB inapropriado, as tecnologias sociais também configuram-se como uma alternativa para o desenvolvimento da convivência com a escassez hídrica (SOUZA et al., 2016).

Entre elas está o sistema Biágua Familiar (SANTIAGO et al., 2015), de modo que ele permite reutilizar as águas cinzas domiciliares para seu uso na agricultura familiar através da irrigação e, assim, mitigar tanto os problemas relacionados à escassez de água e produção de alimentos quanto os transtornos socioambientais decorrentes do descarte incorreto do esgoto doméstico.

Segundo von Sperling (2005), o tratamento de esgotos é um resultado de processos físicos, químicos e biológicos, podendo ser dividido em até 5 etapas: “tratamento preliminar”, “tratamento primário”, “tratamento secundário”, “remoção de nutrientes” e “remoção de organismos patogênicos”.

A primeira etapa objetiva a retirada de sólidos grosseiros. Para tanto são utilizados métodos físicos, como o uso de grades e caixas de sedimentação – as partículas maiores são retidas pelas grades ou sedimentam, enquanto a matéria orgânica segue para as outras fases a jusante (VON SPERLING, 2005).

A segunda também é um procedimento físico, destinado à remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes. Nele o esgoto passa vagarosamente por decantadores, nos quais são gradualmente retidas as partículas menores que não foram filtradas no tratamento preliminar e parte da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005).

A terceira é a parte da filtração voltada ao revolvimento da matéria orgânica. Para tal fim, é adicionado ao sistema o componente biológico, responsável por degradar a matéria orgânica presente no material processado (VON SPERLING, 2005).

A quarta consiste na retirada de nitrogênio e fósforo, a qual, quando não realizada no tratamento secundário, pode ser denominada de tratamento terciário. Quanto a água resultante do tratamento é dirigida ao uso em irrigação não se recomenda essa etapa, pois esses elementos podem ser utilizados como nutrientes pelas plantas (VON SPERLING, 2005).

Já a quinta baseia-se na desinfecção do esgoto por meio da inativação seletiva de espécies de bactérias, vírus, protozoários e helmintos que possam trazer danos à saúde humana. Devido ao seu elevado custo, a viabilidade desse processo deve ser cuidadosamente analisada a partir da consideração dos riscos à saúde pública envolvidos e da perspectiva de redução ou supressão dos mesmos (VON SPERLING, 2005).

Quando o tratamento de esgoto é destinado à produção de água para fins de irrigação, é recomendável que ele seja realizado até a etapa de tratamento secundário, pois, assim, a água manterá em sua composição elevados teores de micro e macronutrientes essenciais para as culturas agrícolas (SILVA; MEDEIROS; SILVA, 2012).

O sistema de reuso de águas cinzas é baseado na filtração da água residuária doméstica realizada através de camadas de impedimentos físicos e da degradação da

matéria orgânica presente nessa água por uma população de microrganismos e minhocas (*Eisenia fetida*) no filtro biológico. A água filtrada tem seu uso destinado à irrigação de hortaliças, raízes, frutíferas, plantas medicinais e alimentos verdes para animais (gliricídia, leucena, etc.) (SANTIAGO et al., 2015).

Madrid et al. (2019) e Misal e Mohite (2017), após avaliarem parâmetros de qualidade da água de amostras de esgotos brutos e dos efluentes dos mesmos depois de serem tratados em vermifiltros – filtros biológicos aeróbicos de escoamento descendente que possuem em sua composição uma camada filtrante com minhocas – atestaram a eficiência e o potencial de uso dessa tecnologia para o tratamento de esgotos domésticos.

A vermifiltração e o reuso de águas cinzas para fins de agricultura possuem vantagens e desvantagens (MISAL; MOHITE, 2017; SANTIAGO et al., 2015; SILVA; MEDEIROS; SILVA, 2012; SINHA; BHARAMBE; CHAUDHARI, 2008), expostas a seguir:

Por um lado, a vermifiltração e o reuso de águas cinzas para fins de agricultura são tecnologias de baixo gasto energético; não produzem lodo como subproduto, mas sim vermicomposto livre de metais pesados e patógenos e rico em elementos nutritivos para as plantas; possibilita uma maior e mais constante produção de alimentos em áreas em situações críticas de abastecimento de água – em virtude da irrigação; diminui a necessidade de adubação química no cultivo das culturas agrícolas devido aos nutrientes presentes nessas águas e ao uso do húmus das minhocas para fertilizar o solo; oferece a correta destinação do esgoto doméstico, o que evita despejo indevido do mesmo e, por consequência, a poluição dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos. Além disso, essas técnicas proporcionam a oportunidade de venda tanto do húmus, como fertilizante agrícola, quanto das próprias minhocas, as quais podem ser vendidas para a fabricação de ração para peixes.

Por outro lado, essas tecnologias possuem como desvantagens a possibilidade de salinização dos solos pelas altas concentrações de sais na água e pela prática de irrigação de forma inadequada e a presença de elementos que podem ser tóxicos às plantas quando em altas concentrações (cloro, fósforo, potássio e nitrogênio), mas que são facilmente contornadas por meio da utilização de práticas de

cultivo, por exemplo a escolha da cultura adequada a ser plantada, época de plantio correta e incorporação de matéria orgânica. Outrossim, existe rejeição a essas práticas por parte dos agricultores em razão de resistência de caráter cultural ou por desconhecimento em relação à segurança desses procedimentos.

Silva et al. (2018b) enfatiza a importância da percepção social acerca do sistema de reuso de águas cinzas como condição decisiva para a aceitação e a viabilidade da tecnologia. A passo que, estas são intrinsecamente vinculadas à forma como esta foi apresentada à população e captada por ela e ao grau de confiança depositado pela mesma nas instituições responsáveis por implantá-la. Por isso, a comunicação entre as partes envolvidas é de natureza indispensável para o sucesso do sistema.

Apoiado na análise de experiências de implantações de tecnologias sociais voltadas ao saneamento básico, Silva et al. (2019) também ressalta a participação popular como fator primordial para o êxito destas. Segundo o autor, o envolvimento do público-alvo da tecnologia beneficia a adequação dela à realidade local, o que inclui suas particularidades sociais, econômicas, culturais e ambientais.

## **4. METODOLOGIA**

O presente estudo foi desenvolvido por meio do projeto “Reuso de Água para Fomento de Quintais Produtivos no Semiárido do Nordeste do Brasil: Produção e Renda, Empoderamento da Mulher Camponesa e Fortalecimento da Agricultura Familiar”, posteriormente batizado de “Bioágua Familiar Sergipe”, com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, através do Edital 36/2018 CNPq em parceria com a Universidade Federal de Sergipe (UFS).

### **4.1. Caracterização da área de estudo**

O semiárido sergipano possui características climáticas semelhantes ao restante da região semiárida brasileira, com altas temperaturas, baixas precipitações anuais e elevada irregularidade de chuvas (FERNANDES et al., 2015). Essas características fazem com que essa região seja sujeita a crises recorrentes de estiagens prolongadas (ARAUJO, 2015).

O semiárido de Sergipe abrange 29 municípios do Estado, ocupa uma área equivalente a 11093 Km<sup>2</sup> e abriga uma população 478935 pessoas (SUDENE, 2017). Estas, por sua vez, são vulneráveis à instabilidade hídrica da região e, por isso, necessitam de tecnologias que fomentem uma melhor convivência com o semiárido.

Dessa maneira, o critério inicial para a seleção das famílias a serem contempladas com a tecnologia social hídrica de reuso de águas cinzas foi que estas estivessem situadas em municípios pertencentes ao semiárido. Além disso, foi considerado o acesso aos recursos hídricos, participação em programas sociais, desejo de participar do projeto em questão, composição familiar, protagonismo feminino nas atividades desenvolvidas no quintal e o uso e a estrutura deste.

