



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EXTENSÃO RURAL

MIKAEL GLÊMES RIBEIRO PEREIRA

**SUSTENTABILIDADE AGROAMBIENTAL E SEGURANÇA ALIMENTAR DE
FAMÍLIAS AGRICULTORAS NO TERRITÓRIO DO SERTÃO DO ARARIPE A
PARTIR DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS – RAC.**

JUAZEIRO

2024

MIKAEL GLÊMES RIBEIRO PEREIRA

**SUSTENTABILIDADE AGROAMBIENTAL E SEGURANÇA ALIMENTAR DE
FAMÍLIAS AGRICULTORAS NO TERRITÓRIODO SERTÃO DO ARARIPE A
PARTIR DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS - RAC.**

Dissertação apresentada ao
Programa ao Programa de Pós-
Graduação em Extensão Rural –
PPGExR, da Universidade Federal
do Vale do São Francisco –
UNIVASF, Campus Juazeiro, como
requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Extensão Rural.

Linha de pesquisa: Processos
de InovaçãoSociotecnológicos e
Ação Extensionista.

Orientador: Prof. Dr. Alineaurea
FlorentinoSilva
Coorientador: Prof. Dr. Paulo José Pereira

JUAZEIRO

2024

MIKAEL GLÊMES RIBEIRO PEREIRA

P436s Pereira, Mikael Glêmes Ribeiro
Sustentabilidade agroambiental e segurança alimentar de famílias agricultoras no território do sertão do Araripe a partir da adoção do Sistema de Reuso De Águas Cinzas - RAC./ Mikael Glêmes Ribeiro Pereira. - Juazeiro – BA, 2024.
xiii, 73 f.: il; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Espaço Plural, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Alineaurea Florentino Silva.

1. Água - Reuso. 2. Famílias Agrícolas. 3. Agricultura. 4. Agroecossistema. I. Título. II. Silva, Alineaurea Florentino. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 628.16

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecário: Márcio Pataro. CRB - 5 / 1369.

MIKAEL GLÊMES RIBEIRO PEREIRA

**SUSTENTABILIDADE AGROAMBIENTAL E SEGURANÇA ALIMENTAR DE
FAMÍLIAS AGRICULTORAS NO TERRITÓRIO DO SERTÃO DO ARARIPE A
PARTIR DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS - RAC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural – PPGExR, da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Extensão Rural.

Linha de pesquisa: Processos de Inovação Sociotecnológicos e Ação Extensionista.

Orientador: Prof. Dr. Alineaurea Florentino Silva
Coorientador: Prof. Dr. Paulo José Pereira

Aprovado em: 05 de março de 2024.
Banca Examinadora

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **ALINEAUREA FLORENTINO SILVA**
Data: 25/03/2024 08:47:56 -0300
Verifique em <https://validar.jti.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Alineaurea Florentino Silva – PPGExR/Embrapa

Documento assinado digitalmente
 **PAULO JOSÉ PEREIRA**
Data: 05/03/2024 16:01:46 -0300
Verifique em <https://validar.jti.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Paulo José Pereira – PPGExR/Univasf

Documento assinado digitalmente
 **LUCIVÂNIO JATOBÁ DE OLIVEIRA**
Data: 05/03/2024 17:07:10 -0300
Verifique em <https://validar.jti.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Lucivânio Jatobá de Oliveira – UNEB

Dedico este trabalho ao meu pai Raimundo e minha mãe Rosilene por ter me orientado a ser o homem que sou. Em especial a minha esposa Cícera Daianne e meu filho Miguel Glêmes por sempre estarem ao meu lado me apoiando.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora professora Dr. Alineaurea Florentino Silva e meu coorientador Prof. Dr. Paulo José Pereira, pelo apoio, pela orientação, pela confiança e dedicação e por compartilhar seus imensos e indispensáveis conhecimentos ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao professores doutor Lucivânio Jatobá de Oliveira, que fez parte minha Banca Examinadora e que enriqueceu meu trabalho com suas valiosas contribuições.

Às famílias agricultoras, que contribuíram com suas importantes informações e se dispuseram a participar deste trabalho.

A ONG CHAPADA, que compartilhou dados e informações de seu acervo sobre as famílias. Em particular, as pessoas que fazem essas organizações como a Mariana Landim gerente de comunicação e o técnico de campo Ênio Charllles por suas grandiosas contribuições.

Aos colegas do mestrado, pelos conhecimentos e bons diálogos, em especial a Ita Porto, Angela Santos e Gilberto Braga.

Aos colegas e amigos que a vida me deu, Cicero Lima, Burguivol Alves, Vilmar Lermen e Silvanete Lermen.

RESUMO

O presente trabalho realizou um estudo sobre a importância de sistemas de reúso de águas cinzas - RAC em comunidade rural localizado no município de Araripina/PE, Sertão do Araripe, com ênfase nas questões socioambientais relacionadas a segurança alimentar das famílias, bem como à sustentabilidade agroambiental das propriedades. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas aliadas a metodologias participativas para que as famílias pudessem transmitir informações precisas e objetivas sobre o uso do sistema RAC em seus agroecossistemas o próximo passo foi sistematização dos dados por meio de planilhas do método LUME¹. Assim, através da análise dos resultados obtidos, pode-se perceber a relevância do sistema de reúso de águas cinzas e como ele impacta nas relações socioeconômicas e agroambientais das unidades familiares que se beneficiam desse sistema, como também os principais indicadores sociais que o afetam e as principais dificuldades enfrentadas pelas famílias relacionadas ao seu uso e manutenção.

Palavras – chave: Sustentabilidade, Agricultura familiar, Agroecossistemas.

LUME – O método Lume é um instrumento muito útil por oferecer uma perspectiva crítica para monitorar, avaliar, comparar, apoiar e fortalecer as transformações nos sistemas alimentares orientadas pelo enfoque agroecológico atualmente em curso em diversas partes do mundo.

ABSTRACT

The present work carried out a study on the importance of gray water reuse systems - RAC in a rural community located in the municipality of Araripina/PE, Sertão do Araripe, with an emphasis on socio-environmental issues related to family food security, as well as agro-environmental sustainability. of properties. Semi-structured interviews were carried out combined with participatory methodologies so that families could transmit accurate and objective information about the use of the RAC system in their agroecosystems. The next step was to systematize the data using LUME¹ method spreadsheets. Thus, through the analysis of the results obtained, it is possible to perceive the relevance of the greywater reuse system and how it impacts on the socioeconomic and agro-environmental relations of family units that benefit from this system, as well as the main social indicators that affect it and the main difficulties faced by families related to its use and maintenance.

Keywords: Sustainability, Family farming, Agroecosystems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa da região do nordeste brasileiro, com destaque em amarelo para a região de clima semiárido.....	22
Figura 2 - Modelo esquemático da realização da pesquisa:.....	39
Figura 3 – Mapa da região do Sertão do Araripe de Pernambuco (MDR, 2015).....	41
Figura 4 – Mapa do território do estado de Pernambuco, destacando o município de Araripina (IBGE, 2021).....	42
Gráfico 1 - Quantitativo de homens e mulheres que possuem o Sistema RAC.....	46
Gráfico 2 – Grau de escolaridade dos responsáveis pelo Sistema RAC.....	47
Gráfico 3 – Faixa etária dos responsáveis pelo Sistema RAC.....	48
Gráfico 4 – Quantidade de integrantes das unidades familiares.....	49
Gráfico 5 – Anos da implantação da tecnologia.....	49
Gráfico 6 – Percentual de sistemas atualmente com produção.....	51
Gráfico 7 – Quantidade de espécies vegetais no agroecossistema antes e depois do RAC.....	52
Gráfico 8 – Comercialização da produção dos agroecossistemas com RAC.....	53
Gráfico 9 – Comparação de indicadores para ocorrência de produção.....	54
Gráfico 10 – Quantidade de espécies existentes dentro dos agroecossistemas.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores para cada uma das quatro dimensões de SAN no Mundo.....	28
Quadro 2 - Indicadores de SAN para o Brasil.....	29
Quadro 3 - Classes de reúso e descrição das aplicações recomendadas observando alguns parâmetros de qualidade.....	35
Quadro 4 - Parâmetros mínimos de qualidade microbiológica do efluente aplicado na agricultura.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF Agricultor familiar
ANA Agência Nacional da Água
APAC Agência Pernambucana de Água e Clima
ASA Articulação Nacional do Semiárido
AS-PTA Agricultura família e agroecologia
ATER Assistência Técnica e Extensão Rural
CEBS Comunidades Eclesiais de Base
CMDRS Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável
CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONSEA Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
CNRH Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DQO Demanda química de oxigênio
DNOCS Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
EEC European Economic Community
EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA Estados Unidos da América
FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations
FINEP Financiadora de Estudos e Projetos
FUNASA Fundação Nacional de Saúde
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH Índice de Desenvolvimento Humano
IPA Instituto Agronômico de Pesquisa
IRPAA Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada
MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS Ministério do Desenvolvimento Social
MMA Ministério do Meio Ambiente
OECD Organization for Economic Co-operation and Development
OMS Organização Mundial da Saúde
ONG Organização Não Governamental
ONU Organização das Nações Unidas
P1+2 Programa uma Terra e Duas Águas
P1MC Programa Um Milhão de Cisternas
PLANSAB Plano Nacional de Saneamento Básico
PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RAC Reúso de água cinza
PROSAB Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFBA Universidade Federal da Bahia
UFC Universidade Federal do Ceará
UFRN Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UN United Nations
USP Universidade de São Paulo
WHO World Health Organization

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS.....	66
APÊNDICE B – FOTOGRAFIAS.....	69

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA	19
3 OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GERAL.....	21
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO	22
4.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO	22
4.2 AGRICULTURA FAMILIAR	25
4.3 SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL	28
4.4 QUESTÃO HIDRÍCA.....	31
4.5 REÚSO DE ÁGUA CINZA	34
4.5.1 Reúso de água e os objetivos de desenvolvimento sustentável	38
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
5.1 LOCUS DA PESQUISA	42
5.2 AMOSTRA.....	43
5.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES.....	44
5.4 PÚBLICO	45
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
6.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, GENERO, ESCOLARIDADE, FAIXA ETÁRIA E PLANEJAMENTO FAMILIAR.	46
6.2 SISTEMA DE REÚSO COMO GERADOR DE MUDANÇA DAS UNIDADES FAMILIARES	51
6.3 SUSTENTABILIDADE AGROAMBIENTAL DA TECNOLOGIA DENTRO DAS UNIDADES FAMILIARES.DAS	55
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS.....	66
APÊNDICE B – FOTOGRAFIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as discussões em torno do tema sustentabilidade tem levado a muitos debates envolvendo tanto aspectos da preservação do meio ambiente quanto às questões sobre os limites dos recursos naturais disponíveis. Explorar o meio e preservá-lo é o dilema central que perpassa a questão da sustentabilidade, muito embora esta não se restrinja apenas a esses aspectos. Segundo Sanchs (2002), a sustentabilidade se apresenta em oito dimensões, podendo ela ser: ecológica, econômica, social, cultural, psicológica, territorial (ou espacial) e política nacional ou transnacional.

Outro ponto relacionado à sustentabilidade é o fato de a mesma comportar um complexo de relações, principalmente ao ser discutida sob o âmbito do desenvolvimento sustentável ou “ecodesenvolvimento” (SANCHS, 1986), que visa a preservação do meio ambiente, harmonização dos objetivos do desenvolvimento e a evolução dos valores socioculturais.

No meio ambiente, diante do conflito entre explorar e preservar, ocorre a produção agropecuária, tanto para produção de alimentos para humanos e animais, quanto para geração de energia, além de outros fins. No campo da produção de alimentos, a questão maior é garantir a segurança alimentar e nutricional (SAN) de uma população cada vez maior.

O termo segurança alimentar e nutricional tem sido usado como resposta ao direito de todos ao acesso à alimentação saudável de maneira regular e permanente, como também a outros bens e serviços que se fazem necessários no âmbito social. Conforme Benites (2019), a segurança alimentar possui bases evolutivas intersetoriais que articulam questões socioeconômicas, culturais, políticas, ideológicas e históricas, sob o princípio do direito humano à alimentação adequada, ou seja, a SAN é um conceito multidimensional que não se limita apenas a quantidade e qualidade nutricional dos alimentos, sendo, portanto, necessário o estudo da mesma em toda sua complexidade.

Contudo, produzir alimentos atualmente é uma tarefa árdua, em virtude das condições naturais do meio ambiente ou por mudanças que esse meio tem sofrido pela própria antropização. E uma dessas limitações é a disponibilidade de água, em especial na Caatinga, no Semiárido brasileiro.

A gestão hídrica no mundo é um assunto bastante debatido e ao longo do

tempo tem-se criado muitos planos de ação e políticas públicas que visam à conservação deste bem tão precioso que é a água. No contexto do Brasil, em especial a região semiárida, tem sofrido bastante com problemas relacionados a gestão hídrica.

Alguns fatores como o próprio clima contribuem para tal, no entanto, é notório que mesmo com a pouca disponibilidade desse recurso ainda se faz mau uso ou incorreto do mesmo. Além disso, percebe-se a poluição e/ou degradação de muitos mananciais hídricos, sendo necessários altos investimentos para tornar a água novamente própria e disponível para o consumo.

No Semiárido, quando observada a agricultura, a situação é ainda mais complexa, pois a exploração agrícola predominante é de sequeiro. Ano após ano, a atividade se torna mais arriscada devido aos períodos de estiagem (seca), por estarem um após o outro cada vez mais próximos, prolongados e as poucas chuvas que ocorrem nos meses da estação, são bastante irregulares no que diz respeito ao tempo-espaço.

Segundo Santos *et al.*, (2012), uma alternativa para superar essas adversidades e se manter no campo é uma tecnologia desenvolvida pelo Projeto Dom Helder Câmara chamada de bioágua familiar que realiza a reciclagem de todas as águas cinzas das residências e empreendimentos rurais e através de um processo de filtragem que torna as águas antes lançadas a céu aberto ou em rios e lagos, apropriadas para uso na agricultura.

Neste aspecto vem ganhando importância a tecnologia social denominada de “Bioágua Familiar” que foi idealizada e desenvolvida pelo Projeto Dom Helder Câmara (PDHC), com a finalidade de reutilizar águas cinzas ou servidas, destinando-as para a irrigação de pequenas áreas ou quintais produtivos de agricultores familiares. Segundo a concepção da equipe do PDHC, a eficiência deste sistema depende da manutenção, capacidade operacional da família irrigante e das suas estruturas de condução e bombeamento da água. Ainda segundo o PDHC, o quantitativo de água cinza “gerado” pela família produtora não deve jamais ser destinada para dessedentação de animais domésticos, sendo exclusivamente destinada à irrigação de legumes, frutíferas, plantas ornamentais, forrageiras, nativas e etc. A categoria de “água cinza” engloba qualquer água residuária produzida a partir de processos domésticos que pode corresponder de 50 a 80 % do esgoto residencial (água usada na louça, banhos, pias e lavanderias de roupas) (SANTOS, *et. al.*, 2012 apud SILVA, 2019, p. 9).

A forma como a tecnologia funciona consiste em um tratamento físico e biológico da água cinza doméstica advinda das atividades desenvolvidas dentro das propriedades, sendo seu processo de coleta até a irrigação da seguinte forma: O

efluente coletado segue por gravidade em tubulações até a caixa de gordura, fazendo a primeira separação dos resíduos sólidos e retirando o material mais grosseiro e gordura, em seguida é direcionada para o filtro biológico, ainda por gravidade, composto por quatro camadas constituídas de um material biológico (carvão ou esterco), areia grossa, brita e seixos, onde ocorre o processo de filtragem por mecanismos de retenção físico e biológico dos resíduos ainda presentes na água cinza, sendo a matéria orgânica biodegradada por uma população de microrganismos alojada principalmente na primeira camada de material biológico (SANTIAGO *et al.*, 2015). E, por fim, a água é encaminhada para o tanque de reúso, onde é armazenada e bombeada para o sistema de irrigação por gotejamento.

