

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA – UAST
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

CARLOS ANDRÉ RAMOS

**PERFIL SOCIOECONÔMICO E CARACTERIZAÇÃO DO SUPRIMENTO
HÍDRICO PLUVIAL E FREÁTICO DE AGRICULTORES FAMILIARES DAS
COMUNIDADES DO CEDRO E LAGOA DE SÃO JOÃO, PRINCESA ISABEL - PB**

SERRA TALHADA – PE
Maio/2023

CARLOS ANDRÉ RAMOS

**PERFIL SOCIOECONÔMICO E CARACTERIZAÇÃO DO SUPRIMENTO
HÍDRICO PLUVIAL E FREÁTICO DE AGRICULTORES FAMILIARES DAS
COMUNIDADES DO CEDRO E LAGOA DE SÃO JOÃO, PRINCESA ISABEL - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Curso de Agronomia
da Universidade Federal Rural de
Pernambuco como parte dos
requisitos para obtenção do título
em Engenheiro Agrônomo

Professor(a): Orientador: Prof. Dr.
Genival Barros Júnior

SERRA TALHADA – PE
Maio/2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R175p

Ramos, Carlos André

Perfil socioeconômico e caracterização do suprimento hídrico pluvial e freático de agricultores familiares das comunidades de Cedro e Lagoa de São João, Princesa Isabel-Pb / Carlos André Ramos. - 2023.
59 f.: il.

Orientador: Dr. Genival Barros Junior.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Agronomia, Serra Talhada, 2023.

1. Águas subterrânea. 2. Semiárido. 3. Poços semiartesianos. I. Junior, Dr. Genival Barros, orient. II. Título

CDD 630

CARLOS ANDRÉ RAMOS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título em Engenheiro Agrônomo.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Genival Barros Júnior

(Orientador/Presidente –UFRPE/UAST)

Prof. Dr Luiz Guilherme Medeiros Pessoa

(1ª Examinador – UFRPE/UAST)

Engº Agrº Moacir de Lima Pereira Neto

(2ª Examinador – Prefeitura de Serra Talhada / Secretaria de Agricultura)

*Dedico este trabalho a minha mãe Irene Alexandrina Ramos e esposa
Yannara Rodrigues, por sempre estarem presentes e me ensinarem
que a vida vai além do que os olhos podem ver, e que somos fruto
daquilo que acreditamos...*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que em sua infinita sabedoria mim concedeu em meu coração forças para vencer essa etapa de minha vida. Sabemos que ninguém faz nada sozinho e que somos apenas pequenas gotas que precisam de outras para fazer a diferença, assim gostaria de agradecer...

Aos meus pais que me ensinaram desde cedo que a família cuida e se ajuda, mostrando-me através do exemplo que tudo na vida necessita de esforço e me fazendo compreender assim que o “não fez mais que sua obrigação” é o caminho para as responsabilidades.

Aos meus demais familiares pelo incentivo, em especial ao meu avô Francisco Leite Cabral, cuja paciência é admirável, minha mãe Irene Alexandrina Ramos e esposa Yannara Rodrigues Medeiros Ramos a pessoa mais incrível que Deus escolheu para mim amar e ensinar os passos da vida e de ser um bom homem, estando o tempo inteiro me lembrando “você tem que terminar seu trabalho”. A meu irmão Jose Gabriel Ramos que me ajudou a segurar a barra por tantas vezes e à minha irmã Jessica Milena Ramos pelos incentivos diários.

Ao meu orientador Dr. Genival Barros Júnior, por toda paciência e tempo e supervisão para elaboração desse trabalho.

A todos os professores do curso de Agronomia com quem tive a oportunidade de aprender muito durante a minha graduação sem nenhuma exceção.

Aos meus amigos do curso de Agronomia: Wanderson Barros, Vitor Gomes, Paulo Álvaro, Júlio Teles, João Vitor, Joao Pedro Jacobson, onde a ajuda mútua e a união foram as marcas registradas.

A todos que fazem parte da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da UFRPE, funcionários em todas as atividades.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, que me permitiu cursar com excelência o curso de Agronomia!

Aos moradores das localidades do Cedro e Lagoa de São João Princesa Isabel-PB, em especial Felipe, onde a ajuda, principalmente guiando os meus caminhos durante as coletas nas comunidades e todos responsáveis que me acolheram tão bem.

E a todos que contribuíram de forma direta e indiretamente, meu MUITO OBRIGADO!

*“Se você tem medo não o faça, se você
o está fazendo não tenha medo!”.*

Genghis Khan

RESUMO

O manejo da água em regiões semiáridas tem ganhado uma importância cada vez maior em razão do aumento da demanda por alimentos e da escassez hídrica. Neste sentido o trabalho aqui desenvolvido objetivou analisar o perfil socioeconômico e o suprimento hídrico pluvial e freático de agricultores familiares das comunidades do Cedro e Lagoa de São João, localizadas em Princesa Isabel, na Paraíba. O presente estudo de caso foi realizado no período de dezembro de 2022 a abril do ano de 2023, a partir do qual foram levantadas informações sobre a condição socioeconômica e do portfólio das culturas agrícolas e do manejo geral das áreas, junto a um grupo de agricultores familiares. A partir do estudo do perfil socioeconômico a maioria dos produtores se declara de baixa renda, com 50 % também se declarando de baixo nível de escolaridade, ocupando áreas de produção com média de 2,4 hectares onde predomina o cultivo de hortaliças e banana. A água para irrigação é predominantemente de origem pluvial e a produção agrícola é realizada pela maioria dos produtores sem o uso de agroquímicos em função do elevado custo de aquisição. A demanda por água na região não se limita à agricultura, mas também é destinada para o consumo humano e animal. A qualidade da água de Classe C₃ utilizada pelos agricultores familiares, considerada de elevada salinidade, pode comprometer o uso futuro das terras cultivadas, pelo potencial de salinização e de degradação dos solos. É imperativo a elaboração e execução de um plano de assistência técnica aos produtores e de manutenção dos aparatos hidráulicos, de forma a melhorar a oferta e monitorar periodicamente as águas destinadas a irrigação e ao consumo humano e de animais.