Nesse sentido, foram realizadas visitas nas quais buscava-se conhecer a realidade a qual as famílias estavam inseridas e o seu conhecimento acerca da tecnologia de reuso de águas cinzas. Para tanto aplicou-se questionário e utilizou-se a técnica exploratória da Travessia ou Caminhada transversal, a qual consiste na realização de uma caminhada ao longo das propriedades rurais, em conjunto com uma conversa informal, que permite obter e anotar informações acerca das histórias de vida

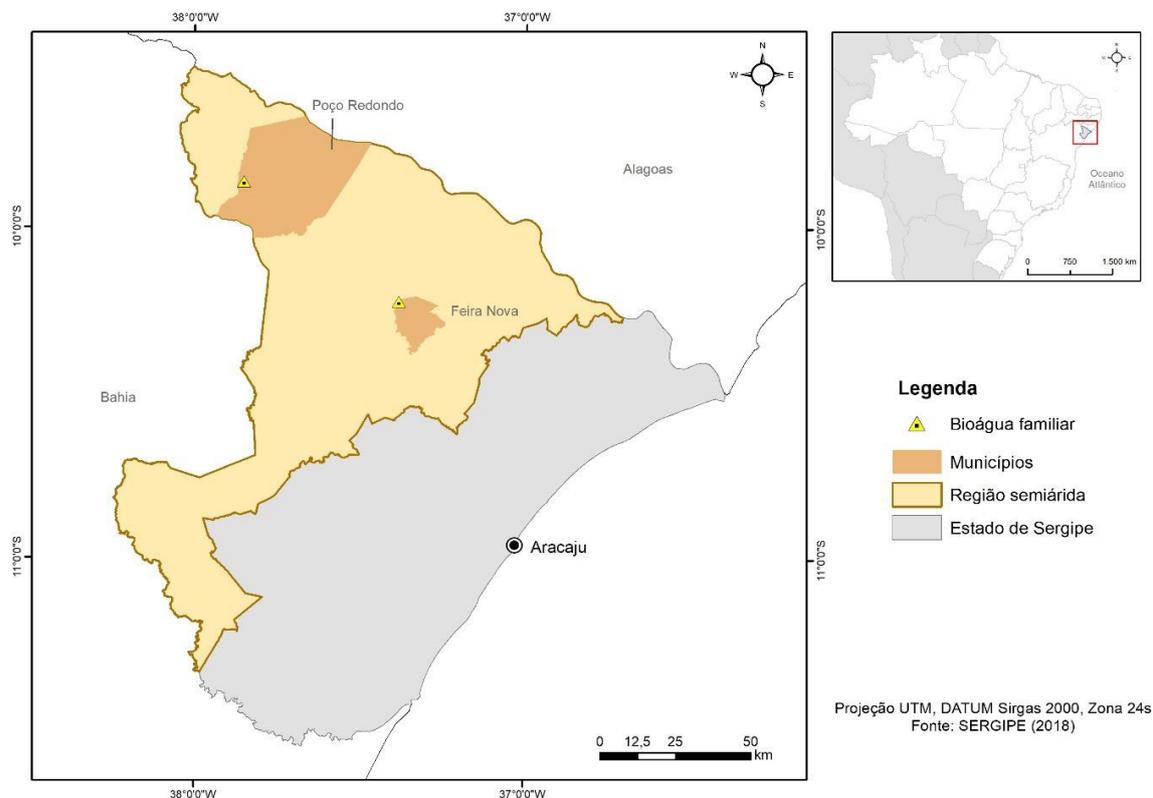
das famílias, os contextos socioeconômicos nos quais estão inseridas, as características edafoclimáticas das propriedades, os recursos disponíveis, o uso e ocupação das terras e identificar as principais potencialidades e necessidades (BALEM, 2015; VERDEJO, 2006).

A partir dos dados coletados foram selecionadas duas famílias. A família A, composta por 3 integrantes (mãe, pai e filha), reside na Colônia Hebert de Souza, localizada no município de Poço Redondo - SE. O local não possui uma rede de abastecimento regular de água, este é realizado através da contratação de carros-pipas particulares. A família tem como fontes de renda a produção e o comércio de leite, o fornecimento de ração para gado a terceiros e uma mercearia, gerida pela agricultora mãe. Essa gama de atividades resulta em um trânsito intenso de pessoas na propriedade e, possivelmente, um elevado uso de água.

Já a família B possui a mesma composição familiar e reside no Povoado São Domingos, município de Feira Nova - SE. A residência é provida de abastecimento de água pela companhia estadual de saneamento (DESO). A renda familiar advém da criação de porcos e do trabalho da matriarca como diarista e lavadeira de roupas, atividade esta que requer um volume alto de água e, conseqüentemente, pode gerar uma grande quantidade de esgoto doméstico.

Na Figura 1 estão retratados a delimitação do semiárido sergipano, os municípios onde os dois sistemas Bioágua Familiar foram instalados e a localização destes.

Figura 1: Localização dos dois sistemas Bioágua Familiar instalados no semiárido sergipano.



Fonte: Autoria própria, 2020.

#### 4.2. Construção dos sistemas de reuso de águas cinzas

Foram construídos dois sistemas de reuso de águas cinzas, um em cada propriedade das famílias agricultoras selecionadas. O produto da tecnologia implantada foi o “Sistema de Tratamento e Reuso de Água Cinza Domiciliar, Modelo de Tecnologia Social de Acesso à Água nº 11”, especificado pela Instrução Operacional nº 3, de 12 de maio de 2016, da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (BRASIL, 2016), desenvolvido a partir do sistema Bioágua Familiar descrito por Santiago et al. (2015).

O modelo é constituído por uma convergência hidráulica para o escoamento das águas cinzas da residência até a caixa de gordura, um filtro biológico (composto, de cima para baixo, por camadas de 0,1 m de húmus de minhoca, 0,5 m de raspas de

madeira, de 0,1 m de areia lavada, de 0,1 m de brita e 0,2 m de seixo rolado), um tanque de reuso para armazenamento do efluente tratado, um minhocário para produção de húmus, uma cobertura para proteção do filtro biológico e do minhocário contra a radiação solar e chuvas, uma caixa d'água com capacidade de 0,5 m<sup>3</sup>, uma estrutura de sustentação para ela e uma eletrobomba com todas as instalações hidráulicas e elétricas necessárias para o bombeamento do efluente do tanque de reuso à caixa d'água.

Além disso, foram adicionados aos projetos o cercamento dos quintais produtivos, os sistemas de irrigação, destinados à utilização da água de reuso na irrigação de culturas agrícolas, e as primeiras sementes e mudas para o estabelecimento destas.

Os quintais foram cercados com tela galvanizada fixadas nas estacas de madeira com arame liso galvanizado. Optou-se pelo sistema de irrigação de gotejamento xique-xique por gravidade, o qual consiste na utilização de mangueiras de polietileno (diâmetro igual a 0,016 m) perfuradas manualmente com furos de 0,0016 m de diâmetro cobertos por uma braçadeira confeccionada a partir de pedaços de 0,05 m de comprimento da própria mangueira (COELHO et al., 2012).

A opção por esse tipo de irrigação se deve ao seu menor custo de manutenção e substancial redução nas despesas com energia elétrica, que passam a ser insignificantes. Outrossim, a técnica de gotejamento possui maior eficiência, com diminuição do desperdício, e evita o contato direto da água com as partes comestíveis dos alimentos (SANTIAGO et al. 2015; SILVA et al., 2018a; SILVA; PEREIRA; AZEVEDO, 2019).

Ambas as construções contaram com a participação ativa das famílias, com a utilização de mão-de-obra local e seguiram as orientações técnicas descritas na Instrução Normativa acima referida, tendo sido realizadas adequações de acordo com as especificidades de cada propriedade e a disposição das residências em relação aos quintais (figuras 2-A, 2-B, 2-C e 2-D).

Figura 2: Construção dos sistemas Bioágua Familiar em Poço Redondo - SE (figuras 2-A e 2-B) e em Feira Nova - SE (figuras 2-C e 2-D).



Fonte: Autoria própria, 2019.

### 4.3. Validação da tecnologia social

Com o intuito de validar a tecnologia social, avaliou-se o quantitativo de efluente produzido pelos sistemas de reuso utilizado na irrigação das culturas agrícolas nos quintais, os efeitos da mesma na agrobiodiversidade das duas propriedades e a produção dos sistemas agrícolas em ambos os casos.

Para aferir o volume de água de reuso utilizado nos sistemas, foram instalados hidrômetros na saída de cada bomba d'água dos dois sistemas de irrigação (Figura 3) e realizou-se leituras mensais dos mesmos. O hidrômetro utilizado foi o da marca Hidrometer modelo "Unijato Relojoaria Inclinação", com diâmetro nominal de 15 mm, vazão máxima de  $3 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , vazão mínima de  $0,03 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , máxima indicação de leitura igual  $9999,999 \text{ m}^3$ , mínima indicação de leitura equivalente a  $0,00002 \text{ m}^3$ , pressão

máxima de trabalho 10 Bar e temperatura máxima de trabalho de 40 °C (HIDROMETER, 2020).