De modo geral, essa tecnologia realiza a reciclagem de todas as águas cinzas da residência ou empreendimento rural. As águas que antes eram lançadas sem qualquer forma de tratamento, tornam-se aptas novamente para uso na agricultura após um processo de filtragem. As famílias beneficiadas com essa tecnologia passam a produzir alimentos para si e para os seus animais, contribuindo para sua segurança alimentar e nutricional e geração de renda. Sabendo que água cinza, após filtrada nesse sistema, não é apropriada para dessedentação de animais, as famílias adotam a prática de irrigação de plantas frutíferas, ornamentais, medicinais e forrageiras. Essa prática tem se mostrado bastante eficiente com a quantidade de água reciclada, ou seja, o uso da tecnologia tem gerado alimento e renda, conforme observa Galvão (2011).

O quantitativo de água residuária produzida é significativo nos aglomerados urbanos e rurais na região semiárida do Brasil, o que nos desafia, mediante um quadro permanente de escassez hídrica, a implementar sistemas de coleta e tratamento desta água; na contramão desta realidade enxerga-se visivelmente a falta de investimento e de políticas públicas que, por não existirem, levam cada vez mais reservatórios superficiais e subterrâneos a poluição e contaminação (GALVÃO, 2011 apud SILVA, 2019, p. 10).

O reúso de água cinza (RAC) deve ser visto como uma prática que, além de contribuir com a segurança alimentar e nutricional das famílias agricultoras, pode melhorar a qualidade do solo e do meio ambiente. As vantagens ambientais estão relacionadas à redução da pressão sobre os mananciais, diminuição da poluição em relação quando o esgoto é jogado ao ar livre, reduzindo a proliferação de mosquitos, além de impedir o mau cheiro. Nesse sentido, o reúso de água contribui para a conservação da água, sobretudo de fontes do Semiárido que vem diminuindo

drasticamente.

O RAC implantado nos sistemas produtivos irrigados visa suprir as necessidades alimentares de agricultores familiares, incluindo pequenas criações de forma sustentável, contribuindo para reduzir os elevados índices populacionais das famílias que vivem em extrema pobreza no Semiárido. Além disso, a implantação do RAC integrado a sistemas produtivos, de acordo com modelos definidos baseados na disponibilidade hídrica, pode contribuir para fortalecer as políticas Públicas, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), por meio da experimentação de novas metodologias e alternativas de produção em maior escala, facilitando assim, o acesso da população à adoção do sistema de reúso de água cinza no Semiárido.

A fundamentação teórica está organizada em categorias conceituais, de maneira a apresentar e compreender o lócus do estudo, as pessoas e onde vivem, os objetos da pesquisa, como segurança alimentar e nutricional e hídrica, água e as tecnologias de seu reúso.

Diante de fatores comumente encontrados no Território do Sertão do Araripe, como: pouco oferta e disponibilidade de água nos agroecossistemas familiares, tamanho reduzido destes, pouco conhecimento sobre o uso de uma nova tecnologia, é um serviço de assistência e extensão rural nem sempre presente e em sintonia com as necessidades das famílias agricultoras, essa pesquisa pretende responder a seguinte questão: é possível ter uma sustentabilidade agroambiental e a segurança alimentar e nutricional de famílias agricultoras a partir da adoção do sistema de reúso de águas cinzas?

Para responder essa questão, o presente estudo irá avaliar as condições agroambientais e socioeconômicas na comunidade rural de Serra do Marinheiro III, no município de Araripina-PE. Neste sentido, foi realizada a caracterização dos agroecossistemas e identificadas as pessoas que nele vivem, ao mesmo tempo, em que buscou estabelecer conexões entre as mudanças nas condições agroambientais e socioeconômicas resultantes da implementação do sistema de reúso de águas cinzas (RAC).

2 JUSTIFICATIVA

A irregularidade na distribuição das chuvas e outros problemas relacionados à gestão hídrica tornam-se cada dia mais preocupantes no cenário mundial, principalmente quando se considera os efeitos das mudanças climáticas na vida das pessoas. Para as regiões semiáridas, incluindo a brasileira, essa realidade não é distinta, condição natural e agravada por políticas públicas equivocadas, que levam principalmente a população mais pobre a um maior sofrimento, como o vivenciado nos últimos períodos, com uma seca mais severa, dos últimos 100 anos.

Quando a análise dessa situação é feita com foco na agricultura familiar, dependente de chuva, a realidade se torna ainda mais preocupante. As famílias agricultoras além de estarem enfrentando uma escassez de água para o consumo familiar, na estação chuvosa, a ocorrência de veranicos reduz a disponibilidade de água para produzir o próprio alimento, afetando a qualidade de vida das famílias agricultoras.

A baixa precipitação e a irregularidade espacial e temporal das chuvas no semiárido brasileiro tem infligido à agricultura um alto risco. Comumente a dependência de água de chuva para produção de alimentos tem gerado perdas e insegurança alimentar para as famílias agricultoras sertanejas, além de comprometer a fixação dos membros familiares de diferentes gerações no campo.

Nesse sentido, a necessidade da busca de alternativas para garantir a sustentabilidade hídrica e alimentar dessas famílias no meio rural tem se tornado constante. Neste contexto, o reaproveitamento da água doméstica para uso integrado na produção de alimentos, apresenta-se como uma oportunidade para aumentar a disponibilidade de água e contribuir com a melhoria da qualidade de vida dessas famílias no Semiárido.

Uma grande parcela das famílias agricultoras do semiárido já possui uma cisterna que possibilita armazenar água para o consumo humano, seja da água de chuva ou fornecidas por carros pipas, ou mesmo de pequenas adutoras. Contudo, quando se fala em água para produção, principalmente do reúso, são necessários mais estudos e criação de materiais de divulgação de resultados, tanto para agricultores familiares, população urbana, como para as instituições públicas ou privadas da região.

Diante de tudo isso o interesse na pesquisa ocorreu a partir de experiências

anteriores da trajetória acadêmica e profissional e de oportunidades em estágios na Embrapa semiárido com a tecnologia de reuso de água cinza – RAC, momento que trouxe conhecimentos sobre essa inovação, permitindo a atuação em ONGs da região do sertão do Araripe na construção de sistemas RAC. No retorno às comunidades onde foram construídos esses sistemas de reuso foram realizados estudos mais detalhados sobre a tecnologia e embasados em dados e argumentos técnicos e científicos que estão dispostos nos resultados.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar condições socioambientais geradas a partir da adoção do sistema de reúso de águas cinzas na comunidade rural na Serra do Marinheiro III, no município de Araripina-PE.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as unidades famílias que não possuíam e passarem a possuir RAC;
- Realizar uma análise socioeconômica das famílias beneficiadas com a tecnologia de reúso de águas cinzas do antes e depois da implantação da tecnologia ;
- Analisar a sustentabilidade agroambiental da tecnologia.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Como sabemos a irregularidade na distribuição de água no mundo tem sido assunto bastante discutido em todas as partes do planeta, tendo em vista que isto acomete e desperta questionamentos a muitos, já que a água é um recurso essencial e fundamental à vida no planeta. Para milhões de pessoas que vivem nas regiões semiáridas, em especial no semiárido brasileiro (SAB), ter acesso e disponibilidade deste recurso, ainda é um grande desafio, pois com longos períodos de estiagem, que podem chegar de sete a oito meses, essa região sofre por crises hídricas e por problemas sociais relacionados a este recurso (ALVES, 2013).

Desta maneira Conti (2013) afirma que:

De modo geral as regiões áridas e semiáridas no mundo se caracterizam pela aridez do clima, a deficiência hídrica e precipitações pluviométricas imprevisíveis, além de fatores como a degradação ambiental e o uso inadequado da terra e dos recursos naturais para atividades de agricultura, pecuária e mineração. Atualmente existem áreas áridas e semiáridas em vários lugares do mundo. Elas se diferenciam entre si pelas suas especificidades como as características ambientais, a extensão territorial, os biomas, a densidade demográfica, as formas de apropriação dos recursos naturais e as formas como os seus habitantes culturalmente vivem e desenvolvem as atividades que garantem sua reprodução social nesses ambientes. (CONTI, 2013, p.19).

O semiárido brasileiro é formado por realidades complexas, dinâmicas e multidimensionais, com características específicas e povos que criativamente convivem com esse clima, se adaptando e criando modos de vida nesta imensa porção do território nacional, que carece ser entendida nas suas múltiplas perspectivas e dimensões.

O semiárido brasileiro compreende uma extensão de 982.563,3 km² com 1.133 municípios e aproximadamente 22 milhões de habitantes, de acordo como o IBGE (2007). A região nordeste do Brasil com 1,56 milhão de km² de extensão correspondendo a 18,2% do território nacional, comporta a maior parte do semiárido brasileiro e é composta pelos estados de Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais (Figura 1).

Possui uma insolação média de 2.800 h/ano, precipitação média anual igual ou inferior a 800mm, temperaturas médias anuais de 23 a 27°C, umidade média

relativa do ar em torno de 50% e evaporação média de 2000 mm/ano. Se apresenta com temperaturas consideravelmente altas, destacadas amplitudes térmicas diárias, fortes insolações e regime pluviométrico com características de escassez com irregularidades no tempo apresentando um curto período de chuvas entre 3 e 4 meses do ano, e no espaço com concentração de precipitações em algumas áreas e escassez em outras (SILVA *et. al*, 2010).

Figura 1 – Mapa da região do nordeste brasileiro, com destaque em amarelo para a região de clima semiárido.



Fonte: Google fotos (2023).

Vale destacar que esses fatores juntamente com a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) têm influência direta nos recursos hídricos, na paisagem, no solo e na vegetação predominantemente formada pelo bioma caatinga, sendo este considerado exclusivamente um bioma brasileiro, como também na biodiversidade existente, composta por múltiplas espécies (VALE, 2021).

Outro aspecto a ser destacado é que ao longo dos anos a questão hídrica do SAB, contribui com o agravamento das desigualdades regionais e com fortalecimento de concepções a posturas de desprezo a essa região do país. Há um entendimento de parte da população, principalmente de outras regiões do país, de que as

características climáticas, a exemplo da “seca”, são problemas limitantes ao desenvolvimento regional, sendo responsável pela pobreza e baixos índices de desenvolvimento humano ainda existentes na região (CONTI *et.al.*, 2013).

Essa concepção sobre a “seca”, conseqüentemente, tem influenciado e orientado muitos governos a construir e executarem políticas públicas que contribuíram para a disseminação e agravamento de problemáticas relacionadas às questões ambientais, econômicas, sociais e políticas regionais. Também serviu de fundamentação para o surgimento do fenômeno denominado de “Indústria da seca”, expressando um entendimento de que se fazia necessário o combate ao invés de entender, desde suas origens, as diversas formas de conviver com o clima semiárido.

Para superação dos períodos de estiagem, uma das principais estratégias de convivência com o semiárido está na produção e estocagem de bens, no período das chuvas, a fim de dispor dos mesmos em épocas onde os índices pluviométricos se apresentam em estado de escassez. Destacamos dentre os bens que precisam ser estocados, cuidados e usados com sabedoria a água, que é um elemento fundamental para o desenvolvimento das mais variadas espécies que habitam o planeta.

Vale destacar que o semiárido brasileiro é o que apresenta os maiores índices pluviométricos em comparação aos verificados nos outros continentes, o que proporciona às famílias que nele habitam a possibilidade de produção e melhoria da qualidade de vida, caso haja o estoque de água na época das chuvas, em quantidade suficiente para manutenção da propriedade, caso ocorram longos períodos de estiagem ou não. Portanto, a convivência com o semiárido imprime a necessidade de modos de vida que se baseiam no uso racional e sustentável dos bens e recursos, na equidade e justiça social e como também nos revela a importância das medidas de precaução, do sabercuidar e guardar e mais ainda de usar os recursos naturais existentes de forma adequada (CONTI *et.al.*, 2013).

De acordo com Silva (2010), o SAB apresenta os mais baixos indicadores sociais do país, como renda e IDH, e uma grande dependência de recursos naturais. Sendo que as suas atividades econômicas ainda são compostas predominantemente de sistemas agrícolas de baixa eficiência de produção, responsáveis pelo aumento na degradação de seus recursos naturais.

Contudo, já se tem conhecimento que através da organização dos fatores agrícolas, que as unidades de produção dispõem, é possível promover o seu progresso e aumentar sua eficiência de produção agrícola. Embora, não se trata

somente de aumentar a produção das propriedades ou produtividade de culturas, mais que isto, é determinar o sistema de produção que melhor se ajuste às realidades edafoclimáticas das propriedades, juntamente ações seguidas de inovações técnicas e socioeconômicas adaptadas a estas condições, e serem capazes de otimizar e valorizar os recursos naturais das mais diversas realidades (SILVA et. al, 2010).

4.2 AGRICULTURA FAMILIAR

Souza (2023) afirma que, no semiárido brasileiro, há uma grande quantidade de pessoas, em diversas comunidades, nos mais variados ecossistemas. Estas comunidades ou grupos sociais se caracterizam por uma ampla diversidade social e cultural, apresentando diferentes formas de interação com o ambiente natural. Infelizmente, muitas delas enfrentam barreiras significativas para o acesso a políticas públicas e participação efetiva nos espaços e processos decisórios dessas políticas. Entre os habitantes encontramos grupos como: indígenas, quilombolas, ribeirinhos, povos tradicionais, camponeses e uma gama variada de outras categorias.

Grande parte das pessoas que estão nesses grupos, compõe a agricultura de base familiar, também conhecida como agricultura campesina ou simplesmente agricultura familiar.

Contudo, é importante salientar que o termo agricultura familiar não é novo e pode apresentar variações. Esse termo, temporalmente, tem sido mencionado com intensidade e utilizado tanto nos meios acadêmicos como nas políticas propostas por movimentos sociais e governos, que nem concordam com o seu conceito e com a sua composição (ALTAFIN, 2007).

A utilização do termo agricultura familiar, no contexto brasileiro, ganhou notoriedade a partir da metade da década de 1990. Essa designação emergiu primordialmente com o propósito de simplificar a implementação de políticas governamentais relacionadas a crédito, comercialização, previdência, e outras medidas, exemplificadas pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Abramovay (1997), afirma que, anteriormente, o governo e parte da academia usavam como noções equivalentes para agricultura de base familiar os termos: “agricultura de baixa renda”, “pequena produção”, quando não “agricultura de subsistência”.

É importante destacar que outro termo amplamente empregado em

praticamente toda a América Latina para referir-se à agricultura de base familiar, é o 'campesinato'. No entanto, Fernandes (2014) observa que a maioria dos governos na região substituiu gradualmente o termo 'campesinato' por 'agricultura familiar' ou 'agricultura familiar campesina' em suas políticas de desenvolvimento rural, com a notável exceção de Cuba. Atualmente, o termo 'campesinato' é adotado pelos movimentos sociais rurais como uma expressão política e ideológica que contrasta com a agricultura capitalista, representada pelo agronegócio.

Segundo Altafin (2007), a institucionalização desse grupo social, bastante heterogêneo na sua essência, como agricultura familiar, ocorre com a Lei Federal n.º 11.326 de julho de 2006, que define agricultor e empreendimento familiar. Por esta lei, no seu artigo 3º, o agricultor familiar é aquele que:

- I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo ;
- IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006, Art 3º).

Souza (2023), observando os trabalhos de Fernandes (2014) e Schneider e Niederle (2008), afirma que há pontos em comum entre a agricultura familiar e campesina, sem desconsiderar sua heterogeneidade, que podem ser considerados para agrupá-los em um mesmo grupo social, sendo eles: renda total produzida pelo trabalho dos membros da família; trabalharem em um pequeno lote de terra; sua relação com essa terra onde trabalham; e, a multifuncionalidade e a pluriatividade nos seus agroecossistemas.

A pluriatividade e multifuncionalidade são elementos de grande importância na produção de alimentos e na renda na agricultura familiar (MATTOS, 2017), além de contribuírem para conservação e preservação do meio ambiente dos seus agroecossistemas. E, para quem trabalha em pequenas porções de terra, a pluriatividade, tanto de atividades agrícolas como não-agrícolas, é fundamental para a permanência no campo (SCHNEIDER, 2010), evitando assim, êxodo para grandes centros urbanos e aumento de problemas sociais e ambientais nos mesmos.

Schneider (2010), afirma o seguinte sobre o pluriativismo das famílias agricultoras:

O semblante deste novo rural seria a famílias pluriativas, que são aquelas que combinam atividades agrícolas e não-agrícolas e promovem a integração inter- setorial (agricultura com comércio e serviços) e interespacial (rural com urbano) (SCHNEIDER, 2010, p. 521).