Palavras-chave: Águas subterrânea; Semiárido; Poços semiartesianos.

ABSTRACT

The management of water in semi-arid regions has gained increasing importance due to the increased demand for food and water scarcity. In this sense, the work developed here aimed to analyze the socioeconomic profile and the rain and groundwater supply of family farmers in the communities of Cedro and Lagoa de São João, located in Princesa Isabel, Paraíba. The present case study was carried out in the period from December 2022 to April 2023, from which information about the socioeconomic condition and the portfolio of agricultural crops and general management of the areas was collected from a group of family farmers. From the study of the socioeconomic profile, the majority of the producers declare themselves to be of low income, with 50% also declaring themselves to have a low level of education, occupying production areas with an average of 2.4 hectares where the cultivation of vegetables and bananas predominates. The water for irrigation is predominantly rainwater and the agricultural production is carried out by most producers without the use of agrochemicals due to the high cost of acquisition. The demand for water in the region is not limited to agriculture, but is also destined for human and animal consumption. The quality of Class C3 water used by family farmers, considered to have high salinity, may compromise the future use of cultivated land, due to the potential for salinization and soil degradation. It is imperative to elaborate and execute a plan of technical assistance to the producers and maintenance of the hydraulic apparatus, in order to improve the supply and periodically monitor the waters destined for irrigation and human and animal consumption.

Key-words: Groundwater; Semi-arid; Semi-artesian wells.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama para classificação de águas para irrigação. (RICHARDS, 1954)	23
Figura 2 - Mapa de Localização da área de estudo	26
Figura 3 - Representação do comportamento da chuva e da temperatura ao longo de 30 anos Município Princesa Isabel-PB	26
Figura 4 – Detalhes dos aparatos hidráulicos do poço tubular (P1), da caixa de armazenamento e de distribuição da água e da rede de condução por gravidade	38
Figura 5 - (A) Poço tubular P4 e respectivo sistema de irrigação por microaspiração (B)	39
Figura 6 : Detalhes dos poços tubulares P2 (5a) e P5 (5b)	39
Figura 7 – (A) Poço tubular exposto, (B) reservatória para dessedentação de animal	40
Figura 8 : Detalhe do espelho d'água do poço Amazonas A1 (A e B); sistema de irrigação por microaspersão em funcionamento (C).	42
Figura 9 : Detalhe do espelho d'água do poço Amazonas A2	42
Figura 10 : Sistema de bombeamento para sistema de irrigação no reservatório B1; sistema de irrigação por gotejo B; sistema de irrigação por aspersão C.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Faixa etária e distribuição por sexo do grupo familiar de agricultores entrevistados nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB	30
Tabela 2: Nível de escolaridade das famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB	31
Tabela 3: Renda média mensal declarada pelas famílias das famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB	32
Tabela 4: Aspectos gerais das áreas trabalhadas pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB	33
Tabela 5: Cultivos em manejo nas áreas trabalhadas pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB	34
Tabela 6: Fertilizantes químicos e orgânicos utilizados pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB	35
Tabela 7: Agrotóxicos utilizados pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB	35
Tabela 8: – Localização e características técnicas dos poços profundos identificados no universo amostral das famílias	37
Tabela 9 – Caracterização dos poços amazonas identificadas junto às famílias agricultoras visitadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel – PB, abril de 2023.	41
Tabela 10 – Caracterização das estruturas hídricas de armazenamento de água em superfície nas comunidades rurais de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel	43
Tabela 11 – Caracterização das estruturas hídricas de armazenamento de água tipo cisternas nas comunidades rurais de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel – PB – abril de 2023.	45
Tabela 12 – Valores da condutividade elétrica (CE em dS/m) e pH da água, com as respectivas classificações para fins de irrigação.	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivos Gerais	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Recursos Hídricos	17
3.2 Aquífero subterrâneos.	19
3.3 O uso da água na agricultura	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 Detalhamento do Estudo.....	25
4.2 Caracterização da Area de Estudo	25
4.3 Definição do universo amostral e instrumentação utilizada.....	27
4.3.1 Coleta de amostras de água	28
4.3.2 Avaliações da água armazenada ou captada em poços.	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 Perfil socioeconômico das famílias agricultoras.....	29
5.1.1 O grupo familiar e seus aspectos socioeconômicos	29
5.1.2 Perfil da produção agrícola irrigada.	32
5. 1. 2. 1 Caracterização e dimensão das áreas agrícolas.....	32
5. 1. 2. 2 Cultivos agrícolas: portfólio e aspectos do manejo	33
5.2 Caracterização das estruturas hidráulicas	36
5.2.1 Poços perfurados profundos	36
5.2.2 Poços rasos tipo amazonas.	40
5.2.3 Barreiros e barragem de terra	43
5.2.4 Cisternas	44
5.3 Avaliação simplificada da água armazenada e captada nas comunidades.....	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7. REFERÊNCIAS	51
8. APÊNDICES	56

1. INTRODUÇÃO

Princesa Isabel é uma cidade localizada na região sertaneja da Paraíba, caracterizada por longos períodos de estiagem e baixa disponibilidade de água. A agricultura familiar é uma atividade importante na região, responsável por grande parte da produção de alimentos e geração de renda.