Figura 3: Hidrômetro instalado na saída da bomba d'água do sistema de irrigação do Bioágua Familiar, Poço Redondo - SE.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Foram obtidas informações pluviométricas dos municípios onde as famílias residem com o propósito de relacionar a quantidade de chuvas ocorrentes em ambos os locais e o volume de efluente utilizado para a irrigação nos quintais. Os dados referentes ao município de Poço Redondo foram obtidos no site da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – ENDAGRO (ENDAGRO, 2020), já para o município de Feira Nova foram utilizados os dados de Nossa Senhora da Glória - SE, município vizinho, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (INMET, 2020).

A fim de verificar o impacto da tecnologia na agrobiodiversidade nos quintais das propriedades contempladas, foi averiguada a diversidade de culturas agrícolas cultivadas nos mesmos antes e depois da implantação da tecnologia social. Além disso, as produções dessas culturas nos quintais e a comercialização das mesmas foram monitoradas através de anotações semanais realizadas pelas próprias agricultoras em uma caderneta de produção inspirada na caderneta de agroecológica discutida por Lopes Neto et al. (2015) e Cardoso et al. (2019) (Figura 4). Adotou-se o modelo de produção agroecológico nos quintais produtivos, sem a utilização de agroquímicos.

Figura 4: Agricultora com sua caderneta destinada à anotação da produção em seu quintal produtivo e as comercializações da mesma, Feira Nova - SE.



Fonte: Autoria própria, 2020.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Sistema de reuso e custo de implantação dos mesmos

Os dois sistemas de tratamento de águas cinzas foram construídos no fim de novembro de 2019, um dos sistemas de irrigação em 14 de janeiro e o outro em 5 de fevereiro do ano seguinte. Estes encontram-se em pleno funcionamento, sem interrupções.

Nas tabelas 1, 2, 3 e 4 estão descritas as despesas referentes à construção dos sistemas Bioágua Familiar (convergência hidráulica, caixa de gordura, biofiltro, tanque de reuso, minhocário, cercamento da área dos quintais e sistema de irrigação) nas propriedades de cada uma das famílias contempladas e o total gasto com cada item nos dois sistemas.

A Tabela 1 é referente os custos relativos aos materiais de construção e às tubulações e conexões hidráulicas usados nos elementos dos sistemas de reuso. Os itens especificados foram adquiridos em loja de materiais de construção localizada no município de Nossa Senhora da Glória - SE em novembro de 2019 e o frete foi por conta do vendedor.

Tabela 1: Lista dos materiais de construção e das tubulações e conexões hidráulicas necessários para a obra dos elementos dos sistemas Bioágua Familiar das famílias A e B (caixa de gordura, biofiltro, tanque de reuso, minhocário, cobertura de madeira e convergência hidráulica), com seus respectivos custos e o custo total dos mesmos em ambos os projetos.

Descrição	Unidade	Quantidade			Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
		Família A	Família B	Total		
<b>1. Materiais de construção</b>						
Água	m <sup>3</sup>	16,00	0,00	16,00	8,15	130,40
Arame liso galvanizado BWG 12	Kg	5,00	5,00	10,00	15,00	150,00
Arame recozido	Kg	0,50	0,50	1,00	12,00	12,00
Areia grossa	m <sup>3</sup>	3,50	3,50	7,00	130,00	910,00
Arruela para parafuso	Und	6,00	6,00	12,00	0,18	2,16

Barrote de madeira						
Maçaramduba 5 cm x 7 cm (2 x 4,5 m, 2 x 2,0 m e 4 x 2,5 m)	m	11,50	11,50	23,00	16,96	390,08
Brita 3/4	m <sup>3</sup>	0,50	0,50	1,00	160,00	160,00
Caibro de madeira						
Maçaramduba 3 cm x 5 cm (12 x 2,5 m)	m	15,00	15,00	30,00	2,63	78,90
Cimento - 50 kg	sc	13,00	13,00	26,00	21,00	546,00
Composto orgânico	sc	4,00	0,00	4,00	0,00	0,00
Esterco	sc	0,00	4,00	4,00	15,00	60,00
Impermeabilizante para concreto	Und	1,00	1,00	2,00	14,00	28,00
Parafuso francês 5/16x4	Und	6,00	6,00	12,00	1,83	21,96
Porca para parafuso	Und	6,00	6,00	12,00	0,18	2,16
Prego caibral 3.1/2 x 9	Kg	1,00	1,00	2,00	13,00	26,00
Raspa de madeira (maravalha)	sc	12,00	12,00	24,00	5,00	120,00
Sombrite (4,2 m de largura)	m	4,00	4,00	8,00	13,68	109,44
Telha cerâmica	milheiro	0,35	0,35	0,70	370,00	259,00
Vergalhão 1/4 (6,3 mm)	Und	4,00	4,00	8,00	18,00	144,00

## 2. Tubulações e conexões

Bucha de redução esgoto 50x40 mm	Und	1,00	1,00	2,00	1,50	3,00
CAP esgoto 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	2,00	4,00
Fita isolante 25 m	Und	1,00	1,00	2,00	7,72	15,44
Fita veda rosca 25 m	Und	1,00	1,00	2,00	5,50	11,00
Joelho 45° de esgoto soldável 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	1,50	3,00
Joelho 90° de esgoto soldável 40 mm	Und	8,00	8,00	16,00	1,00	16,00
Joelho 90° de esgoto soldável 50 mm	Und	2,00	1,00	3,00	2,50	7,50
Redução esgoto 50x40 mm	Und	1,00	1,00	2,00	1,50	3,00
Redução esgoto 75x50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	3,50	7,00
Tê de esgoto soldável 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	3,50	7,00
Tê esgoto 40 mm	Und	3,00	3,00	6,00	2,00	12,00
Tê esgoto 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	3,50	7,00
Tubo esgoto 40 mm (6m)	Und	4,00	4,00	8,00	22,00	176,00
Tubo esgoto 50 mm (6m)	Und	6,00	1,00	7,00	34,00	238,00
Adaptador soldável curto 32x1	Und	6,00	6,00	12,00	1,50	18,00
CAP soldável 32 mm	Und	6,00	6,00	12,00	1,20	14,40
Joelho 90° soldável 32 mm	Und	4,00	4,00	8,00	1,20	9,60
Registro esfera soldável 32 mm	Und	2,00	2,00	4,00	10,00	40,00

Tubo PVC 32 mm	Und	2,00	2,00	4,00	15,00	60,00
Tê soldável 32 mm	Und	4,00	4,00	8,00	3,00	24,00
Luva de redução 50x32 mm	Und	2,00	2,00	4,00	3,00	12,00
<b>3. Convergência hidráulica</b>						
Bucha de redução esgoto 50x40 mm	Und	1,00	1,00	2,00	1,50	3,00
CAP esgoto 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	2,00	4,00
Fita isolante 25 m	Und	1,00	1,00	2,00	7,72	15,44
Fita veda rosca 25 m	Und	1,00	1,00	2,00	5,50	11,00
Joelho 45° de esgoto soldável 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	1,50	3,00
Joelho 90° de esgoto soldável 40 mm	Und	8,00	8,00	16,00	1,00	16,00
Joelho 90° de esgoto soldável 50 mm	Und	2,00	1,00	3,00	2,50	7,50
Redução esgoto 50x40 mm	Und	1,00	1,00	2,00	1,50	3,00
Redução esgoto 75x50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	3,50	7,00
Tê de esgoto soldável 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	3,50	7,00
Tê esgoto 40 mm	Und	3,00	3,00	6,00	2,00	12,00
Tê esgoto 50 mm	Und	1,00	1,00	2,00	3,50	7,00
Tubo esgoto 40 mm (6m)	Und	4,00	4,00	8,00	22,00	176,00
Tubo esgoto 50 mm (6m)	Und	6,00	1,00	7,00	34,00	238,00
Adaptador soldável curto 32x1	Und	6,00	6,00	12,00	1,50	18,00
CAP soldável 32 mm	Und	6,00	6,00	12,00	1,20	14,40
Joelho 90° soldável 32 mm	Und	4,00	4,00	8,00	1,20	9,60
Registro esfera soldável 32 mm	Und	2,00	2,00	4,00	10,00	40,00
Tubo PVC 32 mm	Und	2,00	2,00	4,00	15,00	60,00
Tê soldável 32 mm	Und	4,00	4,00	8,00	3,00	24,00
Luva de redução 50x32 mm	Und	2,00	2,00	4,00	3,00	12,00
<b>Total</b>						<b>4.525,98</b>

Fonte: Autoria própria, 2020.