A agricultura familiar, enquanto grupo social diversificado, versátil e multifacetado em suas atividades produtivas, desempenha um papel fundamental na produção de alimentos, na preservação ambiental e na geração de empregos e renda nas áreas rurais. No Brasil, conforme os dados do Censo Agropecuário de 2017, há cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos agrícolas classificados como agricultura familiar, abrangendo uma extensão de 81 milhões de hectares, o que equivale a 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários do país. No semiárido nordestino e em Pernambuco o percentual de agricultores familiares em relação ao total de agricultores é 79% e 82,57%, respectivamente (IBGE, 2017).

Este mesmo censo, mostra que a agricultura familiar tem participação significativa na produção dos alimentos que chegam à mesa da população brasileira. Nas culturas permanentes, o segmento responde por 48% do valor da produção de café e banana, e uva para vinho e suco com 79,3%; nas culturas temporárias, são responsáveis por 80% do valor de produção da mandioca, 69% do abacaxi e 42% da produção do feijão. Há ainda uma participação significativa na maioria das olerícolas. Com relação à produção da pecuária, os dados do Censo Agropecuário 2017 mostram que 31% do número de cabeças de bovinos, 45,5% das aves, 51,4% dos suínos, e 70,2% de caprinos pertencem à agricultura familiar. Além disso, foi responsável por 64,2% da produção de leite do país (IBGE, 2017).

Apesar de se mostrar evolutiva, adaptativa, não estática ao longo do tempo, como mostrada principalmente nos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, Souza (2023) afirma que a agricultura de base familiar, por muito tempo foi vista de forma natural, como "atrasada", como um grupo social que impedia o desenvolvimento do país. Essa visão é encontrada, até hoje, em diversos espaços institucionalizados.

O olhar, principalmente, principalmente de quem se encontra no governo, pode afetar ações e políticas públicas de investimentos, de financiamentos rurais, de pesquisa e de extensão rural, direcionadas diretamente para esse grupo social. No semiárido brasileiro, essas políticas públicas têm por obrigação, observando as dinâmicas próprias e relações sociais plurais, garantir renda e segurança alimentar e hídrica, das famílias agricultoras.

4.3 SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

As discussões acerca da segurança alimentar e nutricional (SAN) tornaram-se de uso comum na pauta dos planejamentos relacionados com a construção das políticas públicas de combate à pobreza a partir dos anos 1990 no sec. XX. Contudo, desde o período da 1ª guerra mundial que essa expressão já existe, pelo fato de que a guerra mostrou que o interrompimento do fornecimento de alimentos de um país por outro possibilitava o enfraquecimento e por consequência domínio do mesmo.

Portanto, o surgimento do conceito de SAN está relacionado à questão estratégica que a alimentação possui, principalmente em momentos de crises internacionais ou conflitos (SOUZA, 2011), ou seja, o conceito de segurança alimentar e nutricional surge aliado a noção de segurança nacional. Betto (2004) destaca que “a soberania de uma nação corre risco de fragilizar-se na medida em que ela não assegura à sua população alimento em quantidade e qualidade suficientes”. Portanto, o conceito de SAN levava ao entendimento da necessidade de se criar estoques estratégicos de alimentos e ainda fomentava a visão sobre a necessidade de busca de autossuficiência dos países (MENEZES, 1998). Ou seja, contemporaneamente a origem do conceito de SAN que é discutida nasce por conta da falta de alimentos vivenciada durante a 1ª guerra mundial.

Muito embora vale salientar que segundo Amartya Sen (1986) a alimentação de uma população está relacionada com a capacidade de distribuição e acesso que o povo tem aos alimentos e não na quantidade de produtos alimentícios existentes. O problema no mundo sobre alimentação não tem sido insuficiência de produção de alimentos, mas sim falta de acesso das populações por falta de renda. Esta conclusão se vê principalmente em países como o Brasil, onde a agricultura é o carro chefe da economia nacional.

Para haver de fato SAN a mesma tem que estar envolvida em 4 dimensões como relata a ONU em um de seus textos (ONU, 2009):

A segurança alimentar incorpora um conjunto de ações que visam a assegurar o acesso a alimentos com qualidade nutricional e apropriados a uma vida saudável. Na nota n.º 1 da Declaração do World Summit on Food Security, de 2009, foi traçado o conceito de “food security” a partir de quatro dimensões: disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade 3. Trata-se de uma estratégia que contempla

a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente à alimentação saudável e a outros bens e serviços sociais básicos necessários (ONU, 2009).

Levando em consideração que a SAN ao longo dos anos tem evoluído em seu conceito modelando a real condição mundial em sua complexidade, para sua medição se fazem necessários métodos mais precisos e conforme a realidade de cada país, para tal atualmente já existem diversas bases de dados e métodos para conseguir mensurar a SAN, contudo, a base de dados e de indicadores mais famosa e utilizada tem sido a da FAO (FAO, 2012), que por sua vez compila uma série de indicadores para a maior parte dos países e anos (1990-2013) composta de quatro dimensões: disponibilidade de alimentos, acesso aos alimentos, utilização biológica de nutrientes, estabilidade ao longo do tempo (Tabela 1).

Quadro 1 – Indicadores para cada uma das quatro dimensões de SAN no Mundo

Dimensões	Indicadores	Ano
Disponibilidade de alimentos	Suficiência da fonte dietética média	1990-2012
	Índice da produção de alimentos	1990-2012
	Proporção da fonte de energia derivada de cereais, raízes e tubérculos	1990-2012
	Fonte de proteína média	1990-2012
	Fonte de proteína de origem animal média	1990-2012
	Porcentagem de estradas pavimentadas em relação ao total de estradas	1990-2011
	Densidade de ferrovias	1990-2010
	Densidade de estrada	1990-2009
Acesso aos alimentos	Índice de nível do preço de alimentos	1990-2010
	Prevalência de subnutrição	1990-2011
	Porcentagem de gastos em alimentos pelos Pobres	2003 (Peru), 2008 (Brasil)
	Intensidade de o déficit alimentar	1990-2011
	Prevalência de insuficiência de alimentos	1990-2011
Utilização biológica de nutrientes	Acesso a fontes de água potável melhorada	1990-2010
	Acesso a instalações sanitárias melhoradas	1990-2010
	Porcentagem de crianças menores de 5 anos de idade com atraso de crescimento	1966-2010
	Porcentagem de crianças menores de 5 anos de idade com baixo peso por altura	1966-2010
	Porcentagem de crianças menores de 5 anos de idade com insuficiência ponderal	1966-2010
	Porcentagem de adultos com insuficiência ponderal	1974-2010

	Volatilidade do preço doméstico de alimentos	1990-2010
	Variabilidade da produção de alimentos por pessoa	1980-2010
	Variabilidade da fonte de alimentos por pessoa	1980-2010
Estabilidade a longo do tempo	Estabilidade política e ausência de violência/terrorismo	1996-2010
	Valor de importações de alimentos no total de mercadorias exportadas	1990-2009
	Porcentagem de terras aráveis equipadas para irrigação	1990-2009
	Proporção de dependência de importação de cereais	1990-2009

Fonte: FAO (2012)

No Brasil o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) sugere o uso de uma metodologia para o monitoramento da realização progressiva do Direito Humano à Alimentação adequada (DHAA), no contexto da SAN do país CONSEA (2010), com a utilização de indicadores divididos em seis dimensões (Tabela 2).

Quadro 2 – Indicadores de SAN para o Brasil

Dimensões	Indicadores	
Produção e disponibilidade de alimentos	Indicadores de produção de alimentos	
	Indicadores relativos à disponibilidade	Formação de Estoques (produtos consumidos no mercado interno: arroz, feijão, milho, trigo, mandioca)
		Relação da formação de estoques com a Política de Garantia de Preços Mínimos
		Análise da oferta
	A agricultura familiar e a produção de alimentos	
	Agricultura orgânica	
Renda e despesa das famílias com alimentação	Rendimento domiciliar per capita	
	Nível da ocupação das pessoas de 10 anos ou mais de idade	
	Desigualdade de renda – Índice de Gini da distribuição do rendimento mensal dos domicílios particulares permanentes, com rendimento	
	Evolução da pobreza e da extrema pobreza	
	Percentual de gastos com alimentação total	Gênero e a dimensão do acesso à alimentação
		Cor ou raça e a dimensão do acesso à alimentação
Acesso à alimentação adequada	Percentual de macronutrientes no total de calorias na alimentação no Brasil em 2004	
	Disponibilidade domiciliar de alimentos	
	Medida domiciliar de segurança alimentar	Segurança e insegurança alimentar em 2004
		Evolução da segurança e dos graus de insegurança alimentar entre 2004 e 2009
		Evolução da (in)segurança alimentar medida pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2004 e 2009.
Saúde e acesso aos serviços de saúde	Índices antropométricos para todas as etapas do curso da vida	Desnutrição em crianças menores de 5 anos
		Estado nutricional das crianças menores de 5 anos participantes do Bolsa Família
		Estado nutricional dos adolescentes e adultos

	Acesso ao pré-natal	Número de consultas pré-natais
		Baixo peso ao nascer
		Prevalência do aleitamento materno
	Taxa de mortalidade infantil	
	Prevalência da anemia ferropriva	
	Prevalência da hipovitaminose A	
	Monitoramento do teor de iodo no sal	
	Alimento seguro	Contaminação de alimentos por agrotóxicos no Brasil
		O uso de medicamentos veterinários em alimentos
	Saneamento básico	Percentual de domicílios atendidos por rede geral de abastecimento de água no total de domicílios particulares permanentes
Percentual de domicílios atendidos por serviço de coleta de lixo no total de domicílios particulares permanentes		
Percentual de domicílios dotados de esgotamento sanitário por rede de esgoto ou fossa séptica no total de domicílios particulares permanentes		
Educação	Anos de estudo	
	Distribuição das pessoas de referência dos domicílios, de 10 anos ou mais de idade, por grupos de anos de estudo	
	Analfabetismo	
	Percentual de crianças que não frequentavam escola na população de 4 a 17 anos de idade.	
Políticas públicas, direitos humanos e o orçamento público	Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN)	

Fonte: CONSEA (2010)

O melhor caminho para garantir a soberania e segurança alimentar e nutricional, incluindo a segurança hídrica, combater consequentemente a pobreza e a fome, das famílias agricultoras, é a produção de alimentos saudáveis, com uso de tecnologias simples (SOUZA, 2023), assim, ir ao encontro do exposto no relatório sobre Nutrição e Sistemas Alimentares, elaborado em 2017 pelo Painel de Especialistas do Comitê de Segurança Alimentar Mundial (HLPE-CSA) e no relatório da Comissão de Comércio e Desenvolvimento nas Nações Unidas (UNCTAD) intitulado “Comércio e Meio Ambiente Revisão de 2013: Acorde antes que seja tarde demais”.

4.4 QUESTÃO HÍDRICA

É impossível pensar em sustentabilidade agroambiental e segurança alimentar, incluindo a hídrica, logicamente, sem falar de água, nas suas dimensões de disponibilidade e acesso, principalmente no semiárido. A água é um recurso natural

indispensável ao bem-estar social e ao desenvolvimento econômico (BRASIL, 2006).

No Brasil, a promoção de seu uso sustentável vem sendo pautada por discussões de âmbito local, regional e nacional, na perspectiva de se estabelecerem ações articuladas e integradas que garantam a manutenção de sua disponibilidade em condições adequadas, em quantidade suficiente e qualidade satisfatória, para as gerações presentes e futuras (BRASIL, 2006 Apud BARBOSA, 2019.p.17);

Associado, também, a má gestão dos recursos hídricos existentes, está à falta ou muitas vezes ineficiências das políticas públicas direcionadas especificamente ao semiárido (BARBOSA, 2019).

Grande parte do território semiárido está assentado sobre um embasamento cristalino. Devido a essa característica, a presença de águas subterrâneas depende da densidade, abertura e conectividade das fraturas e fissuras nessas rochas (CIRILO, 2008). No cristalino, os poços tubulares tendem a apresentar vazões relativamente baixas, geralmente inferiores a 3 m³/h, com águas frequentemente caracterizadas por altos teores de sais. Inicialmente, esses poços podem ter uma boa vazão relacionada ao armazenamento de água nas fraturas, mas com o tempo e o uso excessivo, muitas vezes além da capacidade de recarga, o volume diminui devido à natureza finita do aquífero, levando à exaustão do recurso (SILVA; DEMETRIO, 2022).

Em áreas de aluviões de rios e riachos, formadas pela deposição de sedimentos fluviais, e em bacias sedimentares localizadas, as águas geralmente possuem uma qualidade superior. Nesses aquíferos sedimentares que estão frequentemente localizados a grandes profundidades (CIRILO, 2008). Um exemplo é um poço localizado na Chapada do Araripe, no município de Bodocó, Pernambuco, que possui uma profundidade de 950 metros e uma vazão de 140 m³/h, com o nível dinâmico da água a mais de 300 metros abaixo do solo.

Outra fonte que desempenha um papel crucial no armazenamento de água, é o dos reservatórios superficiais, que acumulam água proveniente de precipitações intensas, quando ocorrem. E para o acúmulo superficial de água, as principais infraestruturas hídricas encontradas no semiárido, são: os grandes reservatórios, açudes e barragens, com capacidade plurianual de regularização, sendo projetados para armazenar água e liberá-la durante períodos de estiagem em bacias hidrográficas maiores; e, os pequenos e médios açudes e barreiros com capacidade limitada, este último conhecido como barreiro, que estão amplamente distribuídos na região.

Embora tenham sido concebidos politicamente com a intenção de 'combater a seca', os grandes projetos de açudes não erradicaram o problema e, muitas vezes, resultaram em conflitos de acesso à água. Proprietários, em sua maioria grandes proprietários de terra, reivindicam frequentemente a propriedade da água nos reservatórios em suas terras, fortalecendo o poder fundiário e, em alguns casos, usando a água como moeda política e eleitoral (ARAÚJO, 2011; BRITO et al., 2007).

As famílias agricultoras, camponesas, na região, por necessidade, oportunidade e disponibilidade, muitas vezes construía pequenos açudes para garantir água para consumo e para seus animais durante os períodos chuvosos. Esses pequenos e médios açudes são mais democráticos e atendem às necessidades de abastecimento de água para comunidades rurais e pequenas cidades, bem como para famílias vizinhas, além de fornecer água para animais. Os pequenos açudes, com capacidade variando entre 10.000 m³ e 30.000 m³, e os médios, com capacidade de até 1.000.000 m³, desempenham um papel essencial nesse cenário (SILAS, 2002).

Silas (2002), chama a atenção nos seus estudos para a alta taxa de evaporação no semiárido, que pode variar entre 2.000 e 3.000 mm/ano, que combinada com o uso não planejado da água, resulta em uma eficiência hidrológica estimada em apenas 1/5 do volume armazenado nos pequenos e médios açudes. Isso pode levar a problemas como a salinização e eutrofização das águas em períodos sazonais, tornando o uso direto para consumo humano ou fins agrícolas parciais, ou totalmente inviável.

Contudo, caminhando num sentido contrário as das obras de 'combate a seca', principalmente grandes, ou de infraestruturas hídricas ineficientes, algumas instituições começam a pesquisar e desenvolver tecnologias mais condizentes com a realidade socioambiental do semiárido. Uma dessas instituições foi a Embrapa Semiárido, anteriormente conhecida como Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (CPATSA). Na década de 1970 ela iniciou estudos sobre infraestruturas hídricas adequadas para pequenas propriedades e comunidades rurais no semiárido. Tecnologias como cisternas, barragens subterrâneas, barreiros trincheira, caldeirões ou tanques de pedra e outras foram desenvolvidas para atender às necessidades de água para a população rural (PORTO et al., 2011).

No início da abertura política no final do século XX, soma-se a essa força no semiárido, várias organizações não governamentais (ONGs). Um conjunto de ONGs começa desenvolver e promover tecnologias hídricas e produtivas, alternativas, adequadas ao contexto socioambiental do território, valorizando e reconhecendo o

que as famílias agricultoras tradicionais já faziam. Algumas das tecnologias de captação, armazenamento e manejo de água da chuva disseminadas por famílias agricultoras incluem cisternas de placas pré-moldadas, barragens subterrâneas, barreiros trincheira e caldeirões, entre outras (SOUZA, 2023).