Nesse contexto, é fundamental compreender as características socioeconômicas dos agricultores familiares das comunidades do Cedro e Lagoa de São João, bem como a forma como eles utilizam e gerenciam os recursos hídricos disponíveis, seja por meio da captação de água de chuva ou da exploração de aquíferos freáticos. A avaliação do perfil socioeconômico da região é importante porque permite compreender a realidade em que vivem os agricultores familiares das comunidades, bem como populações identificar as principais demandas e necessidades dessas em relação ao acesso e gestão dos recursos hídricos.

Aspectos como a renda, a escolaridade, a ocupação, a estrutura fundiária, influenciam diretamente a capacidade dessas comunidades em lidar principalmente com uso da terra e seus manejos como também ao uso da água em geral.

Devido ao elevado percentual de água no planeta criou-se a falsa ilusão de que água é um recurso infinito. O que existe, de fato, é uma pouca água doce para uma população que cresce dia-a-dia e, em alguns locais, de forma desordenada. Além do que, 97% de suas reservas referem-se aos mares e oceanos, sendo os demais 3% consideradas doces, culminando com a informação de que apenas 0,3% do volume total da água do planeta podem ser aproveitados para consumo humano e que deste, 0,01% encontra-se em fontes subterrâneas (MARTINS, 2008).

Com o aumento da população mundial, nas últimas décadas, houve um aumento no consumo de água, tanto para o uso direto quanto na agricultura irrigada. Nos últimos 100 anos, o consumo de água doce triplicou e somente a irrigação utiliza cerca de 70% da água doce disponível (CORDEIRO, 2003).

Ao longo da história, as ocupações territoriais surgiram próximas ou em áreas com significativa disponibilidade de água, logo, esse sempre foi um recurso natural empregados em atividades humanas. Entretanto, de acordo com as emergentes necessidades, a quantidade e/ou qualidade deste recurso foram sendo comprometidas ao longo do tempo.

No Brasil se concentra cerca de 12% de toda água doce do Planeta, porém, com uma distribuição bastante irregular entre as suas regiões pelas diferenças significativas nos índices pluviométricos dimensão continental de suas terras (REBOUÇAS, 1997).

A região nordeste do Brasil é caracterizada por apresentar um clima semiárido, onde a irregularidade espacial e temporal das chuvas é uma das principais causas da escassez de água em grande parte da região. Dessa forma, é importante investigar a disponibilidade de água na região e as fontes utilizadas pela população local.

A Agricultura Familiar (AF) se caracteriza pelo cultivo da terra realizada por pequenos proprietários rurais, tendo como mão de obra essencialmente o núcleo familiar. Conforme disposto no artigo 187 da Constituição Federal do Brasil, regulamentada pela Lei nº11.326/2006, considera-se agricultor familiar aquele que desenvolve atividades econômicas no meio rural e que atende a alguns requisitos básicos como: não possuir propriedade rural maior que quatro módulos fiscais; utilizar predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas; e possuir a maior parte da renda familiar proveniente das atividades agropecuárias desenvolvidas no estabelecimento rural (BRASIL, 2006).

A agricultura familiar é uma atividade de grande importância socioeconômica para muitas regiões do Brasil, principalmente para as comunidades rurais. No entanto, o acesso à água é um dos principais desafios enfrentados pelos agricultores familiares, especialmente em regiões com clima semiárido. A escassez de água é um problema que pode afetar diretamente a subsistência das famílias e a produção agrícola.

De acordo com o Banco Mundial (2016a), 78% da população pobre do mundo vive em áreas rurais, e em sua maioria há dependência da agricultura de subsistência, do aumento da produtividade agrícola e de soluções estratégicas para enfrentar e superar as adversidades.

Nesse sentido, a produtividade agrícola influencia diretamente os índices de fome e desnutrição no mundo, visto que entre os anos 2000 e 2012, período que ocorreu um aumento médio anual de 2,6% na produção de grãos em países de baixa renda, os índices de pobreza e desnutrição caíram 2,7% ao ano. Enquanto que o período entre os anos 1990 e 1999 (quando houve estagnação na produção agrícola nos países mais pobres) resultou em pouca melhora nos mesmos índices (BANCO MUNDIAL, 2016b).

Além disto, observa-se que os sistemas de armazenamento de água popularizados no semiárido não possuem capacidade suficiente para acumular toda água de chuva captada nos telhados, provocando um desperdício significativo de água na região, haja a média de água de chuva ultrapassar a capacidade de armazenamento das cisternas em 53,92% conforme Cavalcanti & Brito (2009).

Além disso, o perfil socioeconômico da região também pode influenciar a demanda por água em outras atividades além da agricultura, como o consumo humano e animal.