Em razão da família A residir em uma região desprovida de uma rede de abastecimento de água, foi necessária a compra de um caminhão-pipa de água potável (16 m<sup>3</sup>), para a realização da construção.

É possível utilizar diferentes tipos de materiais orgânicos para a composição da camada mais superficial do biofiltro, de acordo com a disponibilidade dos mesmos na região, entre eles: esterco (bovino, ovino, caprino ou avícola), composto orgânico ou húmus. Nos trabalhos em questão foram utilizados composto orgânico no projeto

da família A, doado pela Petrobrás, e esterco ovino no projeto da família B, adquirido em fornecedor localizado nas redondezas da propriedade. As minhocas californianas foram cedidas pela Embrapa Tabuleiros Costeiros e a Unidade de Produção Camponesa (UPC).

O seixo rolado é um material facilmente encontrado nas estradas e nos terrenos próximos às propriedades em questão, portanto o mesmo foi coletado nesses lugares, sem a necessidade de comprá-lo.

Para executar os projetos buscou-se utilizar mão-de-obra local, como forma de capacitá-la e fomentar trabalho e renda na região. Nesse sentido, foi contratado um pedreiro e ajudantes de pedreiro para a realização das obras dos sistemas de reuso. Para a execução dessas atividades, na propriedade da família A foram necessários 5 dias de trabalho do pedreiro e de um ajudante, já na propriedade da família B houve a necessidade da contratação de um segundo ajudante a partir do segundo dia de obras para atender as questões logísticas e assim concluir as atividades em 4 dias.

O custo referente às escavações das valetas do biofiltro e do tanque de reuso variou de acordo com o valor da mão-de-obra do local e com as características do solo da propriedade, como a altura do leito rochoso, a pedregosidade e a textura do mesmo. Em cada propriedade foi utilizado um método de escavação: no projeto da família A, onde o leito de rocha é mais superficial, ela foi realizada de forma mecanizada, já no da família B foi executada manualmente.

Os custos relacionados à mão-de-obra e as despesas com as escavações das valetas para a construção dos biofiltros e tanques de reuso estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Despesas com a mão-de-obra e as escavações das valetas para a construção dos biofiltros e tanques de reuso dos dois projetos de reuso de águas cinzas com seus respectivos custos e total gasto com essas despesas.

Descrição	Unidade	Quantidade			Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
		Família A	Família B	Total		
Pedreiro	diária	5,00	4,00	9,00	100,00	900,00
Ajudante de pedreiro 1	diária	5,00	4,00	9,00	60,00	540,00
Ajudante de pedreiro 2	diária	0,00	3,00	3,00	60,00	180,00
Escavação manual	und	0,00	1,00	1,00	250,00	250,00
Escavação mecanizada (retroescavadeira)	hora máquina	1,00	0,00	1,00	120,00	120,00
<b>Total (R\$)</b>						<b>1.990,00</b>

Fonte: Autoria própria, 2020.

O engajamento das famílias foi fundamental para o sucesso dos sistemas. Isso pôde ser comprovado a partir das suas participações no cercamento do quintal, tarefa à qual foi executada por elas, sem a contratação de mão-de-obra externa. Portanto, as despesas relativas a essa atividade se resumiram à compra da tela galvanizada, estacas, grampos e arame, demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3: Lista referente à quantidade e aos custos dos materiais usados no cercamento do quintal de cada família.

Descrição	Unidade	Quantidade			Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
		Família A	Família B	Total		
Estacas	und	40,00	36,00	76,00	8,00	608,00
Grampo	kg	1,00	1,00	2,00	12,00	24,00
Tela galvanizada tipo galinheiro	m	80,00	70,00	150,00	6,00	900,00
Arame liso galvanizado n° 14 (rolo com 1000 m)	und	0,50	0,50	1,00	500,00	500,00
<b>Total (R\$)</b>						<b>2.032,00</b>

Fonte: Autoria própria, 2020.

Para cada uma das famílias foi projetado um sistema de irrigação específico, conforme o arranjo do quintal. Na Tabela 4 estão listados os materiais de irrigação utilizados em cada um dos projetos, suas quantidades e seus respectivos custos. Eles foram adquiridos em loja agropecuária do município de Canindé de São Francisco - SE em janeiro de 2020.

Tabela 4: Lista dos materiais de irrigação adquiridos para os projetos de irrigação de cada família, com seus respectivos quantidades e custos.

Descrição	Unidade	Quantidade			Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
		Família A	Família B	Total		
Adaptador caixa d'água 32x1	und	2,00	2,00	4,00	12,00	48,00
Adaptador caixa d'água 50x1.1/2	und	1,00	1,00	2,00	13,00	26,00
Adesivo PVC incolor 175g	und	1,00	1,00	2,00	12,00	24,00
Anel de vedação (chula)	und	10,00	10,00	20,00	0,40	8,00
Cabo pp 2 x 2,5 mm 500V	m	20,00	20,00	40,00	8,16	326,40
Caixa d'água de polietileno 0,5 m <sup>3</sup>	und	1,00	1,00	2,00	185,00	370,00
CAP soldável PVC Irrigação 50 mm	und	9,00	9,00	18,00	4,00	72,00
Curva 90° PVC 32 mm	und	2,00	3,00	5,00	4,00	20,00
Curva 90° PVC Irrigação 50 mm	und	5,00	8,00	13,00	7,00	91,00
Disjuntor 10 <sup>a</sup>	und	1,00	1,00	2,00	9,00	18,00
Fim de linha 16 mm	und	9,00	9,00	18,00	0,60	10,80
Fita veda rosca 25 m	und	1,00	1,00	2,00	5,50	11,00
Início de linha 16 mm	und	10,00	10,00	20,00	0,60	12,00
Lixa	und	2,00	2,00	4,00	2,50	10,00
Motobomba periférica 1/2 CV	und	1,00	1,00	2,00	220,00	440,00
Pino tomada fêmea 2P padrão	und	1,00	1,00	2,00	5,00	10,00
Pino tomada macho 2P padrão	und	1,00	1,00	2,00	5,00	10,00

Registro de esfera soldável PVC Irrigação 32 mm	und	2,00	2,00	4,00	10,00	40,00
Registro de esfera soldável PVC Irrigação 50 mm	und	5,00	5,00	10,00	14,00	140,00
Tê com redução PVC Irrigação 50x32 mm	und	1,00	1,00	2,00	6,00	12,00
Tê PVC Irrigação 50 mm	und	8,00	8,00	16,00	6,00	96,00
Torneira plástica para jardim 1/2"	und	1,00	1,00	2,00	3,00	6,00
Tubo PE Irrigação 16 mm (rolo com 100 m)	und	150,00	150,00	300,00	0,80	240,00
Tubo PVC Irrigação 32 mm	und	2,00	11,00	13,00	15,00	195,00
Tubo PVC Irrigação 50 mm	und	4,00	5,00	9,00	17,00	153,00
União soldável PVC 32 mm	und	2,00	2,00	4,00	7,00	28,00
Válvula de pé com crivo 32 mm	und	1,00	1,00	2,00	22,00	44,00
<b>Total (R\$)</b>						<b>2.461,20</b>

Fonte: Autoria própria, 2019.

Ressalta-se que em futuras replicações dessa tecnologia, alguns dos materiais usados tanto na convergência hidráulica e no projeto de irrigação, como as tubulações e conexões hidráulicas, quanto no cercamento do quintal (tela, estacas e grampos), irão distinguir dos dados apresentados nas tabelas apresentadas anteriormente, de acordo com a disposição das saídas de esgoto na casa, do quintal e do projeto de irrigação delineado.