Segundo Souza (2023), as tecnologias destinadas ao armazenamento de água para a produção, especialmente aquelas adaptadas ao semiárido, desempenham um papel fundamental e essencial na promoção da autonomia dos agroecossistemas. Conhecidas como tecnologias alternativas, uma vez que diferem das soluções governamentais predominantes para a região, incluem a cisterna calçadão, o tanque de pedra, o barreiro trincheira, entre outras, integram os Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) e o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) da Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA Brasil).

É nesse caminhar, da questão do acesso, uso e gestão da água para as famílias agricultoras do semiárido, que a tecnologia de reúso da água implantada no agroecossistema familiar, surge e se apresenta como uma importante alternativa de fonte de água para produção e disponibilidade de alimentos.

4.5 REÚSO DE ÁGUA CINZA

O reúso de água ou o uso de águas cinzas não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos, como forma de preservar os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade (ANDRADE *et. al.*, 2010). A escassez hídrica é uma problemática de regiões áridas, semiáridas e de outras regiões com recursos hídricos sazonalmente abundantes, mas insuficientes para satisfazer demandas elevadas de consumo (HESPANHOL, 2002).

Segundo o Manual da FIESP (FIESP, 2005), as águas cinzas para reúso são aquelas de efluente doméstico que não possui a contribuição da bacia sanitária, ou seja, os efluentes de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupa. E o reúso da mesma, pode ocorrer de forma indireta, quando os efluentes, após tratados, são descarregados nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas de forma planejada, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico, ou de forma direta planejada sendo os efluentes, após tratados, encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reúso, não sendo descarregados no meio ambiente de forma desordenada.

Santos e Vieira (2020), afirmam que uma forma de mitigar o problema da escassez de água é o seu reúso, que é uma fonte hídrica viável para a produção e o desenvolvimento agrícola sustentável. A utilização da água de reúso segura possibilita que a oferta de água potável seja destinada para fins essenciais, e a de água de reúso, para outros fins, tais como atividades agrícolas, irrigação paisagística e limpeza urbana (PINTO *et al.*, 2014).

Conforme o Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Brasil, divulgado pela Agência Nacional de Águas (ANA) em 2021, em 2020, cerca de 62% do consumo de água no país foi destinado às atividades agropecuárias. Além disso, informa ainda que 50% desse volume foi destinado à irrigação, 8% para consumo animal e cerca de 4% para a agroindústria, sendo a maior parte desse último para a criação de bovinos, responsável por 87% da demanda (ANA, 2021).

O reúso de águas cinzas domésticas na agricultura vêm sendo apontado como uma alternativa para atenuar o problema da escassez hídrica, sendo uma estratégia para redução da pobreza e desigualdade social para os agricultores do Semiárido (SOUSA *et. al.*, 2005).

O reúso de água no mundo já é uma realidade estabelecida em vários continentes, com vários países utilizando a mesma para fins diversos, sendo utilizada, de forma controlada, sem risco a população, inclusive para abastecimento de água potável, como ocorre na Namíbia, desde 1968 (ASANO, 2002).

Em Israel, o reúso de águas servidas já é uma prioridade nacional (FRIEDLER, 2001), a água é tratada para diversos fins, como abastecimento das residências, indústrias e irrigação. Em vários países do Sul da Europa, tais como: França, Grécia, Itália, Portugal e Espanha, as águas das residências são tratadas para reúso na agricultura irrigada (MONTE, 2007).

Nos Estados Unidos, o reúso é praticado em grande escala e tende a crescer em uma taxa estimada em 15% ao ano (USEPA, 2004). Na Austrália, o Programa Nacional de Reúso de Água tem avançado na consolidação adequada do reúso como prática de conservação da água (DILLON, 2004). A tendência atual, verificada por instituições de gestão das águas na Europa, em Israel e na Austrália (FRIEDLER, 2001; HURLIMANN, 2008; SALGOT, 2006;) é considerar o reúso como componente da gestão integrada dos recursos hídricos e do desenvolvimento sustentável, não apenas em regiões com problemas de escassez de água, mas também em regiões densamente povoadas, onde a degradação da qualidade das águas tem contribuído

para reduzir sua disponibilidade.

No Brasil, devemos seguir as normas e critérios de regulamento do reúso da água na agricultura, para garantir o uso seguro na irrigação conforme recomendações do CONAMA e da Organização Mundial da Saúde (OMS, 1989). Dentre os principais fatores que contribuem para o aumento do reúso de água encontra-se a escassez de recursos hídricos, o avanço do conhecimento técnico-científico, a legislação ambiental mais rigorosa e atuante, e o maior controle da poluição ambiental, dentre outros (BARROS et al., 2015 Apud COSTA, 2021).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 13969 (ABNT/NBR 13969:1997), também faz referência ao reúso de águas residuárias tratadas como forma de destinar águas com qualidade mais elevada para fins “mais nobres”. Esta mesma norma apresenta as diferentes classes de reúso e suas aplicações recomendadas (Quadro 2).

Quadro 3 - Classes de reúso e descrição das aplicações recomendadas observando alguns parâmetros de qualidade.

Classe	Aplicações	Parâmetros	Observações
1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes.	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez < 5 • Coliforme fecal < 200 NMP/100 ml • Sólidos dissolvidos totais < a 200 mg/L • pH entre 6,0 e 8,0 • Cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L. 	Nesse nível, são geralmente necessários tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante.
2	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez inferior < 5 • Coliforme fecal < 500 NMP/100 ml • Cloro residual > 0,5 mg/L 	Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes.
3	Reúso nas descargas dos vasos sanitários	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez < 10 • Coliformes fecais < 500 NMP/100 ml. 	Normalmente, as águas de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão
4	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por	<ul style="list-style-type: none"> • Coliforme fecal < 5000 NMP/100 ml • Oxigênio dissolvido > 2,0 mg/L. 	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

	sistema de irrigação pontual.		
--	-------------------------------	--	--

Fonte: Adaptado de ABNT/NBR 13969:1997.

Para garantir a segurança do reúso de água na agricultura, é crucial o monitoramento constante das concentrações de produtos químicos, incluindo farmacêuticos, metais pesados, compostos orgânicos e microrganismos patogênicos, como helmintos, bactérias, vírus e protozoários (WHO, 2006).

Quadro 4 - Parâmetros mínimos de qualidade microbiológica do efluente aplicado na agricultura.

Atividade	Microbiótica	
	Coliformes termotolerantes por 100 ml	Ovos de helmintos por litro
Agricultura irrestrita <ul style="list-style-type: none"> Qualquer tipo de agricultura irrigada, inclusive alimentos cultivados ao nível do solo e consumidos crus. 	$\leq 1 \times 10^3$	≤ 1
Agricultura restrita <ul style="list-style-type: none"> Irrigação por gotejamento de cultivos altos, sem contato com o solo; cultivos não alimentares; forrageiras. 	$\leq 1 \times 10^4$	≤ 1
Aquicultura <ul style="list-style-type: none"> Piscicultura e carcinicultura 	$\leq 1 \times 10^4$	Não detectado

Fonte: Adaptado de WHO, 2006.

No contexto do semiárido brasileiro, o reúso de água é uma estratégia valiosa para garantir a segurança alimentar, sendo possível com diversas tecnologias de tratamento de esgoto adaptada às populações rurais, como fossas secas, fossas sépticas biodigestoras, sistemas alagados construídos, bacias de evapotranspiração, reatores anaeróbios, tanques sépticos, filtros anaeróbios e biodigestores (Tonetti et al., 2018).

De acordo com URKIAGA et. al., (2008) e WINPENNY et. al. (2010), o reúso de água se apresenta como alternativa para diminuir a poluição de mananciais, devendo ser inserido nos primeiros estágios do planejamento de recursos hídricos. A percepção social acerca do reúso que é um fator determinante para a sua aceitação e viabilidade, que está diretamente ligada ao grau de confiança da população nas instituições responsáveis pelo seu gerenciamento e a outras questões relacionadas à forma como projetos são apresentados e percebidos pela sociedade: a boa comunicação entre os setores envolvidos é fundamental (BAGGETT et. al., 2006).

4.5.1 Reúso de água e os objetivos de desenvolvimento sustentável

De acordo com Magalhães (2021), a Agenda 2030 é um documento que objetiva orientar as nações do planeta rumo ao desenvolvimento sustentável, além de erradicar a pobreza extrema e reforçar a paz mundial. A Organização das Nações Unidas, através dessa Agenda, enfatizando o Desenvolvimento Sustentável, propõe a reutilização de águas residuárias, em todo o mundo, como um instrumento essencial para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (RICART E RICO, 2019).

Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) são: erradicar a pobreza, acabar com fome, garantir uma boa saúde e bem-estar, ofertar uma educação de qualidade, fazer com que haja igualdade de gênero, condicionar a oferta de água limpa e o saneamento, desenvolvimento com energia acessível e limpa, criar condições decentes de trabalho e crescimento econômico, aumentar a indústria, inovação e infraestrutura, reduzir a desigualdade nas nações e entre elas, estimular cidades e comunidades a se tornarem sustentáveis e resilientes, influenciar ao consumo e a produção sustentável, tomar medidas de ação de prevenção contra mudanças climáticas, desenvolver a vida nos ambientes aquáticos, proteger e recuperar ecossistemas terrestres, sociedades mais justas e inclusivas com instituições presentes em todos os níveis e mobilizar parcerias para os objetivos, sendo assim, é importante destacar que esta pesquisa engloba 9 dos objetivos da Agenda 2030.

A utilização de tratamentos alternativos e sustentáveis para reutilização de água cinza é uma forma eficaz e viável economicamente de utilização da água, proporcionando uma produção agrícola integrada com o reúso de água a baixo custo, contribuindo com a conservação dos recursos hídricos e o aumento da oferta de água e ainda contribui para o desenvolvimento agrícola sustentável, ou seja, há uma mudança de realidade onde o que antes era desperdiçado, e uma fonte meio de poluição e proliferação de agentes patogênicos passa a ser o meio de crescimento e desenvolvimento econômico sustentável.

Portanto, a inovação apresentada é o tratamento de água cinza ou servidas, mediante tecnologias práticas e de fácil manuseio para a irrigação agrícola, viabilizando a produção de alimentos para subsistência e comercialização, o que contribuirá para uma melhor qualidade de vida do agricultor e da sua família, além de

proteger e conservar o meio ambiente de produção.

Segundo Carrasqueira et al. (2019) as tecnologias de reúso de águas cinzas são soluções que contribuem para o desenvolvimento agrícola sustentável e para o uso racional da água, proporcionando a redução da demanda sobre os mananciais de água, principalmente quando utilizada na irrigação. Em que segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) a irrigação é uma das atividades que mais consome água. Nessa perspectiva, a Agência Nacional das Águas (ANA) propõe a utilização de métodos alternativos no tratamento de águas residuais para irrigação, sendo esta uma opção economicamente viável e ambientalmente sustentável, contribuindo assim com a sustentabilidade agrícola (BRASIL, 2019).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa teve abordagens qualitativas e quantitativas, com finalidade descritiva e exploratória, cuja abordagem foi realizada por meio de entrevista semiestruturada, com o uso de formulários, com questões abertas e fechadas. O procedimento foi gravado, com prévia autorização dos participantes, e os dados coletados foram transcritos na íntegra. Para o tratamento os dados finalizados foram submetidos a uma planilha eletrônica (Método Lume). O lócus da pesquisa foi comunidade rural Serrado Marinheiro III, situada na região do sertão do Araripe, no município de Araripina - PE.

Figura 2 - Modelo esquemático da realização da pesquisa:



Fonte: o autor (2023).

Em virtude de avaliar a efetividade da tecnologia de reúso, identificando os fatores que podem influenciar essa efetividade, foi utilizada uma abordagem quantitativa, que segundo Emerson Urizzi Cervi (2009) deve ser “usado quando o que se quer medir no objeto pesquisado já é conhecido”. O mesmo autor afirma que “esse tipo de pesquisa tem como principais objetivos, portanto, a descrição das quantidades de características de determinada população, o estabelecimento de relações causais entre variáveis já conhecidas e a realização de inferências a partir de resultados obtidos em amostras representativas de populações mais amplas” (CERVI, 2009).

Para a efetivação desta, se fez necessário a realização de: pesquisas

bibliográficas sobre o tema pesquisado; seleção do método que melhor responda às questões levantadas; diálogo com a organização não governamental Chapada, com atuação com as famílias agricultoras da comunidade estudada; e, seleção das famílias da comunidade selecionada, como resultado do diálogo com as próprias famílias e o Chapada.

Após aprovada a pesquisa, no Conselho de Ética nº 6.306.326, foram realizadas coletas dos dados contidos nos relatórios do Chapada, sobre as famílias, antes e depois da implantação das tecnologias. Posteriormente foram realizadas as visitas de campo, com intuito de apresentar o projeto de pesquisa às famílias. Posteriormente, ocorreram as entrevistas semiestruturadas para a coleta de dados.

Em resumo, foi realizada uma apresentação do projeto às famílias selecionadas e a proposta de formação de um grupo focal, e, a partir daí, agendamento de visitas individuais para coleta de dados, com levantamentos técnicos e visualização dos agroecossistemas. Se fez uso de ferramentas, como: linha do tempo para resgate da história da comunidade; caminhada transversal; registros fotográficos; e um levantamento técnico de comunicação oral usando a entrevista semiestruturada.

Parte dos dados coletados foram inseridos nas planilhas de análise utilizadas no método Lume. O método, que é uma ferramenta participativa para condições de unidades familiares de produção na análise de sustentabilidade no semiárido, está sendo utilizado pelo Chapada na comunidade estudada.

O método Lume faz uma análise econômica e ecológica dos agroecossistemas familiares, mediante informações coletadas diretamente com as famílias, construindo uma modelização do mesmo.

No passo seguinte, foi feita a análise dos dados, utilizando os instrumentos qualitativos baseados nas dimensões estabelecidos pela FAO para a SAN e, quantificados através da geração de indicadores e gráficos. Por fim, através desses conjuntos de informações serão mensurados os resultados ao longo do tempo do uso do RAC.

Foi realizada a caracterização das famílias, com informações relacionadas a gênero, geração, grau de escolaridade e participação social. E ainda foi avaliada a sustentabilidade agroambiental, medindo a diversidade das culturas existentes, através da observação em lócus e depoimentos da própria família.

Outro foco do estudo, foi a realidade socioeconômica das famílias, englobando desde questões sociais, produtivas e de rendas auferidas antes e depois da

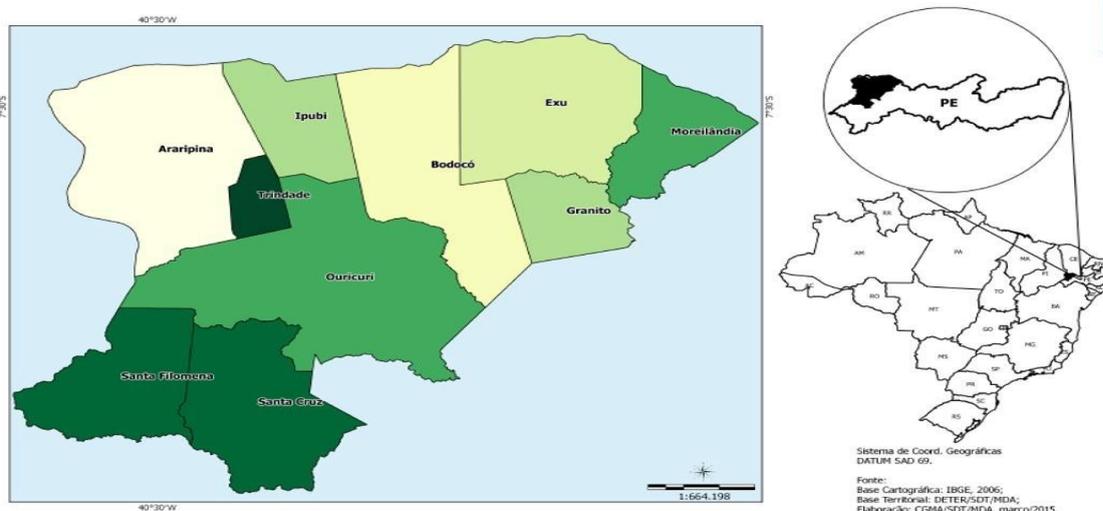
implantação de tecnologia com a utilização de planilhas do método Lume.