Portanto, avaliar o perfil socioeconômico das comunidades, permite compreender melhor as condições em que esses agricultores vivem e trabalham, bem como identificar as melhores estratégias de gestão dos recursos hídricos que possam ser implementadas na região, levando em conta as limitações e potencialidades socioeconômicas e culturais dessas comunidades.

Entre as alternativas para os produtores nessas regiões de chegarem a uma maior produtividade agrícola é imprescindível uso da irrigação. Entretanto, segundo Gheyi *et al.* (1991), esta técnica, quando mal empregada, tem gerado vários problemas ambientais, principalmente a salinização do solo que pode provocar a diminuição acentuada da produtividade dos cultivos, como também o efeito da “síndrome de livramento”, ou seja, o abandono de solos salinizados.

Estima-se que boa parte das terras localizadas sobre os climas secos apresentam problemas ou acentuados riscos à desertificação (D’ ODORICO *et al.*, 2013). Pode-se citar cidades: no México (BECERRIL-PIÑA *et al.*, 2015; BECERRIL-PIÑA, R.; MASTACHI-LOZA, C. A.; GONZÁLEZ-SOSA, E.; DÍAZ-D.; ELGADO, E.; BÂ, K.M), na Índia (VARGHESE & SINGH, 2016) e em outras partes no mundo. No Brasil o cenário não é diferente. Na região sobre o clima semiárido os riscos são eminentes e em alguns locais o grau de degradação das terras são tão acentuados que se transformaram em Núcleos de desertificação (BRASIL, 2007; PEREZ-MARIN *et al.*, 2012).

Algo em comum une mais da metade das áreas com risco ou em estado avançado de desertificação, trata-se da dinâmica de uso e ocupação das terras. Segundo D’ ODORICO *et al.*, (2013) o uso das terras agrícolas e nas matas secas sem planejamento e manejo adequado favorece a degradação dos solos e a redução da biodiversidade nesses ambientes. Entre os motores da desertificação encontra-se a salinização dos solos, a qual

é resultante do acúmulo de sais solúveis nas camadas agricultáveis do solo (LUO, et al., 2017). Como consequências tem-se a intoxicação das plantas e elevação da pressão osmótica sobre a vegetação inserida nas áreas salinizadas (PEDROTTI, 2015; GKIOUGKIS, et al., 2015), resultando em perdas da cobertura vegetal e da produção agrícola.

Os impactos da salinização dos solos afetam a dinâmica de organização espacial das populações, promovendo redução das produções agrícola, deslocamentos populacionais, colocando em evidência a segurança alimentar e a economia das comunidades.

Estudos apontam para os problemas citados anteriormente, com destaque para Haron e Dragovich (2010) na Austrália, Xu et al. (2014) na China e, no Nordeste do Brasil com Souza, Queiroz e Gheyi (2000) e Vasconcelos et al., (2013).

É fato que a agricultura irrigada nas zonas semiáridas é praticamente utilizada com maior frequência nos períodos secos, quando evapotranspiração é bem maior e a maioria dos cursos d'água apresentam interrupção em seus escoamentos. Em muitas áreas do nordeste brasileiro a fonte de maior utilização é a água armazenada no lençol freático, cuja salinidade varia em função da quantidade de sais solúveis presentes no solo, que pode ser potencializada pelo manejo inadequado da irrigação.

Nesse sentido, a presente monografia tem como objetivo principal analisar o perfil socioeconômico e o suprimento hídrico pluvial e freático de agricultores familiares das comunidades do Cedro e Lagoa de São João, localizadas no município de Princesa Isabel, no Estado da Paraíba. Estas comunidades, em particular, apresentam uma população que depende majoritariamente da agricultura de subsistência, o que aumenta a importância do estudo sobre o suprimento hídrico em suas áreas, de forma a avaliar fatores como vazões e qualidade da água disponíveis, identificando-se assim, as características do suprimento hídrico pluvial e freático e suas principais fontes de utilização.

A importância deste estudo reside na relevância do tema da agricultura familiar, que é uma das principais formas de produção agrícola no Brasil, particularmente no Semiárido brasileiro e também pela importância do acesso à água para a sustentabilidade das atividades agrícolas. A região estudada é caracterizada pela existência de uma escassez hídrica, o que torna a análise do suprimento hídrico ainda mais relevante.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Caracterizar o perfil socioeconômico dos agricultores familiares das comunidades do Cedro e Lagoa de São João, Princesa Isabel – PB e avaliar a disponibilidade e qualidade dos suprimentos hídricos pluviais e freáticos utilizado pelos agricultores familiares das comunidades do Cedro e Lagoa de São João, Princesa Isabel – PB.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar o perfil socioeconômico das comunidades;
- Caracterizar os aparatos hidráulico destinados ao armazenamento e distribuição do suprimento hídrico pluvial e freático e suas principais fontes de utilização;
- Avaliar fatores como vazões e qualidade da água disponíveis nas áreas de cultivo;
- Identificar as principais demandas e necessidades, em relação ao acesso e gestão dos recursos hídricos.

3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Recursos Hídricos

A gestão dos recursos hídricos no Brasil reflete as realidades políticas, sociais e econômicas das diversas regiões do país. A atual forma de gestão, voltada à aplicabilidade social da água, remonta a discussões surgidas ainda no século XX, impulsionadas pelas inquietações e conflitos desenvolvidos entre os diversos atores do ambiente, a sociedade como um todo, o poder público e as condições do próprio meio ambiente (Piaget 1977).