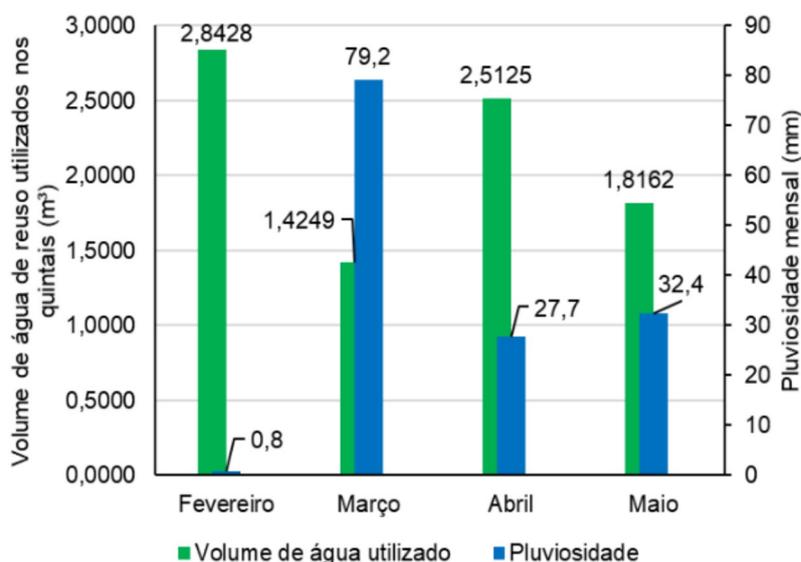
A partir da soma das despesas expostas nas tabelas anteriores, concluiu-se que o total desembolsado com os dos dois sistemas de reuso de águas cinzas, incluindo o cercamento do quintal produtivo e o sistema de irrigação projetado para ele, foi igual a R\$ 11.009,18, o que resulta em um custo médio de R\$ 5.504,59 por cada projeto. Esse valor equivale U\$ 1.323,84, de acordo com a média dos valores do dólar no mês de novembro de 2019 divulgados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) (CEPEA, 2020).

O custo de implantação calculado foi inferior ao indicado por Santiago e Jalfim (2018), os quais afirmavam que esse valor seria de aproximadamente R\$ 8.000,00, o que correspondia a cerca de U\$ 2.500,00 na época, segundo os autores.

## 5.2. Validação da tecnologia social

Baseado nas leituras dos hidrômetros e nos dados pluviométricos das regiões onde os sistemas foram instalados, dos meses de fevereiro, março, abril e maio de 2020, verificou-se que no caso da família A foi observado um volume total de 140,1 mm de chuva, proporcional a uma média de 35,025 mm por mês, e foram utilizados um total de 8,5965 m<sup>3</sup> do efluente tratado produzido pelo Bioágua Familiar na irrigação dos cultivos do seu quintal, o que equivale a uma média mensal de 2,1491 m<sup>3</sup>. Os meses mais secos foi fevereiro com 0,8 mm e março foi o mês mais chuvoso com 79,2 mm. O volume de água utilizado para irrigação apresentou um comportamento inverso, de modo que os meses nos quais a irrigação foi menos e mais utilizada, de forma respectiva, foram março (1,4249 m<sup>3</sup>) e fevereiro (2,8428 m<sup>3</sup>) (Figura 5).

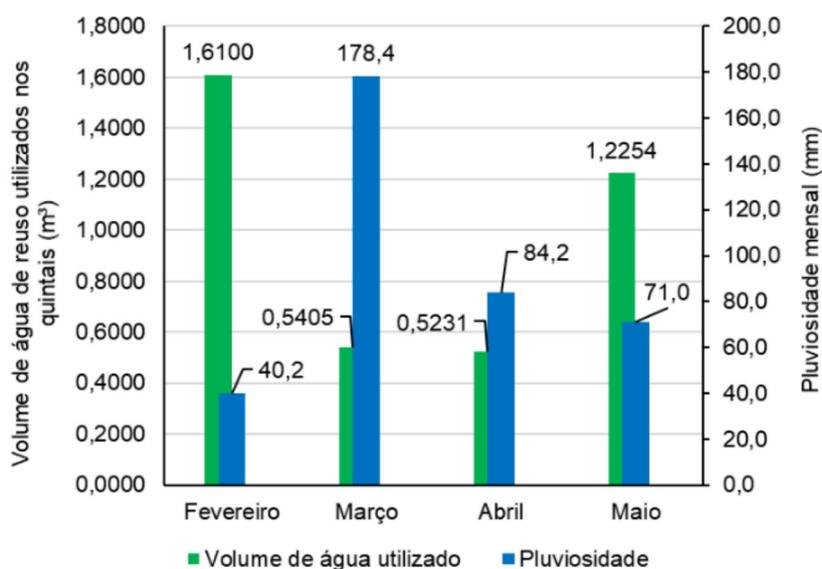
Figura 5: Volume de água de reuso produzida pelo Bioágua Familiar utilizado na irrigação das culturas agrícolas do quintal da família A e a pluviosidade do município de Poço Redondo - SE, nos meses fevereiro, março, abril e maio de 2020.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Em relação à família B, constatou-se uma pluviosidade total de 373,8 mm, equivalente a uma média mensal de 93,45 mm, e foram aplicados 3,8990 m<sup>3</sup> de água de reuso na irrigação das culturas agrícolas do seu quintal, o que corresponde a uma média de 0,9748 m<sup>3</sup> por mês. Assim como no outro caso, o mês que menos choveu (40,2 mm) e no qual a irrigação foi mais usada (1,61 m<sup>3</sup>) foi fevereiro. Entretanto, apesar de março também ter sido o mês mais chuvoso (178,4 mm), esse foi o mês que apresentou o segundo menor uso de irrigação (0,5405 m<sup>3</sup>), atrás apenas de abril (0,5231 m<sup>3</sup>) (Figura 6). O volume médio mensal de água de reuso utilizado na irrigação foi de 1,5619 m<sup>3</sup> em cada quintal.

Figura 6: Volume de água de reuso produzida pelo Bioágua Familiar utilizado na irrigação das culturas agrícolas do quintal da família B e a pluviosidade do município de Nossa Senhora da Glória - SE, nos meses fevereiro, março, abril e maio de 2020.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Como visto, a região da família A apresentou uma menor pluviosidade do que a da família B em todos os meses estudados, isso foi refletido no maior volume de água de reuso utilizado para irrigação dos cultivos agrícolas. Além disso, é possível confirmar a relação inversa entre o volume de chuvas e o uso de irrigação e perceber

a importância do Bioágua Familiar para possibilitar o cultivo de culturas agrícolas durante períodos secos do ano em regiões com escassez hídrica.

Com intuito de avaliar o efeito da tecnologia na agrobiodiversidade dos quintais das propriedades familiares, durante a primeira visita às famílias foram constatados os cultivos de 3 culturas agrícolas no quintal da família A – palma, ervas medicinais e laranja – e de 8 culturas no quintal da família B – palma, goiaba, graviola, laranja, cana-de-açúcar, coqueiro, seriguela e banana.

Após a construção dos sistemas de reuso de águas cinzas, a família A introduziu em seu quintal as culturas do coentro, alface, tomateiro, abóbora, melancia, mamão, cenoura, manjeriço, pimentão e quiabo. Considerando as culturas ante e pós uso da tecnologia, somam-se 13 espécies vegetais cultivadas (Figura 7).

Figura 7: Quintal produtivo da família A após a instalação do sistema Bioágua Familiar, Poço Redondo - SE, 2020.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Já no quintal família B, decorrido o mesmo período desde a implantação da tecnologia social, foram introduzidas os cultivos de coentro, rúcula, couve, alface, melancia, quiabo, pimentão, fava, cebolinha, cebola, berinjela, pimenta malagueta, pimenta biquinho, alho, maxixe, beterraba, cenoura, tomate, milho, maracujá, mamoeiro e leguminosas para a alimentação dos animais como a gliricídia e a moringa. Dessa maneira, totalizam-se 31 culturas cultivadas em seu quintal produtivo (Figura 8).

Figura 8: Quintal produtivo da família B, após a instalação do sistema Bioágua Familiar Feira Nova - SE, 2020.