5.1 LÓCUS DA PESQUISA

A Região do sertão do Araripe, possui uma área de 11.969,5 km², é composta pelos municípios de: Araripina, Bodocó, Exu, Granito, Ipubi, Moreilândia, Ouricuri, Santa Cruz, Santa Filomena e Trindade, localiza-se na Mesorregião do Sertão de Pernambuco (Figura 2), possui uma população de 277.362 habitantes (PERNAMBUCO, 2007).

Está localizada no noroeste de Pernambuco entre os paralelos 7°18'40" e 8°38'26", na latitude sul, e os meridianos 39°06'09" e 40°51'29" na longitude oeste, com uma vegetação predominantemente de Caatinga hiperxerofila e precipitação anual irregular quanto a sua distribuição no tempo e espaço variando de 450 a 600 mm (PERNAMBUCO, 2011).

Figura 3 – Mapa da região do Sertão do Araripe de Pernambuco (MDR, 2015).



Fonte: IBGE (2006).

Araripina está situada no estado de Pernambuco no Nordeste do Brasil a aproximadamente 700 km da capital do estado na mesorregião do sertão de Pernambuco e microrregião de Araripina (Figura 3), estando situada na tríplice divisa dos estados de Pernambuco-Piauí-Ceará faz divisa com as cidades de Marcolândia-PI e Salitre-CE, é considerada a maior cidade da região do Araripe localizada a uma Latitude: 7° 34' 41" Sul, Longitude: 40° 29' 48" Oeste e uma área de extensão de 2.037,394km² com população de aproximadamente de 85.301 pessoas. O clima é

semiárido com precipitação média de 719 mm e período chuvoso que vai de dezembro a abril, a vegetação se caracteriza como caatinga hiperxerófila, rala, aberta e de porte baixo (IBGE 2021).

A pesquisa ocorreu no município citado, na zona rural do mesmo, mas especificamente na comunidade da Serra do Marinheiro III. A principal atividade da localidade é a agricultura, sendo a mandiocultura predominante na região por se apresentar bastante adaptada para o solo geralmente arenoso e clima semiárido e apresentar geração de renda e emprego na região consideravelmente satisfatório.

Contudo, são realizadas outras atividades como a apicultura e a criação de pequenos animais como aves, suínos e ovinos. As famílias participantes da pesquisa são beneficiárias de projetos sociais de empresas do setor de geração de energia eólica que construíram em parceria com uma ONG da região algumas tecnologias para as mesmas, tecnologias estas como o sistema de reúso de água cinza (RAC) que por meio de um processo de filtragem torna as águas cinzas ou servidas aptas ao uso na agricultura para produção de alimentos e geração de renda.

Figura 4 – Mapa do território do estado de Pernambuco, destacando o município de Araripina (IBGE, 2021).



Fonte: Adaptado IBGE(2021).

5.2 AMOSTRA

A amostra, tendo-se uma população de 41 de agroecossistemas com a tecnologia de reúso de água implantados, portanto, uma população finita, foi estimada com: nível de confiança de 95%, com valor padronizado de 1,96 (escore); margem de

erro de 5%; e, proporção estimada de 10%, de locais em que a tecnologia de reúso não está sendo utilizada.

Deste modo, aplicando a fórmula (1), para o cálculo do tamanho da amostra a ser trabalhada, definiu-se 32 visitas de campo aos agroecossistemas familiares a serem realizadas, ou seja, 78% das famílias agricultoras beneficiadas com a tecnologia do reúso nas comunidades rurais da comunidade estudada.

A seleção das famílias ocorreu de forma aleatório, seguindo o tamanho da amostra conforme fórmula a seguir:

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p}) \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + z_{\alpha}^2 \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p})}$$

Onde:

n = tamanho da amostra calculada (32)

N = tamanho da população (41)

Z = nível de confiança (95% = 1,96)

p = proporção estimada (10%)

e = margem de erro (5%)

5.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES

A pesquisa consistiu em visitas de campo para seleção de famílias, onde foi levado em consideração o perfil das mesmas no que diz respeito a adoção do sistema de reúso de água cinza. Foram selecionadas famílias de forma aleatórias, ao acaso, e, que não se recusaram a participar da pesquisa de livre espontânea vontade, sem intenções de recebimento de nenhum valor financeiro.

Após a seleção, foi realizado o processo de entrevistas semiestruturadas com as famílias no intuito de levantamento de dados de como era a propriedade antes depois da adoção do RAC. Ressalta-se, que esse processo de construção ocorreu de maneira participativa, envolvendo todos os integrantes da família - jovens e adultos, para identificação da perspectiva de cada um sobre o agroecossistema da família e onde cada um tem maior interação.

A partir disso, os dados obtidos alimentaram as planilhas do método aplicado, ou seja, o método luma. Sendo posteriormente sistematizadas as informações e gerados

gráficos e fluxos, tanto ecológicos como econômicos, para avaliação do potencial produtivo e de geração de mudança nas condições sociais e financeiras das famílias que adotaram o uso do RAC.

Vale salientar que a pesquisa utilizou uma metodologia participativa que busca a interação das famílias. Onde a construção dos dados se deu a partir das respostas das mesmas e o método utilizado, enfatizou realidades e condições que geralmente os métodos convencionais negligenciam. Em outras palavras, o método lúmen permitiu uma abordagem mais abrangente e articulada, a ponto de perceber a autonomia, a equidade do núcleo familiar, identificando o protagonismo juvenil e das mulheres, como também a ocorrência das relações entre os indivíduos na organização da propriedade e interação com a tecnologia (PETERSEN. et al. 2021).

5.4 PÚBLICO

O público alvo da pesquisa foi de famílias agricultoras beneficiárias com o sistema de reúso de água cinza, da comunidade rural Serra do Marinheiro III, situada na região do sertão do Araripe, no município de Araripina-PE.

Como a pesquisa ocorreu no agroecossistema familiar, e este é o resultado, ao longo do tempo, das decisões e interações socioambientais da família, onde ocorreu a visita, foi estimulada a participação de todas as pessoas que compõem o núcleo social que compõem esse agroecossistema.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados e análises apresentados neste trabalho não tem cunho avaliativo do projeto desenvolvido por a instituição executora e construtora das tecnologias como também da tecnologia do sistema de reúso de água cinza, no modelo utilizado. O foco está concentrado no sentido de analisar e avaliar a importância e influência da tecnologia de reúso de água cinza no que diz respeito à disponibilidade de alimentos condicionada às famílias como também a produção relacionada a mesma, tendo como base a unidade familiar e seu agroecossistema.

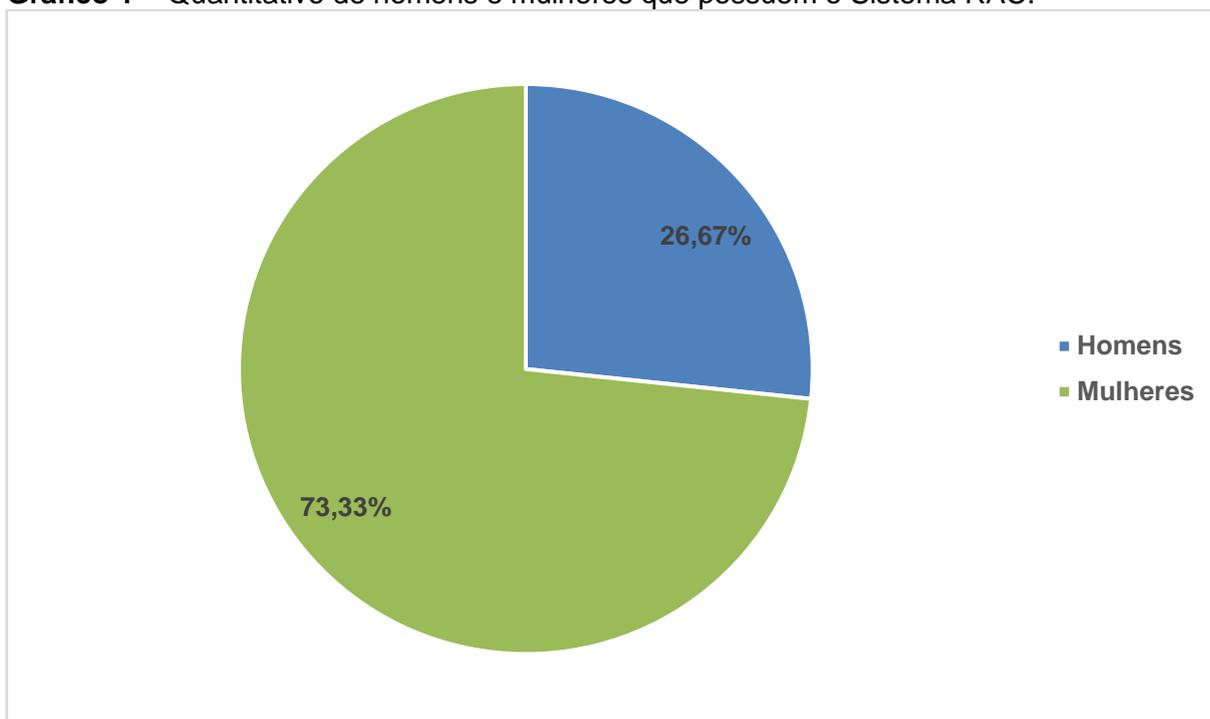
Vale ressaltar que a amostra planejada foi de 32 entrevistas às unidades familiares, contudo, somente foram realizadas 30 entrevistas, devido ao abandono da tecnologia por uma família selecionada e uma das famílias não foi localizada em sua residência durante o processo de entrevistas.

6.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, GÊNERO, ESCOLARIDADE, FAIXA ETÁRIA E PLANEJAMENTO FAMILIAR.

Para que houvesse a identificação e caracterização das famílias agricultoras que fazem uso do sistema de Reúso de Água Cinza, foi realizado um levantamento de dados e informações sobre o gênero, grau de escolaridade, tamanho do núcleo familiar e faixa etária, na busca de avaliar a relação entre esses elementos e a tecnologia de reúso de água cinza nos agroecossistemas. São beneficiárias diretas da tecnologia do sistema RAC, 41 famílias agricultoras distribuídas na comunidade Serra do Marinheiro II, município de Araripina-PE, Sertão do Araripe, região semiárida do Estado de Pernambuco (Figura 3). Porém, o estudo foi realizado apenas em 32 famílias da referida comunidade.

O número de mulheres neste trabalho que possuem e são as responsáveis titulares do sistema RAC é bem expressivo, com uma porcentagem de 73,33% (Gráfico 1) do total de pessoas envolvidas. É válido destacar que essa característica está diretamente ligada ao fato do maior envolvimento feminino nos espaços de participação social como associações e reuniões comunitárias, tendo em vista que tecnologias sociais, como a do sistema RAC, concedida às famílias participantes da pesquisa, são selecionadas a partir de buscas ativas em associações e participação de momentos coletivos sobre funcionamento e uso das mesmas.

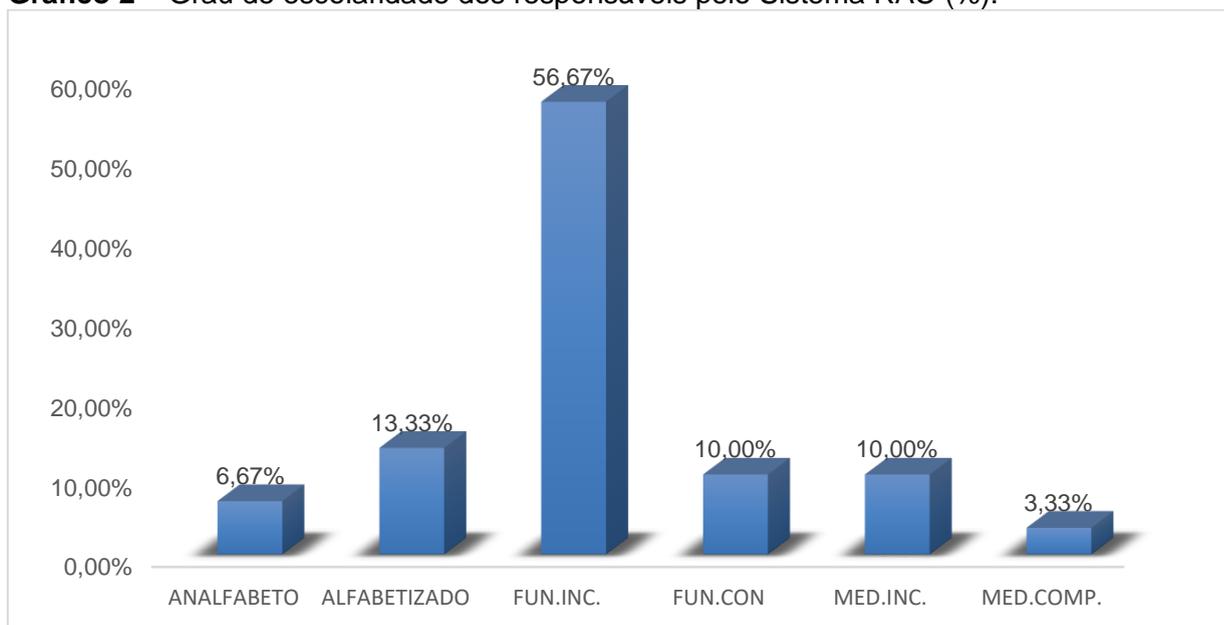
Gráfico 1 – Quantitativo de homens e mulheres que possuem o Sistema RAC.



Fonte: O autor (2023)

É importante destacar que essa é uma característica crucial ao que diz respeito a desconstrução da cultura do patriarcado marcante em diversas regiões do semiárido nordestino, no tocante da dificuldade ou impedimento da participação das mulheres em atividades coletivas de formação contínua, ou de assessoramento técnico (VITERBO, 2019).

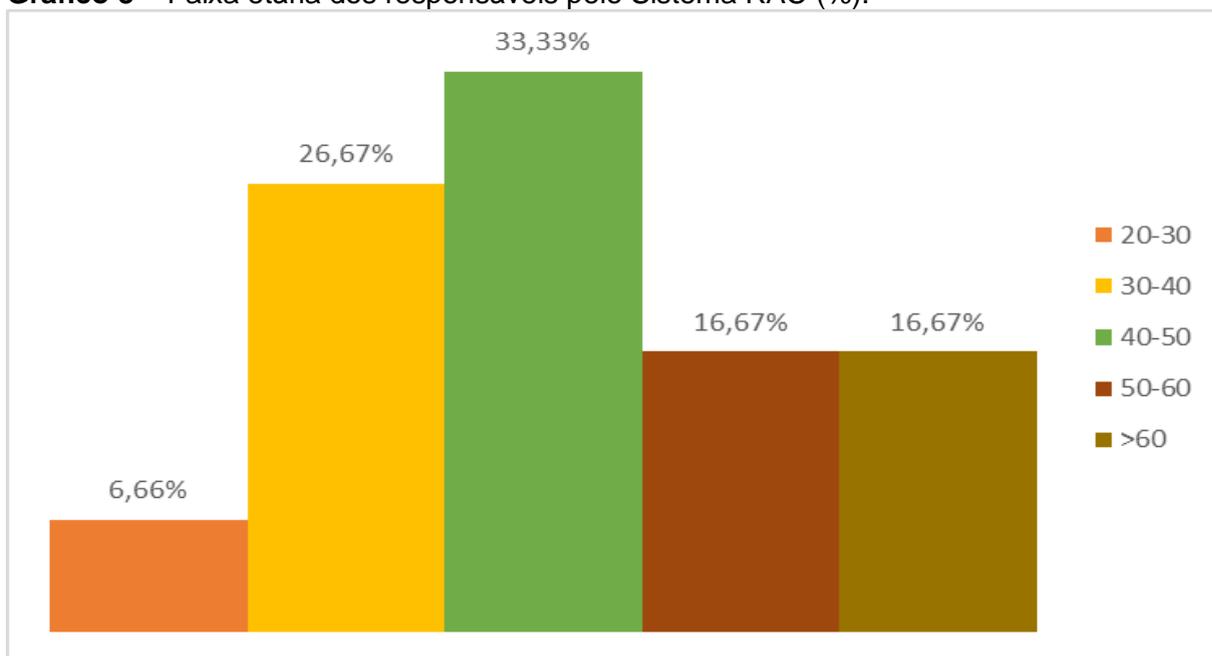
Quanto ao nível de escolaridade, os dados mostram que 6,67% dos responsáveis pelo sistema RAC não conseguem ler ou escrever, se declarando analfabetos. Outros 10% concluíram integralmente o ensino fundamental, 56,67% concluíram o ensino fundamental parcialmente, 13,33% afirmam só saberem ler e escrever (alfabetizados). O percentual de pessoas do grupo com ensino médio completo é de 10% e 3,33% que não conseguiram concluir o ensino médio (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Grau de escolaridade dos responsáveis pelo Sistema RAC (%).