Na atualidade, com o aumento da população e a necessidade por alimento sempre em alta, o uso das águas, principalmente na agricultura vem aumentando em todo globo terrestre, sendo assim, podemos observar que a situação de declínio das reservas de água passou a ser um fator preocupante, não somente quanto a sua quantidade, como também na qualidade, e por consequência, no impacto deste fato sobre os processos ambientais (Christofidis 2002).

A situação ainda mais problemática nas regiões áridas e semiáridas onde as condições climatológicas estabelecem uma escassez maior para os recursos hídricos, nos obrigando a buscar e desenvolver cada vez mais novos avanços tecnológicos (Polaz e Teixeira 2009).

No Estado da Paraíba, como no Nordeste em geral, existe uma preocupação, não apenas com a bacia hidrográfica ou mesmo com suas sub-bacias, mas, principalmente, com os reservatórios que acumulam água para uso humano e afins, por assumirem um papel fundamental em tempos de estiagens mais severas (WRI, 1990). Contudo, nem sempre as práticas de preservação ambiental no entorno desses corpos hídricos são implementadas, desconhecendo-se inclusive a qualidade das águas, principalmente para irrigação, cuja utilização ocorre na ausência de um manejo equilibrado e sustentável, impactando nos solos e no ambiente em geral (Wolf & Murakami, 1995).

A existência de um quadro de incertezas quanto à disponibilidade e à qualidade das águas em uma determinada região, gera insegurança na tomada de decisão nas políticas de desenvolvimento agropecuário e socioeconômico, necessitando, portanto, de medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos disponíveis visando atender à demanda da população de forma permanente (Martins et al. 2015; Silva 2014).

Além deste quadro, é sabido que a água é um recurso natural escasso e cuja disponibilidade tem sido crescentemente limitada, principalmente em regiões áridas e semiáridas. As projeções e tendências traduzem sérios riscos de conflitos e vulnerabilidades cada vez mais complexos. Toda e qualquer estratégia de uso e gestão deve estar focada nos conceitos mínimos de sustentabilidade, considerando também as possibilidades de utilização de águas servidas e residuais como alternativas potenciais de minimização do impacto decorrente da escassez já identificada nos diferentes setores de produção (SALCEDO,2012).

A água, por ser uma necessidade social e um recurso fundamental aos seres vivos, carece da mais ampla atenção no tocante à sua gerência. Uma gestão empenhada e que garanta ao mesmo tempo justiça social e sustentabilidade ambiental, em torno dos recursos hídricos, se faz necessária, sendo o empenho local algo fundamental neste processo (Queiroz, 1996).

Para realização de estudos sobre recursos hídricos, principalmente os subterrâneos, se faz necessário ter certo conhecimento do ciclo hidrológico, dos seus elementos e das relações existentes entre eles. Silveira (2009) definiu o ciclo hidrológico como o fenômeno global de circulação fechada da água em interação entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado basicamente por meio da ação da energia solar associada à força da gravidade e ao movimento de rotação da Terra.

Para Castro (2013), o ciclo hidrológico corresponde a um processo dinâmico que representa os distintos caminhos que a água pode cursar e modificar-se ao longo do tempo em um determinado espaço geográfico. Faz-se presente nas três partes do sistema que compõem a Terra: na atmosfera, onde predomina o estado gasoso; na hidrosfera, nos estados líquido e sólido sob a superfície terrestre; e na litosfera, englobando todas as águas subsuperficiais e subterrâneas.

Por fim, vale aqui destacar que os três principais desafios para uma boa gestão dos recursos hídricos no Semiárido brasileiro são, indubitavelmente, a redução de perdas nos sistemas de transporte da água e a melhoria na eficiência da irrigação e o reúso das águas, sendo este último um dos mais promissores instrumentos em busca de garantir a sustentabilidade hídrica nas regiões onde predominam longos períodos de estiagem (ARAÚJO, 2012).

3.2 Aquíferos subterrâneos

Ao longo dos anos o Semiárido brasileiro vem enfrentando uma crise hídrica acentuada. Com isso, a escassez e deterioração das águas superficiais (açudes, barragens e rios) proporcionam uma maior pressão para o uso das águas subterrâneas. Segundo Tundisi (2014), o Brasil apresentava nesta época 2,5 milhões de poços, apesar de haver pouco entendimento sobre a hidrodinâmica dos aquíferos. A região nordeste é a segunda maior do Brasil e ocupa uma superfície de 1.558.000 km² e são estimados cerca de 54.864 poços tubulares (IBGE, 2019) na região.

Hirata et al. (2010), afirmam que para existir uma gestão eficiente dos aquíferos subterrâneos no Brasil é necessário ter dados básicos sobre a disponibilidade hídrica e de seu potencial de uso e com isso favorecer a elaboração de planos de gestão mais eficazes.

Conforme Silva et al. (2017) a abertura de poços tem se tornado um recurso de acesso à água cada vez mais crescente no Brasil, sejam eles identificados como amazonas, cacimba, poço raso ou cisterna, que captam a água dos aquíferos não confinados, em profundidades que chegam a 20 metros.

Ainda segundo estes autores, também cresce a abertura de poços artesanais e semiartesianos, captando água dos aquíferos confinados, em profundidade que ultrapassam 40 metros, utilizando para isso máquinas perfuratrizes, onde as águas fluem do solo sem necessidade de bombeamento em função da própria pressão hidrostática (GROTT, 2016; VASCONCELOS, 2017).