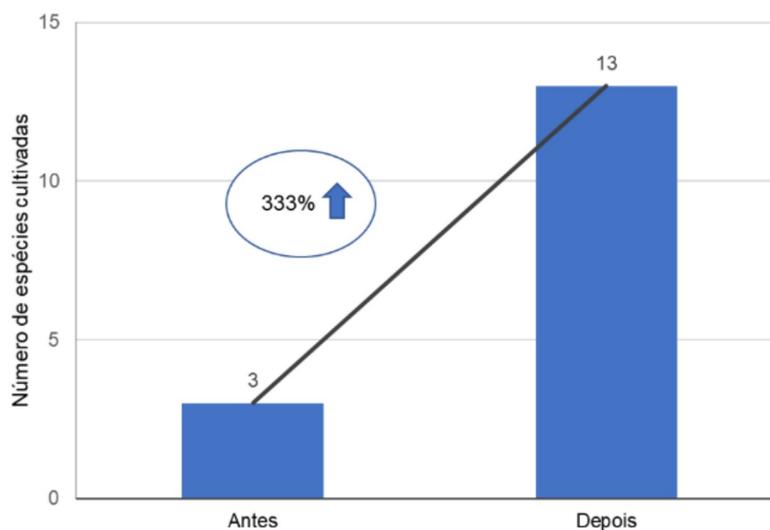


Fonte: Autoria própria, 2020.

Ao comparar a agrobiodiversidade dos quintais antes e depois da introdução dos sistemas de reuso de águas cinzas, observa-se o aumento desta nos casos de ambas as famílias. No quintal da família A ocorreu um aumento entorno de 333%

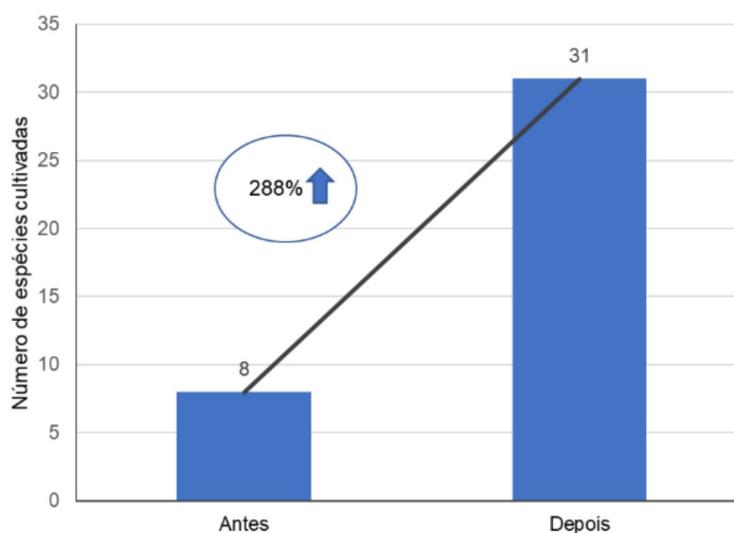
(Figura 9), já no da família B este foi equivalente a aproximadamente 288% (Figura 10), o que resulta em um aumento médio de 310,4%.

Figura 9: Evolução do número de espécies vegetais cultivadas no quintal produtivo da família A antes e depois da implantação da tecnologia social de reuso de águas cinzas.



. Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 10: Evolução do número de espécies vegetais cultivadas no quintal produtivo da família B antes e depois da implantação da tecnologia social de reuso de águas cinzas.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Barbosa et al. (2019) e Santos et al. (2016), também constataram em seus trabalhos o aumento na diversidade de vegetais cultivados em quintais de famílias contempladas por essa tecnologia e ressaltam a influência positiva para a saúde e segurança alimentar das mesmas e, conseqüentemente, na qualidade de vida delas. De forma que, ao diversificar as suas produções agrícolas as famílias incrementam suas alimentações com uma maior variedade de alimentos saudáveis e de qualidade, os quais, antes, teriam que ser comprados no mercado.

O fato de a produção nos quintais produtivos seguir princípios agroecológicos é outro fator relevante para a melhoria da saúde dessas famílias, como defendido por Azevedo e Pelicioni (2011).

A implantação dos sistemas de reuso de águas cinzas geraram reflexos também na renda das famílias contempladas. A partir das anotações das cadernetas de produção das agricultoras, realizadas durante os meses de maio e junho de 2020, verificou-se que a venda do excedente agrícola produzidos nos quintais produtivos proporcionou um faturamento total de R\$ 782,49 para as duas famílias, equivalente a uma receita média de R\$ 391,25 por família durante os dois meses apurados e a uma renda familiar extra média mensal de R\$ 195,62.

Levando-se em consideração o valor do faturamento familiar médio mensal possibilitado pelo Bioágua no período estudado e o custo médio de implantação do sistema apresentado no item 3.1 deste relatório, é possível concluir que o último deverá ser pago após 28,14 meses de produção nos quintais produtivos.

É importante ressaltar que os meses nos quais foram feitas as anotações da produção dos quintais e das vendas são chuvosos, o que influencia positivamente essas duas variáveis. Portanto, é necessário realizar um acompanhamento contínuo e mais duradouro para confirmar o potencial produtivo e econômico do Bioágua Familiar, inclusive durante as épocas mais secas do ano.

Além dos aspectos de agrobiodiversidade, nutricionais e econômicos, a referida tecnologia social proporcionou um correto destino às águas cinzas produzidas pelas famílias, as quais eram despejadas no meio ambiente, sem tratamento prévio, o que ocasionava mal cheiro e podia funcionar como foco de doenças e de proliferação de vetores de agentes patogênicos. Isso pode ser evidenciado nas figuras 11-A e 11-

B, que retratam o mesmo local do quintal de umas das famílias antes e após a introdução do Bioágua Familiar, respectivamente.

Figura 11: Local de um dos quintais onde as águas cinzas eram despejadas antes do sistema de reuso (Figura 11-A) e depois do mesmo (Figura 11-B).



Fonte: Autoria própria, 2020.

Essa evidência confirma que o sistema Bioágua Familiar configura-se como uma alternativa para ameniza os problemas ambientais e sanitários decorrentes da ausência de saneamento básico rural, em concordância com o afirmado por Santiago e Jalfim (2018), Santiago et al. (2015), Silva, Pereira, Azevedo (2019) e Silva, Medeiros, Silva (2012).

## **6. CONCLUSÕES**

A partir do presente trabalho, pode-se concluir que o sistema Bioágua Familiar é uma tecnologia social adequada econômica e socioambientalmente à realidade das famílias agricultoras residentes no semiárido sergipano. Pois permite o reuso de água cinza tratada na irrigação de culturas agrícolas e, assim, possibilita a produção de alimentos, favorece a segurança alimentar, gera renda e diminui a poluição ambiental acarretada pelo despejo incorreto de esgoto doméstico e a ocorrência de doenças consequentes disso.

## 7. PERSPECTIVAS

Esse estudo traz à tona a necessidade de trabalhos futuros os quais permitam a continuação do acompanhamento dos dois sistemas Bioágua Familiar por ele abordados, com objetivo de levantar mais dados relacionados aos custos e dificuldades da manutenção e manejo dos sistemas, à vida útil dos mesmos, à produção e venda dos produtos produzidos nos quintais produtivos – também em épocas menos chuvosas – e às maneiras como as famílias irão interagir com essa tecnologia social ao longo dos anos seguintes.

Além disso fica evidente que são necessárias as implantações de mais sistemas similares para, dessa forma, aumentar o número de amostras e expandir o universo de realidades nas quais essa tecnologia pode ser estudada e testada, o que inclui a possibilidade do surgimento de prós e contras até então desconhecidos.

Outro aspecto importante é a confirmação da qualidade do efluente produzido pelo Bioágua Familiar para fins de irrigação. Portanto, é imprescindível a realização de estudos que avaliem quimicamente o efluente e a eficiência da tecnologia no tratamento de águas cinzas para esse fim.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ZOUBY, J. Y.; AL-ZBOON, K. K.; AL-TABBAL, J. A. Low-cost treatment of grey water and reuse for irrigation of home garden plant. **Environmental Engineering And Management Journal**, [s.l.], v. 16, n. 2, p.351-359, 2017. OAIMDD - EcoZone Publishing House. <http://dx.doi.org/10.30638/eemj.2017.035>.

ANDRADE, J. A. de; NUNES, M. A.. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço/UFVJM**, Diamantina/MG, v. 3, n. 2, p. 28-39, dez. 2014. Disponível em: <http://www.revistaespinhaco.com/index.php/journal/article/view/60>. Acesso em: 17 fev. 2020.

ARAUJO, T. M. P. de. **Potencial de captação da chuva e avaliação da qualidade de água de cisternas em Poço Redondo, Sergipe**. 2015. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Núcleo de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, 2015. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/4216>. Acesso em: 04 mai. 2020.