Fonte: O autor (2023)

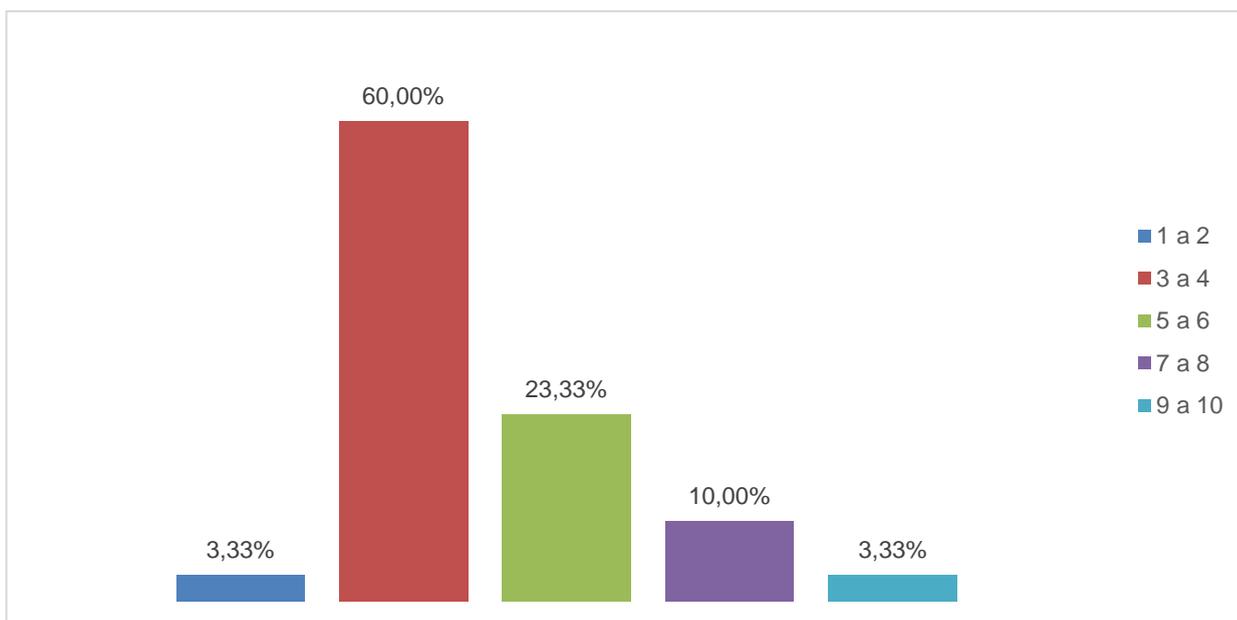
Souza Filho *et. al.* (2011), em seus estudos relacionados às condicionantes de adoção de tecnologias por agricultores, mostra o baixo nível de escolaridade dos agricultores, dentre outras condicionantes, como um fator limitante para a adoção de tecnologias, o que contribui para uma menor capacidade de geração de renda, produtividade dos agroecossistemas e resiliência às adversidades impostas por a região semiárida no que diz respeito às condições sociais e edafoclimáticas. Muito embora, já se sabe que tecnologias adequadas às realidades das famílias agricultores no que diz respeito à dimensão e modelo operacional, aliadas a sistemas de produção que melhores se adequam ao sistema de produção das unidades familiares vem mostrando resultados significativos na melhoria da qualidade de vida das famílias (SILVA *et. al.*, 2010).

Segundo os dados coletados neste estudo, a faixa etária dos responsáveis pelo sistema RAC que apresentou mais de pessoas, foi a de 30 a 50 anos (Gráfico 3) com uma representatividade de 43,33% em mulheres e 60% do total de entrevistados, sendo que a faixa etária com maior número de pessoas foi de 40 a 50 anos com uma idade média da amostra de 47 anos para os responsáveis pelo sistema RAC. Outro ponto relacionado ao tempo é que 36,67% dos entrevistados neste trabalho residem na comunidade há mais de 20 anos.

Gráfico 3 – Faixa etária dos responsáveis pelo Sistema RAC (%).

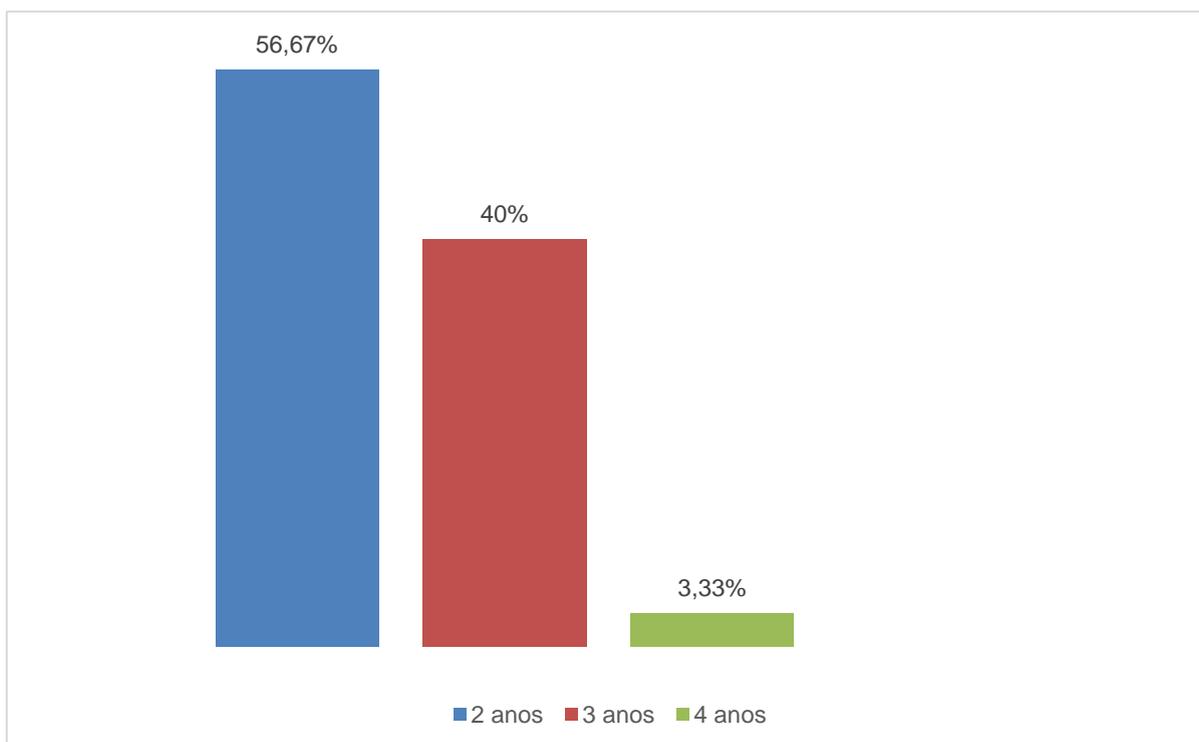
Fonte: O autor (2023)

As unidades familiares que se apresentaram com maior expressividade em quantitativo de componentes são compostas por 3 a 6 membros, sendo que destes 60% são compostas por 3 a 4 membros (Gráfico 4). Conforme os dados, o tamanho médio das famílias é de 4 pessoas, o que difere do trabalho “As Famílias Pluriativas e Não Agrícolas no Rural Brasileiro: condicionantes e diferenciais de renda” realizado por Sakamoto et. al.2016, quando os mesmos descrevem sobre as características das famílias agrícolas, pluriativas e não agrícolas com tamanho médio de 3,4 membros por residência. Ressalta-se que o número de pessoas nas unidades familiares tem influência direta no volume de água residuária produzida, ou seja, a dimensão e capacidade de produção do sistema produtivo implantado a partir do RAC é expressiva ou não conforme o número de membros da família.

Gráfico 4 – Quantidade de integrantes das unidades familiares.

Fonte: O autor (2023)

Conforme os dados as famílias possuem em média a tecnologia a 3 anos em suas propriedades, sendo que mais de 50% delas estão com o sistema com até 2 anos de instalado e ao realizar a pesquisa 100% dos entrevistados relataram não conhecer ou ter entendimento sobre águas cinzas e o sistema RAC.

Gráfico 5 – Anos da implantação da tecnologia.

Fonte: O autor (2023)

Um resumo temos os seguintes: temos uma participação expressiva de mulheres na comunidade que trabalham com o sistema RAC, dois terços, devido à participação delas nos espaços comunitários, em especial na Associação e, por ser uma escolha definida pela organização não governamental trabalhar com mulheres. Há muitas pessoas analfabetas, alfabetizadas e que não chegaram a concluir o ensino fundamental, cerca de 80%, e que em conjunto a faixa etária um pouco mais elevada, aproximadamente 70% têm mais 40 anos, provoca a necessidade da adoção, por quem vai realizar o serviço de ATER, de metodologias e práticas que alcancem esse público e que sejam por ele assimiladas.

6.2 SISTEMA DE REÚSO COMO GERADOR DE MUDANÇAS

Na pesquisa, todas as famílias agricultoras relataram que não possuíam um local apropriado para depósito dos efluentes produzidos dentro da residência, sendo necessário o descarte dos mesmos a céu aberto dentro da propriedade. E que, não realizavam a reciclagem desta água para posterior utilização dentro de seus agroecossistemas. Fato este, relacionado ao desconhecimento, por eles, de uma tecnologia que permitisse esse reúso.

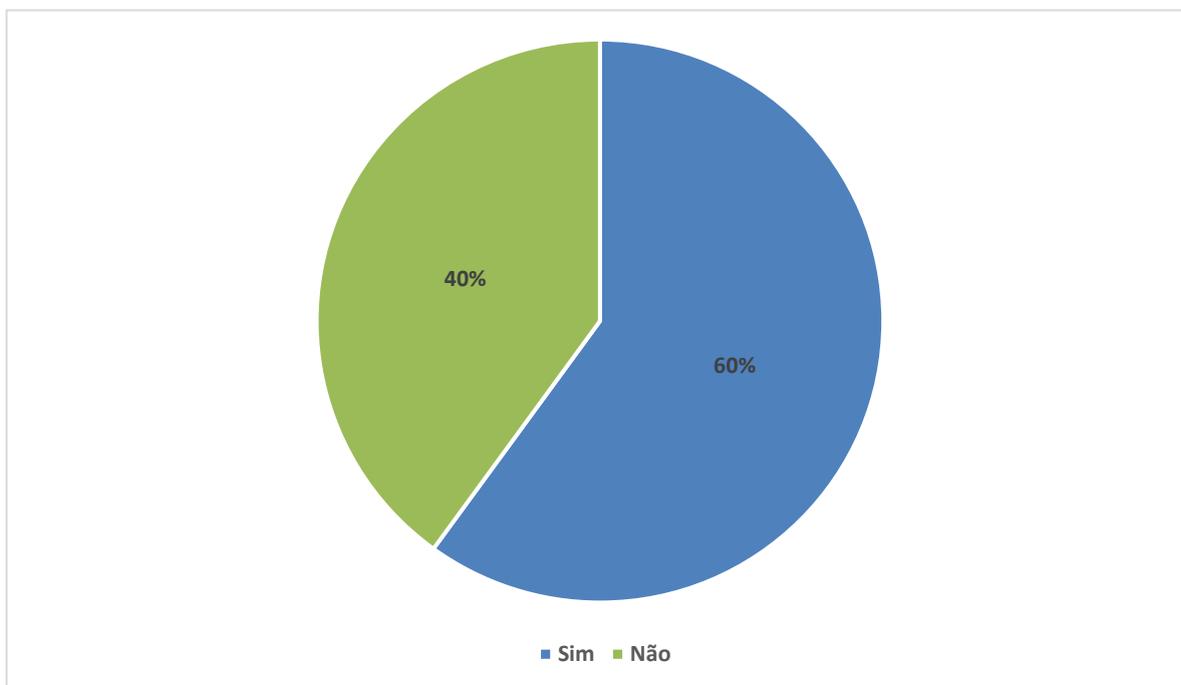
Em estudos realizados em sistemas de reúso de água cinza similares ao deste trabalho, Silva (2020) afirma que o manejo de pequenos sistemas de irrigação utilizando a água cinza filtrada, que antes era destinada diretamente ao céu aberto, propicia um ganho ambiental significativo por permitir a reutilização de um recurso que tem se tornado cada vez mais escasso, como também evitar a poluição do agroecossistema onde vivem e trabalham as famílias agricultoras, contribuindo assim para a conservação do ambiente natural no entorno de suas residências.

Essa afirmação é corroborada por Costa (2021), que destaca a transformação de um agente poluidor – água cinza, em um agente de desenvolvimento que contribui para um desenvolvimento agrícola sustentável.

O estudo mostra que 60% das famílias agricultoras que estão produzindo a partir do sistema RAC (Figura 6), tem como objetivo principal a produção para o autoconsumo. Elas afirmam que parte das frutas, por exemplo, que consumiam, antes compradas na comunidade ou feiras livres, ou advindas de doações de familiares e amigos, passaram a ser produzidas dentro de seus próprios agroecossistemas, após a instalação do sistema RAC.

Desta maneira, estão gerando renda, quando deixam de comprar, e, garantem a segurança alimentar, consumindo um alimento limpo, pelo não uso das famílias de agroquímicos em seus agroecossistemas (GRISA *et. al*, 2010).

Gráfico 6 – Percentual de sistemas atualmente com produção.

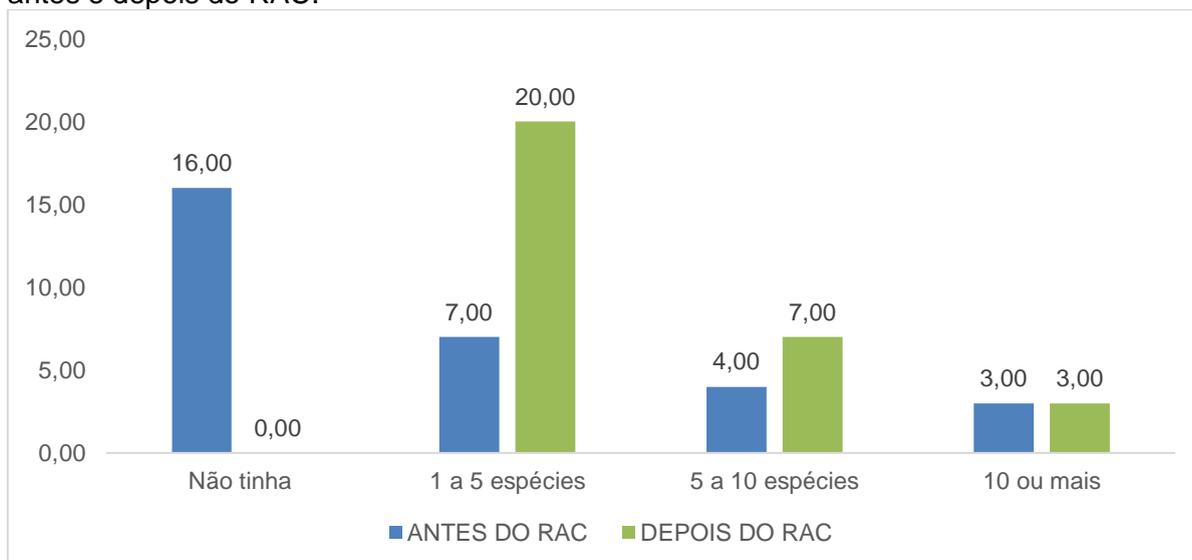


Fonte: O autor (2023).

É importante destacar que, mesmo nos 40% que estão sem produção, as famílias mencionaram que a medida em que houver produção das culturas com água do sistema RAC, está será destinada principalmente para o consumo da família e, em caso de excedentes, comercializar ou fazer doações. Isso remete aos princípios da economia solidária presente nos espaços da agricultura agroecológica e sustentável.