3.3 Uso e qualidade da água na agricultura irrigada

A agricultura intensiva apresenta diferentes impactos ambientais na qualidade da água. A maioria dos contaminantes químicos presentes em águas subterrâneas e superficiais está relacionada às fontes industriais e agrícolas. A variedade é enorme, com destaque para os agrotóxicos, compostos orgânicos voláteis e metais (HU; KIM, 1994). A procura crescente por maiores produtividades no meio agrícola tem levado ao consumo inadequado de produtos químicos, entre os quais os fertilizantes químicos e os agrotóxicos, implicando em sérios problemas para a qualidade e quantidade das águas superficiais (TELLES, 2002; MILHOME et al., 2009).

O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação antrópica (MOLOZZIET al., 2006). Como também um mal manejo da irrigação poderá a vir acarretar um grande volume de sais no solo, vindo a torná-lo improdutivo para maioria das culturas.

Se faz necessário, portanto, o monitoramento de diversos indicadores de qualidade e entre estes, ganha destaque a avaliação de resíduos de agrotóxicos, evitando-se problemas que possam impactar a estabilidade e a segurança hídrica, ambiental e alimentar das comunidades rurais, além de proporcionar suporte para a conservação deste importante recurso natural (AUDRY e SUASSUNA, 1995).

A água é uns dos elementos imprescindíveis para o cultivo das plantas. Com o contínuo crescimento demográfico, chegamos a maior das demandas já registradas em busca da produção de alimentos, e é nesta perspectiva que a agricultura irrigada contribui de maneira positiva para alcançarmos uma maior produtividade e uma maior eficiência no uso da água e na ocupação e manejo dos solos (VIEIRA, 1995).

Agravando ainda mais a problemática de acesso a água para fins de irrigação, tem-se no Nordeste brasileiro a predominância de águas que apresentam problemas de salinidade e sodicidade, tendo a qualidade da água dos açudes apresentado elevada sazonalidade, estando sujeita a estratificações verticais de qualidade (MONTENEGRO et al., 2012).

No que diz respeito à qualidade de água, deve-se levar em consideração o fim para o qual a mesma se destinará, e assim resguardar características especiais que lhes torne própria para tal fim, levando-se em consideração aspectos físicos, químicos e biológicos, que não devem extrapolar os níveis máximos de substâncias permitidas a serem contidas na mesma (Fitts, 2002).

As especificações técnicas neste aspecto encontram-se muito bem definidas e explicitadas nas Resoluções CONAMA 396/08 e 430/2011, que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais (FUNASA, 2014), tendo por objetivo regulamentar os parâmetros para os aspectos físicos, químicos e biológicos presentes na água.

Segundo Ayers & Westcot (1976), a qualidade da água para irrigação está relacionada a seus efeitos que podem causar aos solos e às culturas, requerendo muitas vezes técnicas especiais de manejo para controlar ou compensar eventuais problemas associados a sua utilização. Ainda segundo os mesmos autores, os problemas causados pela qualidade da água podem ser resumidos nos seguintes efeitos principais: salinidade, permeabilidade do solo e toxidez às plantas cultivadas.

Segundo Peña (1972), a classificação e uso de água para fins de irrigação se julgam tendo em conta os seguintes aspectos:

a) Características químicas - a qualidade da água depende dos constituintes químicos e de seu perigo potencial nos efeitos diretos e indiretos sobre os cultivos;

b) Condições agronômicas - uma vez determinadas em laboratório as características químicas da água para irrigação, a sua aplicabilidade deve estar sujeita à susceptibilidade de danos que possa ocasionar aos cultivos a serem irrigados. Esses danos devem ser medidos relacionando-se os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação com os danos que possam ocasionar na redução dos rendimentos das colheitas.

c) Condições edafológicas - o teor de sais da água de irrigação pode alcançar níveis prejudiciais aos cultivos, quando os sais se concentram na camada do solo onde se desenvolve o sistema radicular das plantas. Esta condição pode ser controlada aplicando-se, além da lâmina de água requerida pela irrigação, uma outra quantidade de água adicional ou lâmina de sobre irrigação em quantidade suficiente para arrastar dessa camada de solo os sais em excesso.

Toda água usada na irrigação contém sais dissolvidos. Seguindo a classificação de Richards (1954) água para irrigação se dividem em quatro classes: salinidade baixa, salinidade média, salinidade alta e salinidade muito alta, sendo os pontos máximos e divisórios entre classes 250, 750 e 2.250 microsiemens/cm, sendo assim representadas:

C₁ – Água de baixa salinidade (com menos de 250 uS/cm de condutividade elétrica.).

Pode ser usada para irrigação na maior parte dos cultivos em quase todos os tipos de solos com pouca probabilidade de desenvolver problemas de salinidade.

C₂ – Água de salinidade média, com conteúdo de sais entre 250 e 750 uS/cm pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação.

Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas em muitos casos, sem necessidade de práticas especiais de controle da salinidade.

C₃ – Água com alta salinidade, com conteúdo de sais de 700 a 2.250 uS/cm não podem ser usadas em solos com deficiente drenagem e, mesmo com drenagem adequada, podem ser necessárias práticas especiais para controle de salinidade e só deve ser aplicada para irrigação de plantas tolerantes aos sais;

C₄ – Água com salinidade muito alta, com mais de 2.250 uS/cm, não podendo ser usada em condições normais. Pode ser usada ocasionalmente, em circunstâncias muito especiais como solos muito permeáveis e plantas altamente tolerantes aos sais.