AZEVEDO, E. de; PELICIONI, M. C. F. Promoção da Saúde, Sustentabilidade e Agroecologia: uma discussão intersetorial. : uma discussão intersetorial. **Saúde e Sociedade**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 715-729, set. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902011000300016>

BALEM, T. A. **Extensão e desenvolvimento rural**. Santa Maria/RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, 2015. 123 p. Disponível em: [http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos\\_fruticultura/segunda\\_etapa/extensao\\_desenvolvimento\\_rural.pdf](http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_fruticultura/segunda_etapa/extensao_desenvolvimento_rural.pdf). Acesso em: 04 mai. 2020.

BARBOSA, M. T.; MARTINS, A. S.; ARAÚJO, F. J. F de; SALLES, M. J. IV-156 - Avaliação da sustentabilidade de sistemas de reúso de água cinza doméstica para agricultura familiar em comunidades rurais do estado do Ceará. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 2019, Natal/RN. **Anais Eletrônicos**... Natal/RN: ABES, 2019, p. 1-7. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/anaiseletronicos/trabalhos.php?evento=45&grupo=1&pagina=85>. Acesso em: 09 mai. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Modelo da tecnologia social de acesso à água nº 11: sistema de tratamento e reuso de água cinza domiciliar**. Anexo único. Instrução Operacional nº 3, de 12 de maio de 2016. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília/DF, Seção 1, nº 91, 13 de maio de 2016, p. 174. Disponível em: <http://mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/marco-legal-1>. Acesso em: 17 fev. 2020.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília/DF, 5 jan. 2007. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445compilado.htm). Acesso em: 19/02/2020.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. **Confins**, [s.l.], n. 19, p.1-24, 12 nov. 2013. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/confins.8633>.

CARDOSO, E. M.; JALIL, L.; TELLES, L.; ALVARENGA, C.; WEITZMAN, R. Guia metodológico da caderneta agroecológica. Recife: FIDA, 2019. 38p. Disponível em: <http://portalsemear.org.br/wp-content/uploads/2019/06/Guia-de-uso.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2020.

CEPEA. Câmbio e taxas. Série dólar. 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/serie-de-preco/dolar.aspx>. Acesso em: 01 jun. 2020.

COELHO, C. F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J. C. de. Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 23, n. 4, p.801-810, ago. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018170077>.

COELHO, E. F.; SILVA, T. S. M da; PARIZOTTO, I.; SILVA, A. J. P. da; SANTOS, D. B. dos. Sistemas de irrigação para agricultura familiar. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/945666>. Acesso em: 19 fev. 2020.

COSTA, I. G. da; PIEROBON, F.; SOARES, E. C. A efetivação do direito ao saneamento básico no Brasil: do PLANASA ao PLANASB. **Meritum**, Belo Horizonte/mg, v. 13, n. 2, p.335-358, jul./dez. 2018. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/meritum/article/view/6185>. Acesso em: 19 fev. 2020.

ENDAGRO. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. Estatística Agropecuária. Pluviosidade. SERGIPE – Pluviosidade média por município jan-mai 2020. 2020. Disponível em: [https://www.emdagro.se.gov.br/?page\\_id=1736](https://www.emdagro.se.gov.br/?page_id=1736). Acesso em: 13 jul. 2020.

FALCÃO SOBRINHO, J.; MENDES, M. V. R.; SILVA, E. V. da; FALCÃO, C. L. da C. Os recursos hídricos em ambientes geomorfológicos distintos do nordeste brasileiro. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.39-54, 19 dez. 2017. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/1980082713320171688>.

FERNANDES, M. R. de M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q. de; FERNANDES, M. M. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 22, n. 4, p. 472-482, 23 out. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.121514>.

FIGUEIREDO, I. C. S.; DUARTE, N. C.; COASACA, R. L.; MAGALHÃES, T. M.; BARBOSA, A. C.; PORTELA, D. G.; MADRID, F. J. P. y L.; CRUZ, L. M. de O.; TONETTI, A. L. Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização. **Revista Dae**, [s.l.], v. 67, n. 220, p. 141-156, 2019. Revista DAE. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.061>.

FIRJAN. Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal – IFDM 2018, Ano base 2018. Disponível em: <http://publicacoes.firjan.org.br/ifdm2018/>. Acesso em: 16 fev. 2020.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Ministério da saúde. Panorama do Saneamento Rural no Brasil. 2017. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>. Acesso em: 16 fev. 2020.

GARCIA, M. S. D.; FERREIRA, M. de P. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, [S.l.], v. 2, n. 3, 12 p., jul. 2017. Disponível em: <http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393>. Acesso em: 19 fev. 2020.

HIDROMETER. Hidrômetro Unijato. Unijato Relojoaria Inclinação. Disponível em: <https://www.hidrometer.com.br/unijato-relojoaria-inclinada>. Acesso em: 31 mai. 2020.

IBGE. Semiárido Brasileiro. Edições. Sobre a publicação. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=sobre>. Acesso em: 10 fev. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Estações e dados. Estações automáticas. SE – Nossa Senhora da Glória. 2020. Disponível em: [https://www.emdagro.se.gov.br/?page\\_id=1736](https://www.emdagro.se.gov.br/?page_id=1736). Acesso em: 13 jul. 2020.

LOPES NETO, A. A.; FEITAL, A.; LOPES, I. L. L.; ALMEIDA, A.; TELLES, L. Caderneta Agroecológica: empoderando mulheres, fortalecendo a Agroecologia. Revista Agriculturas, v.12, n.4, p.43-47, 2015. Disponível em: <https://ctazm.org.br/bibliotecas/caderneta-agroecologica-empoderando-mulheres-fortalecendo-a-agroecologia-290.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2020.

MADRID, F. J. P. y L.; SCHNEIDER, J.; MARQUES, M. M. da S.; PARIZOTTO, M. C.; FIGUEIREDO, I. C. S.; TONETTI, A. L. Vermifiltração: o uso de minhocas como uma nova alternativa para o tratamento de esgoto. Revista Dae, [s.l.], v. 67, n. 220, p.128-140, 2019. Revista DAE. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.060>.

MANCAL, A.; LIMA; P. V. P. S.; KHAN, A. S.; MAYORGA, M. I. de O. À espera da seca que vem: capacidade adaptativa em comunidades rurais do semiárido. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [s.l.], v. 33, n. 2, p.257-281, mai./ago. 2016. <http://dx.doi.org/10.20947/s0102-30982016a0012>.

MEDEIROS, S. de S.; CAVALCANTE, A. de M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. de M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande/PB: Insa, 2012. 103 p. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/acervo-livros/198-sinopse-do-censo-demografico-para-o-semiarido-brasileiro>. Acesso em: 16 fev. 2020.

MISAL, N.; MOHITE, N. A. Community Wastewater Treatment By Using Vermifiltration Technique. **International Journal Of Engineering Research And Technology**, Delhi/Índia, v. 10, n. 1, p.363-365. 2017. Disponível em: [http://www.ripublication.com/irph/ijert\\_spl17/ijertv10n1spl\\_69.pdf](http://www.ripublication.com/irph/ijert_spl17/ijertv10n1spl_69.pdf). Acesso em: 19 fev. 2020.

OLIVEIRA, J. S.; TAVARES, F. C. de L. P.; LEAL, V. S.. Panorama da insegurança alimentar e nutricional no semiárido. In: CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE PERNAMBUCO (Org.). **Cadernos do Semiárido: riquezas &**

**oportunidades. Caderno 2 – Segurança alimentar e nutricional.** Recife/PE: Edufrpe, 2017. p. 66. Disponível em: <http://www.creape.org.br/cadernos-do-semiarido-riquezas-e-oportunidades/>. Acesso em: 17 fev. 2020.

PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; ANJOS, J. B. dos; BRITO, L. T. de L.; LOPES, P. R. C. Captação e Aproveitamento de Água de Chuva na Produção Agrícola dos Pequenos Produtores do Semi-árido Brasileiro: O Que Tem Sido Feito e como Ampliar Sua Aplicação no Campo. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., 1999, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Arido: Singapura/IRCSA, 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130549/1/Paulo-Roberto.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P. da. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terrae Didactica**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 34-50, 29 jun. 2012. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/td.v8i1.8637425>.