Os dados coletados demonstram que mais da metade (53,33%, n=30) dos beneficiados com essa tecnologia não tinham nenhuma espécie cultivada no seu quintal (Gráfico 7). Contudo, após a instalação do RAC, todos os entrevistados tinham ao menos duas espécies no seu quintal produtivo, passando assim, a ter alimentos de produção própria para o consumo, um aumento expressivo como demonstra o gráfico 6. A quantidade média do número de plantas cultivadas existentes nos agroecossistemas em que não havia nada cultivado é de 9. Onde não havia nada, com o RAC passou a existir uma média de 4 espécies.

Gráfico 7 – Quantidade de unidades familiares com espécies vegetais no agroecossistema antes e depois do RAC.



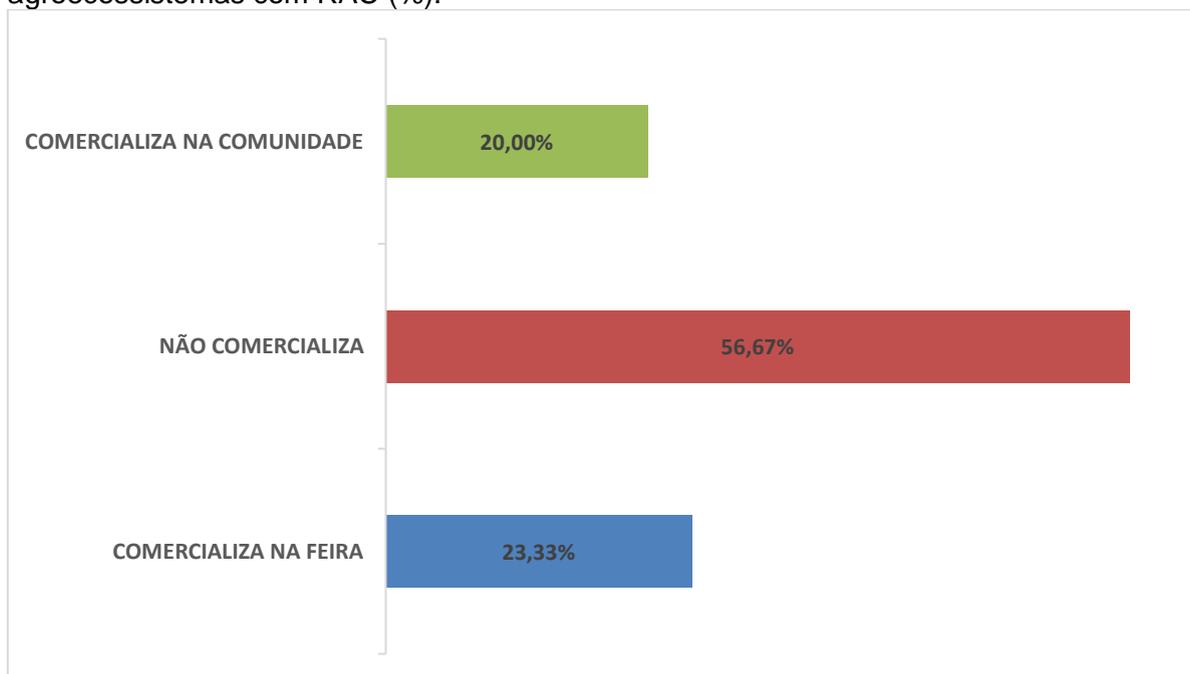
Fonte: O autor (2023).

A água cinza, que antes era lançada a céu aberto, pelas famílias, pelo fato de as mesmas não terem conhecimento e o equipamento para reutilização da mesma, agora passa a ser usado como recurso essencial para segurança alimentar, autonomia e geração de renda.

Antes da implantação do sistema RAC, as famílias agricultoras não comercializavam sua produção. O que conseguiram produzir era destinado apenas ao autoconsumo. A partir do RAC, 43,33% (n=30) das famílias agricultoras passaram a comercializar em ao menos um tipo de mercado, seja ele local (comunidade) ou em feiras livres. Isto expressa a importância da disseminação desta tecnologia para além da segurança alimentar. A partir dela, geração de renda para a família, mas também para a comunidade, e até mesmo para o município.

A renda se dá de maneira direta, com a comercialização da produção, mas também de forma indireta, pois ao produzir mais alimento no seu agroecossistema, a família economiza financeiramente. Desta maneira, passaram a ter mais poder aquisitivo para compra de outros produtos alimentícios não produzidos por eles. Outro aspecto econômico é a geração de empregos, com a contratação temporária de mão de obra para trabalhos dentro do agroecossistema, conforme a dimensão do mesmo.

Gráfico 8 – Gráfico 8 – Unidades familiares com comercialização da produção dos agroecossistemas com RAC (%).



Fonte: O autor (2023)

Barbosa (2019) em estudos realizados com sistemas RAC relata que apesar dos sistemas serem implantados com principal intuito de subsistência familiar, as famílias conseguem comercializar o excedente de suas produções e para as que já tinham a dinâmica de comercialização incorporada na sua rotina aprimoram ainda mais esta prática. Sendo assim, esse é um impacto bastante positivo na vida da maioria das famílias, que, além de não precisarem comprar todos os alimentos utilizados no seu consumo ou de seus animais, pelo fato de atualmente cultivarem parte deles, melhoram ainda suas situações financeiras com mais uma fonte de renda.

Estão no grupo dos 56,67% (n=30) que ainda não acessam nenhum mercado, as 16 famílias agricultoras que não tinham qualquer produção nos seus quintais produtivos, antes dos da implantação do sistema RAC, e das quais 12, possuem sistemas novos – com até 2 anos de funcionamento.

Outro fator positivo do sistema RAC nos agroecossistemas familiares é a melhoria ambiental para as propriedades, tendo em vista que 26,67% das famílias relataram a presença de insetos por conta da exposição desses efluentes a céu aberto.

O sistema de reúso de águas cinzas (RAC) como tecnologia social através de sua instalação nos agroecossistemas, pode proporcionar meios e condições para melhoria da qualidade de vida das famílias agricultoras, principalmente nos seguintes

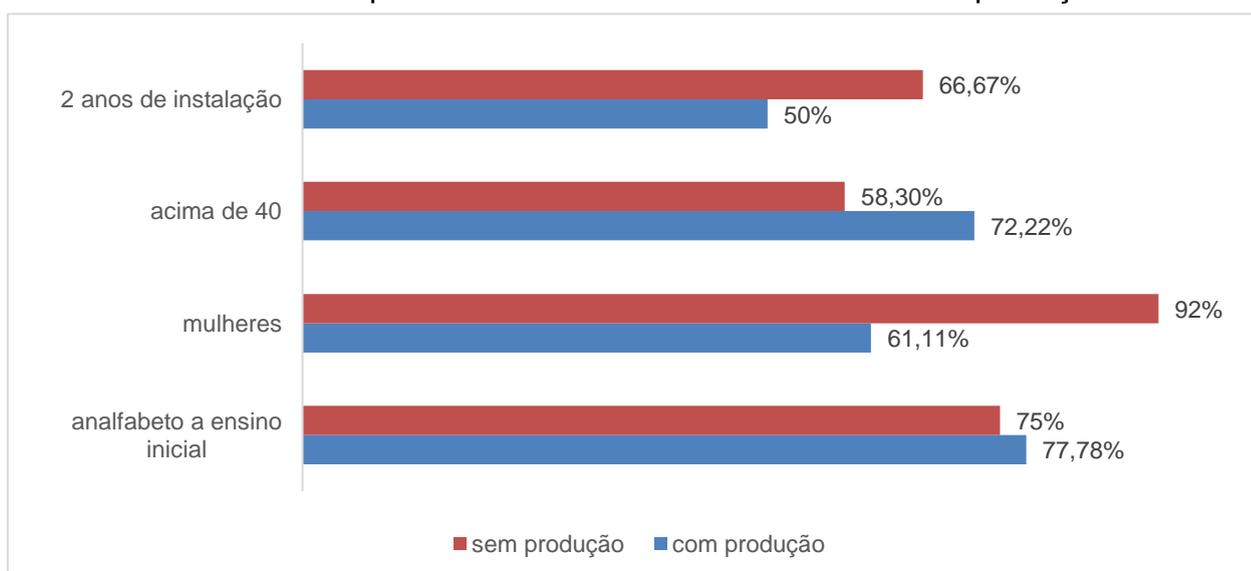
aspectos: na garantia da segurança alimentar, com a oferta de alimentos de maneira mais contínua e diversificada; no aumento da renda familiar, por meio da comercialização de excedentes de produção, aumento do autoconsumo, proporcionando economia com a compra diminuída de alimentos produzidos fora da propriedade; além da melhoria das condições ambientais do agroecossistema, como um todo com a não exposição de esgotos a céu aberto e a reciclagem de águas antes desperdiçadas pelas famílias.

6.3 SUSTENTABILIDADE AGROAMBIENTAL DA TECNOLOGIA DENTRO DAS UNIDADES FAMILIARES.

Os dados mostram que a sustentabilidade ou não do sistema RAC, num agroecossistema familiar, pode estar atrelada a diversos fatores, como tempo de implantação, idade, escolaridade e gênero biológico de quem é responsável.

O perfil dos 40% (n=30) que não tiveram produção, é o seguinte: a) 66,67% têm a tecnologia a até 2 anos na sua propriedade; b) 75% estão entre analfabetos e ensino fundamental incompleto; c) 58,3% têm idade acima de 40 anos; d) 92% são mulheres, sendo que destes 54,5% têm idade acima de 40 anos (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Perfil dos responsáveis de acordo com a ocorrência de produção.



Fonte: O autor (2023).

Percebe-se neste trabalho que um fator determinante para haver produção dentro do agroecossistema com a utilização de água advinda do RAC é o tempo de

instalação do mesmo, tendo em vista que 66,67% dos entrevistados que não tiveram produção possuem a tecnologia a apenas 2 anos. Outro ponto a ser discutido é o de que 92% dentro das unidades familiares que não apresentaram produção, são àquelas em que mulheres são as responsáveis, sendo destes 54,5% acima de 40 anos. Enquanto, dos 61,11% que relataram produção dentro do seu agroecossistema, 63,63% são mulheres com mais de 40 anos, ou seja, quanto maior o número de mulheres com faixa etária acima de 40 anos, maior o nível de organização e gestão do agroecossistema.

Conforme os dados coletados neste trabalho, em 2 anos de instalação do sistema RAC as famílias continuam se adaptando ao fato da manutenção e hábitos a serem seguidos para o bom funcionamento da tecnologia, tendo em vista isto o estudo identificou que 43,33% do total de entrevistados têm dificuldades na manutenção do sistema e que destes mais de 50% (Gráfico 5) tem o sistema instalado em sua propriedade apenas 2 anos.

Por mais que as famílias, ao receber a tecnologia, tenham passado por momentos de formação e capacitação sobre a mesma, há fatores internos da família que limitam o bom desempenho da tecnologia, como por exemplo, volume insuficiente de água de reúso produzida para alimentação do sistema de irrigação com eficiência, devido ao tamanho das famílias, que na sua maioria estão entre 3 e 4 pessoas (Gráfico 4), dedicação do tempo da família a outros afazeres como é o caso da maioria na realização de serviços fora da propriedade.

De acordo com Santos (2002) as quantidades de águas cinzas demandadas e produzidas estão diretamente relacionadas ao volume de água consumido por a família que pode ser variável conforme região, clima, costumes ou até mesmo pela distância da fonte de abastecimento da propriedade pelo dispêndio, morosidade e onerosidade caso seja transportada por tração animal humana ou carro pipas (SOUZA, 2023).

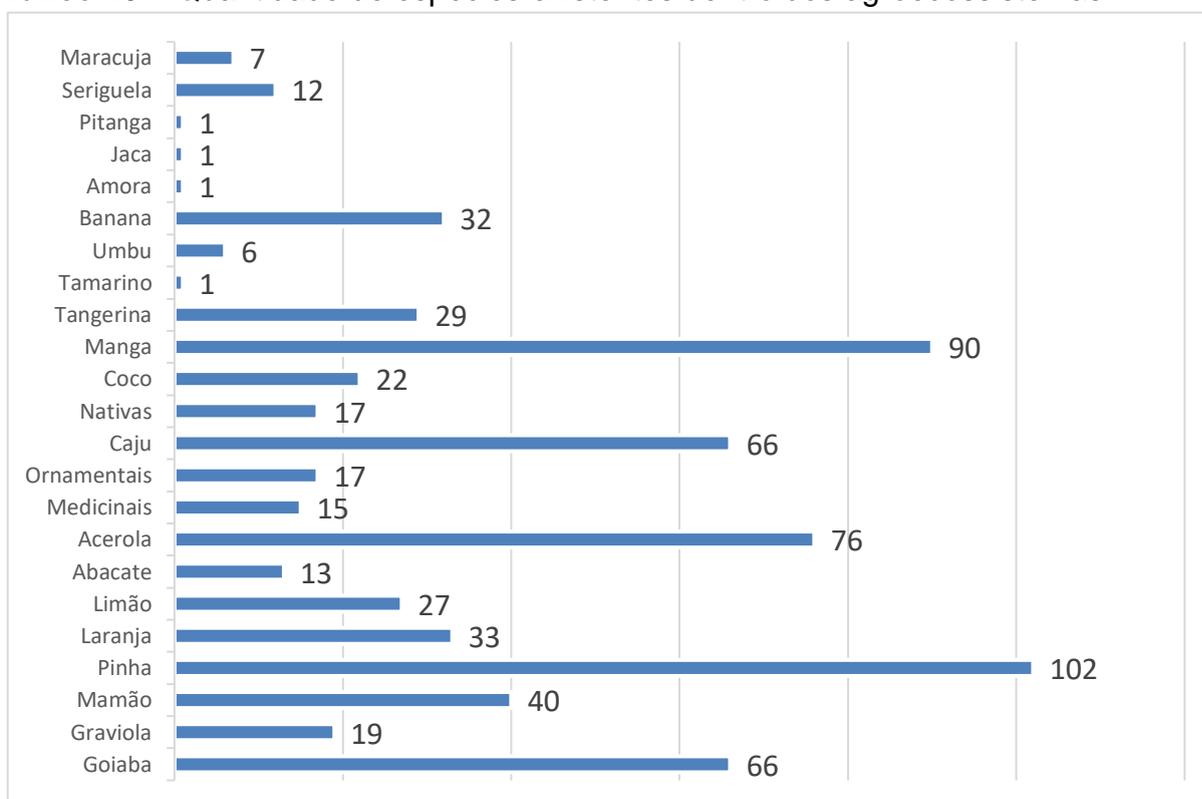
O dimensionamento do sistema de irrigação também é um ponto que deve ser chamado atenção tendo em vista que o mau dimensionamento dos mesmos pode ver a causar problemas relacionados a abandono da tecnologia e má impressão da mesma por outras famílias, Santos *et. al*, (2012) chamam atenção para o dimensionamento da área a ser irrigada por águas cinzas, tendo em vista que o sistema de irrigação deve ser proporcional ao volume de água produzido na residência, pelo fato de que a baixa quantidade de água cinza gerada inviabiliza a

irrigação de grandes áreas. Conforme os autores, a grande maioria das áreas irrigadas com essas águas são pequenos quintais produtivos, os quais são estratégicos para a produção “in natura” de alimentos de boa qualidade, priorizando-se frutíferas e forrageiras.

O sistema de reúso de águas cinzas – RAC, aliado a um sistema de produção adequado às condições sócio edafoclimáticas das unidades familiares, pode condicionar as famílias meios de produção para além da subsistência, como os resultados que aqui apresentamos.

Portanto, condicionantes como o número de membros das unidades familiares, disponibilidade de um mínimo de água nas residências e a realização de manutenções de rotina, propiciam aos beneficiários desta tecnologia condições favoráveis para permanência no campo de maneira digna com acesso e disponibilidade de alimentos antes não consumidos ou agora de produção própria, mas também melhoria da qualidade de vida tanto no que diz respeito às questões de saneamento rural que a maioria das áreas rurais não possuem como também a não poluição ambiental e visual causada pela exposição dos efluentes domésticos a céu aberto.

Gráfico 10 – Quantidade de espécies existentes dentro dos agroecossistemas.



Fonte: O autor (2023).

Ao realizar análise dos dados pode-se perceber que quem considerava não cultivar nada em seu agroecossistema passou a ter frutíferas, sendo ao menos de duas espécies distintas. Outro ponto é que no total de entrevistados neste trabalho a média de espécies por agroecossistema foi de 23 plantas, sejam eles frutíferas, nativas ou ornamentais.