Ainda seguindo Richards (1954) as águas também são divididas em classes segundo a Relação de Adsorção de Sódio (RAS).

Esta relação expressa a atividade dos íons de sódio em reações de intercâmbio catiônico com o solo e classificam as águas também em quatro classes: baixo, médio, alto e muito alto, as quais são dependentes dos valores da RAS e da CE. Para valor de CE de 100 uS/cm, o divisor entre as classes se encontram em valores para RAS de 10, 18 e 26. Entretanto, com uma maior salinidade, os valores para RAS diminuem progressivamente até 2.250 US/cm, modificando os pontos divisórios que se apresentam para os valores de RAS em 4, 9 e 14 (ALISON, 1966). As classes sistematizadas por Richards (1954) para RAS se encontra a seguir.

S₁ – Água com baixo teor de sódio, com valores de RAS menores que 10, pode ser usada para irrigação em quase todos os tipos de solos com pouco perigo de desenvolvimento de problemas de sodificação;

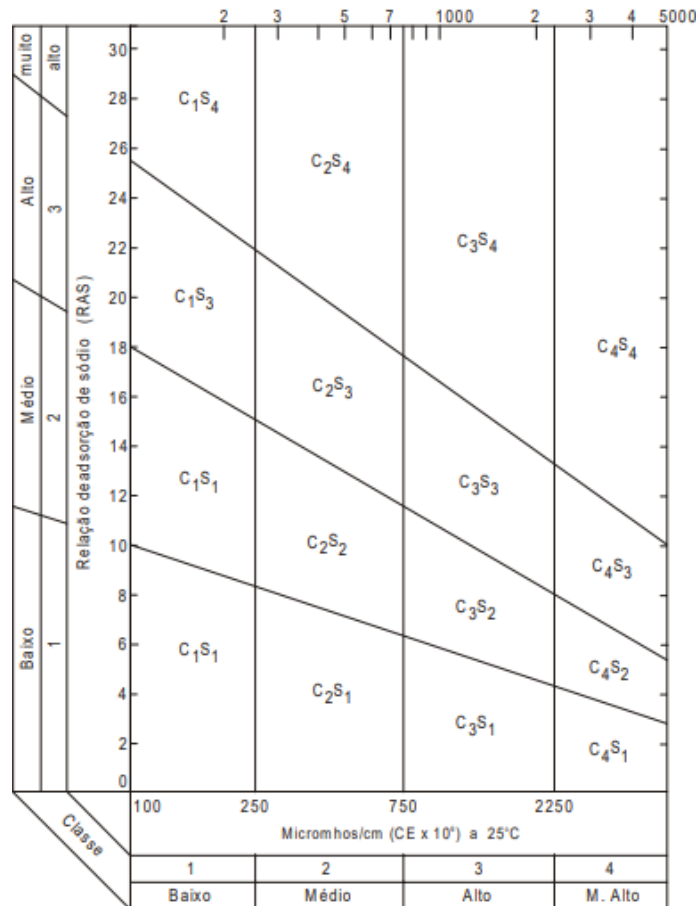
S₂ – Água com teor médio de sódio com valores de RAS de 10 a 18. Estas águas só podem ser usadas em solos de textura arenosa ou em solos orgânicos de boa permeabilidade uma vez que em solos de textura fina (argiloso), o sódio representa perigo;

S₃ – Água com alto teor de sódio, valor de RAS de 18 a 26. Pode produzir níveis tóxicos de sódio trocável na maior parte dos solos, necessitando assim práticas especiais de manejo tais como: drenagem, fácil lavagem, aplicação de matéria orgânica;

S₄ – Água com teor muito alto de sódio, valores de RAS superiores a 26. É geralmente inadequada para irrigação, exceto quando a salinidade for baixa ou média ou o uso de gesso ou outro corretivo torne possível o uso dessa água.

O diagrama para classificação da água para fins de irrigação, com base na CE e na RAS, proposto por Richards (1954), encontra-se disponível na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Diagrama para classificação de águas para irrigação (RICHARDS, 1954)



Fonte: RICHARDS, 1954

Em geral as águas que contêm menos de 600mg/L de sais totais, podem ser usadas para irrigação de quase todos os cultivos. Águas com concentração salina entre 500 e 1.500mg/l têm sido usadas na irrigação de plantas sensíveis a sais em solos de boa drenagem interna ou providos de sistema de drenagem. As águas que contêm de 1.500 a 2.000 mg/l podem ser usadas na irrigação de culturas moderadamente tolerantes se uma maior frequência de irrigação combinada com uma lâmina for adotada.

Todavia, em decorrência do inadequado balanço de sais, comumente verificado por falta de drenagem, observa-se uma gradativa salinização do perfil do solo irrigado e progressivo aumento das áreas problemáticas.

Em água subterrânea estes compostos são considerados uma ameaça potencial à qualidade deste manancial, principalmente quando os aquíferos estão localizados ou próximos de uma região utilizada para atividades agrícolas (SÁ BARRETO, 2006)

O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação antrópica (MOLOZZIET al., 2006). Como também um mal manejo da irrigação poderá a vir acarretar um grande volume de sais no solo vindo a o torná-lo improdutivo para maioria das culturas.