SANTIAGO, F.; JALFIM, F.; BLACKBURN, R.; DOMBROSKI, S.; MONTEIRO, L.; NANES, M.; DIAS, I.; GURGEL, R.; OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, G.; SANTOS, W.; PINHEIRO, M. R.; SALES, F.; SILVA, J. **Manual de Implantação e Manejo do Sistema Bioágua Familiar:** Reúso de água cinza doméstica para produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro. Caraúbas/RN: Atos, 2015. 194 f. Disponível em: [https://bioaguafamiliar.files.wordpress.com/2015/09/manual\\_bioagua\\_familiar\\_2015.pdf](https://bioaguafamiliar.files.wordpress.com/2015/09/manual_bioagua_familiar_2015.pdf). Acesso em: 19 fev. 2020.

SANTIAGO, F.; JALFIM, F. 2018. O Sistema Bioágua Familiar: Reúso de água cinza doméstica para produção de alimentos no semiárido brasileiro. IN: CTA, 2018. **Capitalização de experiências:** Lições para o desenvolvimento em Moçambique e no Brasil, v. 2. Experience Capitalization Series 5. Wageningen: CTA:22-27.

Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/97723>. Acesso em: 20 fev. 2020.

SANTOS, C. F. dos; MAIA, Z. M. G.; SIQUEIRA, E. S.; SOUZA, C. R. de. A contribuição da Bioágua para a segurança alimentar e sustentabilidade no Semiárido Potiguar brasileiro. **Sustentabilidade em Debate**, [s.l.], v. 7, p. 100-113, 7 dez. 2016. Editora de Livros IABS. <http://dx.doi.org/10.18472/sustdeb.v7n0.2016.18347>.

SCHWAB, D.; FREITAS, C. C. G. Tecnologia social: implicações e desafios da implantação. **Revista tecnologia e sociedade**, Curitiba/PR, v.12, n. 26, p.42-60, set./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/3794/3039>. Acesso em: 19 fev. 2020.

SILVA, B. B.; NOGUEIRA; C. D.; ANDRADE, M.; SILVEIRA, R. B.; REZENDE, S. Evidenciando experiências positivas em saneamento básico: visões do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). **Revista Dae**, [s.l.], v. 67, n. 220, p.69-86, 2019. Revista DAE. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.056>.

SILVA, E. A. A. da; SILVA, F. E. da; SILVA, M. E. L. da; ASSUNÇÃO, M. de S. L. Eficiência do sistema bioágua no tratamento de águas cinzas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DOS ENGENHEIROS SEM FRONTEIRAS, 5., 2018, Natal/RN. **Anais...** Natal/RN, 2018a. p. 1-9. Disponível em: <https://doity.com.br/anais/cbesf2018/trabalho/68574>. Acesso em: 02 jun. 2020.

SILVA, J. A. L.; PEREIRA, T. M. S.; AZEVEDO, P. V. Use of bio-water as social technology for semi-arid regions. **Caminhos de Geografia**, [s.l.], v. 20, n. 72, p. 242-250, 16 dez. 2019. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg207245138>.

SILVA, J. B.; SOBRINHO, L. D. G.; GOMES, R. A. G. A rale hídrica e a elite da água no semiárido brasileiro: a articulação entre o mercado dos carros-pipa, as cisternas residenciais, as hidrobiopolíticas e seus agenciamentos. **Contemporânea - Revista de Sociologia da Ufscar**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.943-962, 2019. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/2316-1329.120>.

SILVA, J. R. I.; SOUZA, R. M. S.; SANTOS, W. A.; ALMEIDA, A. Q. de; SOUZA, E. S. de; ANTONINO, A. C. D. Aplicação do método de Budyko para modelagem do balanço hídrico no semiárido brasileiro. **Scientia Plena**, [s.l.], v. 13, n. 10, p. 1-10, 30 nov. 2017. Associação Sergipana de Ciência. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2017.109908>.

SILVA, J. S.; PINHEIRO, L. I. F.; FERRAZ, M. I. F. Probabilidade de insegurança alimentar decorrentes de fatores socioeconômicos no semiárido brasileiro. In: **ENCONTRO INTERNACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL E ENCONTRO NACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL**, 7 e 14, 2019, Vitória/ES. Anais... Vitória/ES: Anais do Encontro Internacional e Nacional de Política Social, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/einps/article/view/25621>. Acesso em: 15 fev. 2020.

SILVA, M. M. da; MEDEIROS, P. R. F. de; SILVA, Ê. F. de F. e. Reúso da água proveniente de esgoto doméstico tratado para a produção agrícola no semiárido pernambucano. In: GHEYI, Hans Raj et al. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Campina Grande/PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p. 258. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/acervo-livros/195-recursos-hidricos-em-regioes-semiaridas-estudos-e-aplicacoes>. Acesso em: 20 fev. 2020.

SILVA, S. S. F.; LIMA, V. L. A. de; RAMALHO, Â. M. C.; ALVES, A. C. Reúso de água e construção de cenários futuros: perspectivas e desafios para regiões semiáridas. **PolÊmica**, [s.l.], v. 18, n. 2, p.072-086, 17 out. 2018b. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/polemica.2018.37856>.

SILVA, V. A.; ESPERIDIÃO, F. Saneamento básico e seus impactos na mortalidade infantil e no desenvolvimento econômico da região Nordeste. *Scientia Plena*, [s.l.], v. 13, n. 10, p.1-7, 30 nov. 2017. Associação Sergipana de Ciência. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2017.109905>.

SINHA, R. K.; BHARAMBE, G.; CHAUDHARI, U. Sewage treatment by vermifiltration with synchronous treatment of sludge by earthworms: a low-cost sustainable technology over conventional systems with potential for decentralization. **The Environmentalist**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.409-420, 8 abr. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10669-008-9162-8>.

SOUZA, N. G. de M.; SILVA, J. A. da; MAIA, J. M.; SILVA, J. B.; NUNES JÚNIOR, E. da S.; MENESES, C. H. S. G. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 12, n. 3, 2016. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/article/view/3214>. Acesso em: 20/ fev. 2020.

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Ministério do Desenvolvimento Regional. Delimitação do Semiárido. 2017. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 10 fev. 2020.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, Í. R. P. de; SILVA, D. G. da. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, [s.l.], v. 34, n. 70, p.385-405, 25 mar. 2019. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2177-5230.2019v34n70p385>.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, G. S. de; VIALI, A. de M.; MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 19, n. 1, p.87-96, mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522014000100010>

TINÔCO, I. C. M.; BEZERRA, B. G.; LUCIO, P. S.; BARBOSA, L. M.. Characterization of Rainfall Patterns in the Semiarid Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 397-409, 20 ago. 2018. Instituto de Geociências - UFRJ. [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_2\\_397\\_409](http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_397_409).

TRATA BRASIL. Saneamento. Principais Estatísticas. No Brasil. Água. 2020. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>. Acesso em: 13 jul. 2020.

UHR, J. G. Z.; SCHMECHEL, M.; UHR, D. de A. P. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, [s.l.], v. 7, n. 2, p.1-16, 18 mar. 2016. FUNDACE. <http://dx.doi.org/10.13059/racef.v7i2.104>.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo**: guia prático DRP. Brasília/DF: Mda/secretaria da Agricultura Familiar, 2006. 62 p. Disponível em: [http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca\\_Virtual/Publicacoes\\_Tecnicas/Metodologia/Manual\\_DRP\\_Completo.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Publicacoes_Tecnicas/Metodologia/Manual_DRP_Completo.pdf). Acesso em: 04 mai. 2020

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte/MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p.

## 9. OUTRAS ATIVIDADES

- I. Monitoria em Minicurso intitulado “Bioágua: Tecnologia Socioambiental para Agricultura Familiar” ministrado durante o IV Seminário de Recuperação Hidroambiental”;
- II. Prestação de capacitação em olericultura, minhocultura e agroecologia agricultores familiares em conjunto com professores do departamento de Engenharia Agrônômica (DEA) da Universidade Federal de Sergipe – UFS;
- III. Coautoria em artigo intitulado “Tecnologia social hídrica para fomento de quintal produtivo no semiárido” a ser apresentado no XI Encontro Nacional de Pesquisadores em Gestão Social – ENAPEGS 2020;
- IV. Coautoria em artigo intitulado “Água cinza, quintal verde: contribuições do Bioágua Familiar para o semiárido Sergipano” a ser apresentado e incluso nos anais do XIII ENREHSE - Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe;
- V. Coautoria em artigo aprovado para integrar o livro “Tecnologia Social e Reforma Agrária Popular” o qual será publicado pela Universidade Estadual Paulista – Unesp.