Dos 56,67% que não comercializaram (n=30), 70,58% relataram ter dificuldades na manutenção do sistema, sendo que deste número de entrevistados 47% não tem produção ao menos para consumo próprio da família, ou seja, a dificuldade de manutenção do sistema RAC dentro dos agroecossistemas famílias ocasiona a redução do seu potencial de disponibilidade de água para produção e consequentemente redução da produção de alimentos para as famílias.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um recurso natural essencial para a vida no planeta, e a crescente escassez deste recurso e o mau uso do mesmo vem preocupando cada vez mais a sociedade.

Com intuito de sanar esse problema diversas campanhas são lançadas, inúmeros produtos têm sido desenvolvidos e tecnologias têm sido criadas e estudadas como o sistema RAC, a fim de que se possa chegar ao uso mais eficiente e sustentável deste recurso que tende a ser cada vez mais precioso que a água.

De acordo com análise dos dados e argumentos apresentados neste trabalho pode-se afirmar que, apesar das famílias enfrentarem algumas dificuldades e desafios no que diz respeito ao reuso proveniente do sistema RAC, relacionados a manutenção e operacionalização, o mesmo atingiu os seus principais objetivos quando instalado.

A tecnologia instalada nas propriedades em sua maioria conseguiu realizar a reutilização dos efluentes domésticos residenciais de maneira eficiente tornando esse recurso “água” que é escasso por diversos motivos, apropriado para uso novamente; resolveu a problemática da poluição ambiental causado pela água cinza; e proporcionou a produção e o cultivo de alimentos para as famílias e seus animais, promovendo assim segurança alimentar e renda para esse grupo social.

As famílias agricultoras ao receberem qualquer tecnologia como inovação seja ela a mais simples possível necessitam de um período de adaptação e aprendizagem para poderem ter um maior domínio sobre a mesma, ao relacionarmos essa inovação ao sistema RAC percebemos que famílias com pouco tempo de instalação da tecnologia na propriedade apresentam dificuldades como também tem seu sistema com potencial produtivo reduzido.

Mesmo havendo situações de potencial produtivo reduzido, podemos afirmar que de fato a tecnologia propicia às famílias segurança alimentar pelo acesso e disponibilidade de alimentos antes não consumidos ou agora de produção própria.

É importante destacar que mesmo que nem todas as famílias estejam comercializando excedentes de produção oriundos do sistema RAC, ainda sim há melhoria da renda familiar por conta do autoconsumo ou haverá pelo potencial produtivo das propriedades devido à diversidade de espécies existentes, especialmente fruteiras, ou seja, renda não monetária do autoconsumo e monetária da comercialização dos excedente quando houver.

Outro fato importante relacionado ao sistema RAC é a devida instalação do mesmo aliada a um sistema de irrigação dimensionado conforme a disponibilidade de água gerada que propicia de fato as famílias, melhoria da sua qualidade de vida, com a disponibilidade de um recurso antes inexistente, ou seja, água para produção.

O produto final deste trabalho serviu para que as famílias agricultoras possam ter um retorno da pesquisa e compartilhem esse material com outras famílias agricultoras, de modo que acessem o entendimento de que, no semiárido nordestino e especial a região do sertão do Araripe, há condições e tecnologias que possibilitam as famílias dessa região uma vida digna, de qualidade e possam permanecer no campo através da adoção do sistema RAC, ou seja, através do seu potencial de condicionamento de produção de alimentos as famílias tenham segurança alimentar e nutricional e um mínimo em saneamento rural.

Outro ponto em destaque é que o documentário “Reúso de águas cinzas: gerando renda e alimento no Sertão do Araripe Pernambucano” possa sensibilizar pessoas, em especial jovens, lideranças comunitárias e políticos que venham a ter acesso a esse material a fim de mostrar que no campo pode-se ter condições de geração de alimentos, não só para autoconsumo, mais também para geração de renda e assim disseminar essa tecnologia cada vez mais ou até mesmo torná-la uma política pública de acesso comum.

Nesse sentido, essa proposta buscou a sistematização dos resultados obtidos a fim de visibilizar o sistema de reúso de águas cinzas e como o mesmo contribui nas relações socioeconômicas e agroambientais das unidades familiares beneficiadas com o mesmo. As informações resultantes dessa proposta também foram disponibilizadas através de material didático para divulgação a agricultores/as e instituições, sejam elas públicas e/ou privadas, sendo o mesmo um mini documentário com título “Reúso de águas cinzas: gerando renda e alimento no Sertão do Araripe Pernambucano”.

Com intuito de visibilizar este material, além da divulgação dos dados e argumentos apresentados neste trabalho no site da universidade federal do vale do são francisco, também será disponibilizado em redes sociais e no repositório da UNIVASF YouTube Instagram através do link de acesso: <https://youtu.be/8VO63KVYAa8?si=yCe6UfXCyNprqZzp>

REFERÊNCIAS

- ABROMOVAY, R. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, 11, n. 2, 1997. 73-78. Disponível em: <http://www.produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v11n02/v11n02_08.pdf>. Acesso em: 5 outubro 2023.
- ALVES, A., P. Convivência com o Semiárido Brasileiro. *in*: CONTI, I., L.; SCHROEDER, E., O.(org.). **Estratégias de Convivência com o Semiárido Brasileiro**, Brasília: IASB; 2013. P.35-47.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2021**. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/creditos>>. Acesso em: 20 janeiro 2023.
- ANDRADE, M.; MARINOSKI, A. K.; BECKER, H. R. **Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva**. Casa Eficiente: uso racional da água. 2010.
- ASANO, T. **Water from (waste) water – the dependable water resource**. Water Science and Technology. v. 45, p 23-33, IWA Publishing. 2002.
- BAGGETT, S., JEFFREY, P., JEFFERSON, B. Risk **perception in participatory planning for water reuse**. Desalination, v. 187, p. 149–158, 2006.
- BARBOSA.M.T **Sistemas de reúso de águas cinzas domésticas para agricultura familiar: o caso de comunidades rurais do estado do Ceará / Mônica Teles Barbosa**. -- 2019.
- BARBOSA, Mônica Teles et al. **Avaliação da sustentabilidade de sistemas de reúso de água cinza doméstica para agricultura familiar em comunidades rurais do Estado do Ceará**. 2019.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas (Ana). **Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019)**. Disponível em <https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf> . Acessado em 25 de abril de 2020.
- CARRASQUEIRA, L. S. et al. **Reúso de águas cinzas em empreendimentos comerciais: um estudo de caso em edifício hoteleiro de Belo Horizonte/Reuse of gray water in commercial projects: a case study in a hotel building in Belo Horizonte**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 7, p. 10028-10035, 2019.
- CERVI, Emerson Urizzi: **Métodos quantitativos nas ciências sociais: uma abordagem alternativa ao fetichismo dos números e ao debate com qualitativistas**. In: BOURGUIGNON, Jussara Ayres (Org.) Pesquisa Social: reflexões teóricas e metodológicas. Ponta Grossa: Todapalavra, 2009. p. 125-144.
- CONTI, I., L. Introdução. *in*: CONTI, I., L.; SCHROEDER, E., O.(org.). **Estratégias de Convivência com o Semiárido Brasileiro**, Brasília: IASB; 2013. P.19-26.
- COSTA.R.O. **Tratamento de água cinza visando o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar / Rubenia de Oliveira Costa**. - Campina Grande, 2021.

DILLON, P. **Water reuse in Australia: current status, projections and research.** Proc. Water Recycling, p. 99-104, Australia, Adelaide, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA CNPS). (Documentos, 1).

FERNANDES, B. M. Cuando la agricultura familiar es campesina. In: FLOR, F. H.; HOUTART, F.; A, P. L. **Agriculturas campesinas en Latinoamérica: propuestas y desafíos.** 1ª. ed. Quito: Editorial IAEN, 2014. p. 19-34.

FIESP. **Conservação e reúso de água em edificações.** São Paulo, Prol editora e gráfica, 2005.

FRIEDLER, E. Water reuse an integral part of water resources management: **Israel as a case study.** Water Policy, v. 3, p. 29–39, 2001.

GRISA, Catia; GAZOLLA, Marcio; SCHNEIDER, Sergio. **A " produção invisível" na agricultura familiar: autoconsumo, segurança alimentar e políticas públicas de desenvolvimento rural.** Agroalimentaria, v. 16, p. 65-79, 2010.

HESPAHOL, I. (2002) **Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 4, p. 75-95. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v7n4.p75-95>

HURLIMANN, A. **Community Attitudes to Recycled Water Use: an Urban Australian Case Study – Part 2.** The University of Melbourne, Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment, 2008.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021).** Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/araripina.html>. Acesso em 01/07/2022.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021).** Disponível em <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>. Acesso em 01/10/2022.

MAGALHÃES, L. **Meio Ambiente. Agenda 2030.** Amazonas, 2021.

MATTOS, L. C. **Um tempo entre secas:** superação de calidades sociais provodas pelas secas através das ações em defesa da convivência com o semiárido. Orientador: Peter Herman May. 2017. 273 f.: Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - UFRRJ/CPDA, Rio de Janeiro, 2017.

MONTE, M. H. M. **Water Reuse in Europe.** E-Water Official Publication of the European Water Association (EWA). 2007.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Região do Araripe: diagnóstico florestal.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 14p.(Programa Nacional do Meio Ambiente, II).

PEREIRA, Nayana Alves. **A restauração florestal por meio da regeneração natural e a evolução do funcionamento hídrico do solo.** Tese (Doutorado). Escola de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2011. 127 f.

PETERSEN.P. et. al. LUME [livro eletrônico] : **método de análise econômico : ecológico de agroecossistemas** /Paulo Petersen ... [et al.]. -- 1. ed. -- Rio de Janeiro : AS.PTA - Agricultura Familiar e Agroecologia, 2021.

PINTO, H.S.; FARIA, I.D.; BAPTISTA, R.; KASSMAYER, K.; ABBUD, A.; PINTO, V.C. (2014) **A Crise Hídrica e suas Consequências.** Brasil: Núcleo de Estudo e Pesquisas, Senado Federal. 32 p.

RICART, S.; RICO, A. M. **Assessing technical and social driving factors of water reuse in agriculture:** A review on risks, regulation and the yuck factor. *Agricultural Water Management*, v. 217, p. 426-439, 2019.

SALGOT M. et. al. **Wastewater reuse and risk: definition of key objectives.** In: *Desalination*. V. 187. p. 29-40, 2006.

SANTIAGO, F. S. et al. **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro.** Fábio Santiago... [et al.]. – Caraúbas: ATOS, 2015.

SANTOS, A.S. P.; VIEIRA, J. M. P. **Reúso de água para o desenvolvimento sustentável: Aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal.** *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 8, n. 1, p. 50-68, 2020.

SANTOS, F.S. et al. **Bioágua Familiar: Reúso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido.** 1. Ed. Recife: PDHC, 2012. p. 11-13. [internet]
Disponível em: <https://www.projedomhelder.gov.br/site/images/PDHC/Artigos_e_Publicacoes/Bioagua/Bioagua_Familiar.pdf>.

SANTOS, D. C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental.** *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 7-18, 2002.
Disponível em: <<http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc11030.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2023.

SAKAMOTO, Camila Strobl; NASCIMENTO, Carlos Alves; MAIA, Alexandre Gori. **As famílias pluriativas e não agrícolas no rural brasileiro: condicionantes e diferenciais de renda.** *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 54, p. 561-582, 2016.

SCHNEIDER, Sergio. **Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate.** *Revista de Economia Política*, vol. 30, nº 3 (119), pp. 511- 531, julho-setembro/2010.

SCHNEIDER, S.; NIEDERLE, P. A. Agricultura familiar e teoria social: diversidade das formas familiares de produção na agricultura. In: FALEIRO, F. G.; NETO, A. L. D. F. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade,**

agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados / Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 989-1014.

SILVA, A. L. S. **Aperfeiçoamento e monitoramento de estação para tratamento e uso agrícola de água cinza no semiárido brasileiro.** 2018. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) -Universidade Federal Rural do Semiárido. 2018.

SILVA, P. R. C. **Estruturas hidráulicas e eficiência da aplicação de água cinzaem áreas irrigadas por pequenos produtores rurais do Sertão do Pajeú e do Sertão do Araripe** / Paulo Romário Calixto da Silva. – Serra Talhada, 2019.

SILVA, P., C., G. et. al. **Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos,** 2010.

SILVA, Paulo Romário Calixto et al. **Uso de água cinza filtrada em sistemas de gotejamento na agricultura familiar.** Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e708986061-e708986061, 2020.

SOUSA, J. T.; VAN HAANDEL, A. C.; CAVALCANTI, P. F. F.; FIGUEIREDO, A. M. F. **Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semiárido nordestino.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v.10, n. 2, 2005.

SOUZA, B. A. **O impacto do sistema de reúso de água cinza na vida das famílias agricultoras do semiárido sob o olhar das mulheres.** Dissertação (Mestrado Profissional em Extensão Rural) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Espaço Plural, Coordenação de Pós-Graduação. Juazeiro, BA: 2023. Disponível em: disponibilizado pelo autor. Acesso em: 23 out. 2023.

SOUZA, B. A.; XENOFONTE, G. H. S.; SOUZA, R. A. Semeando Vida no Semiárido tendo a agroecologia como ambiente norte. In: LIMA, J. R. T. D. **Agroecologia e Movimentos Sociais.** 1ª. ed. Recife: Edições Bagaço, v. 1, 2011. p. 88-110.

URKIAGA, A. *et. al.* **Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse.** Desalination, v. 218, p. 81-91. 2008.

USEPA. **Guidelines for Water Reuse.** 2004.

VALE, Tásia Moura Cardoso do. **Influência dos extremos climáticos e do balanço hídrico na produtividade agrícola.** 2021.

VIEIRA, V. D. P. P. B. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semi-árido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 8, n. 2, abril-junho 2003. 6-16. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/36/15ba306634d0b446a951b62f22699974_8753e5e78f1144cab7f4a44d55323b2d.pdf>. Acesso em: 21 junho 2023.

WANDERLEY, M. D. N. B. A ruralidade no Brasil moderno: por um pacto social pelo desenvolvimento social. In: GIARRACCA, N. **¿Una nueva ruralidad en América Latina?** Buenos Aires:.UBA SOCIALES - Facultad de Ciências Sociales, 2001. p.

31-44.

WINPENNY, J. *et. al.* **The wealth of waste: the economics of wastewater use in agriculture.** FAO Water Reports. Roma. 2010.

WHO - WORLD HEALTH ORGANISATION QUALITY OF LIFE ASSESSMENT GROUP - WHOQOL. The development of the WHO quality of life assessment instrument (the WHOQOL). In: ORLEY, J.; KUYKEN, W. **Quality of life assessment: international perspectives.** Berlin: Springer-Verlag, 1994. p. 41-60.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS

ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA
Data: Identificação/localidade: Nome do entrevistado (a): Idade: Sexo: Escolaridade:
· 1. A quanto tempo reside na comunidade?
· 2. De que forma era realizado a reciclagem da água usada na propriedade?
· 3. Onde era depositado a água após uso?
· 4. O que era produzido no quintal antes da tecnologia?
· 5. Quais são as culturas que são produzidas com uso da água de reúso?
· 6. O que mudou no habito alimentar da família?
· 7. Antes da tecnologia havia a proliferação de insetos patogênicos?
· 8. Quais as principais doenças e insetos eram incidentes antes da tecnologia?
· 9. Como era o quintal produtivos antes da tecnologia?
· 10. Quais as culturas que se pode cultivar após o sistema RAC?
· 11. Quantos tipos de mercados acessados antes e depois do sistema RAC?
· 12. A quanto tempo tem a tecnologia?
· 13. O que te motivou querer ter na propriedade um sistema RAC?
· 14. O que considera agradável em ter um sistema RAC?
· 15. Tem alguma dificuldade na manutenção?
· 16. Antes de ter o sistema oque você entendia por reúso de agua cinza?

APÊNDICE B – FOTOGRAFIAS



Foto 1: Visita ao agroecossistema da agricultora Francisca Pedrina de Carvalho Silva.



Foto 2: Visita ao agroecossistema da agricultora Raimundo Pereira de souza.



Foto 3: Visita ao agroecossistema da agricultora Eucivan João de Lima.



Foto 4: Visita ao agroecossistema da agricultora Inacia Maria da Conceição Andrade.



Foto 5: Visita ao agroecossistema da agricultora Maria Aparecida Andrade.