No que se refere às fontes subterrâneas nesta região, dado ao predomínio das rochas cristalinas, os sistemas aquíferos são do tipo fissural e de baixa produtividade, onde os poços são rasos e apresentam vazões inferiores a 3,0 m³/h, elevados teores de sólidos dissolvidos totais, em média, 3,0g/l, com predominância de cloretos (LORA, 2000). Este quadro de incertezas quanto à disponibilidade e à qualidade das águas gera insegurança na tomada de decisão de políticas de desenvolvimento agropecuário e socioeconômico para a região, necessitando, portanto, de medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos disponíveis visando atender à demanda da população de forma permanente.

Além deste quadro, é sabido que a água é um recurso natural escasso e cuja disponibilidade tem sido crescentemente limitada, principalmente em regiões áridas e semiáridas. As projeções e tendências traduzem sérios riscos de conflitos e vulnerabilidades cada vez mais complexas. Toda e qualquer estratégia de uso e gestão deve estar focada nos conceitos mínimos de sustentabilidade, considerando também as possibilidades de utilização de águas servidas e residuais como alternativas potenciais de minimização do impacto decorrente da escassez já identificada nos diferentes setores de produção (SALCEDO,2012).

Agravando ainda mais a problemática de acesso a água, tem-se no Nordeste brasileiro a predominância de águas que apresentam problemas de salinidade e sodicidade, tendo a qualidade da água dos açudes apresentado elevada sazonalidade, estando sujeita a estratificações verticais de qualidade (MONTENEGRO et al., 2012).

No Estado da Paraíba, existem ainda dois problematizadores em relação à gerência dos recursos hídricos: a irregularidade das chuvas, o agravamento das secas e, circunscrevendo essa implantação de gerência hídrica às microrregiões paraibanas. Para realização de estudos sobre recursos hídricos subterrâneos se faz necessário ter certo conhecimento do ciclo hidrológico, dos seus elementos e das relações existentes entre eles. Silveira (2009) definiu o ciclo hidrológico como o fenômeno global de circulação fechada da água em interação entre a

superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado basicamente por meio da ação da energia solar associada à força da gravidade e ao movimento de rotação da Terra.

Para Castro (2013), o ciclo hidrológico corresponde a um processo dinâmico que representa os distintos caminhos que a água pode cursar e modificar-se ao longo do tempo em um determinado espaço geográfico. Faz-se presente nas três partes do sistema que compõem a Terra: na atmosfera, onde predomina o estado gasoso; na hidrosfera, nos estados líquido e sólido sob a superfície terrestre; e na litosfera, englobando todas as águas subsuperficiais e subterrâneas.

Por fim, vale aqui destacar que os três principais desafios para uma boa gestão dos recursos hídricos do Semiárido brasileiro são, indubitavelmente, a redução de perdas nos sistemas de transporte; a melhoria na eficiência da irrigação e o reúso das águas, sendo este último um dos mais promissores instrumentos em busca de garantir a sustentabilidade hídrica nas regiões onde predominam longos períodos de estiagem (ARAÚJO, 2012).

4- MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do presente estudo de caso, iniciado em dezembro de 2022 e finalizado em abril de 2023, foram realizadas coleta de dados por meio de observações de campo, entrevistas com os moradores das áreas e análises simplificadas de amostras de água coletadas.

4.1 Detalhamento das etapas do trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido a partir das seguintes etapas:

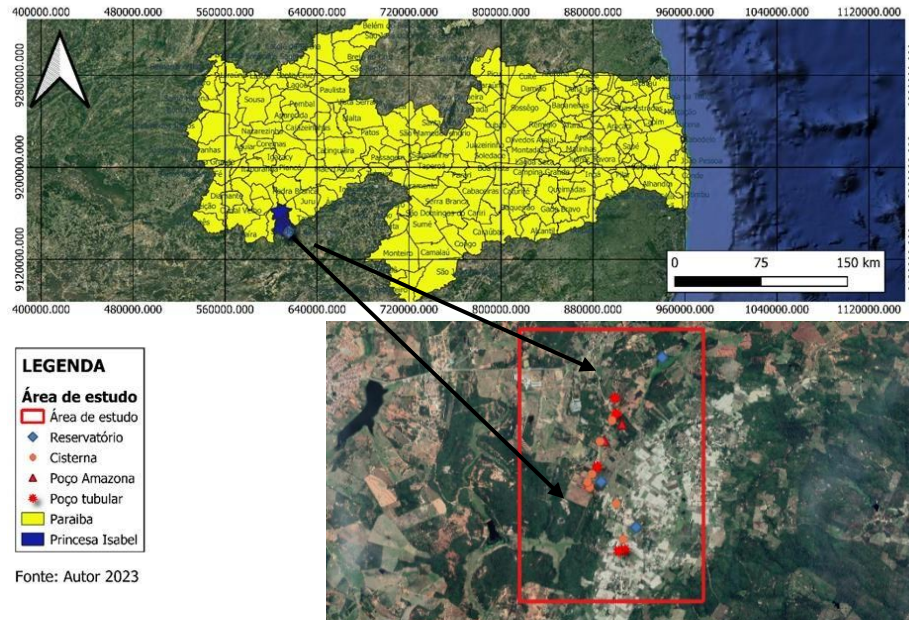
- Visitas in loco as áreas em estudo;
- Levantamento fotográfico;
- Levantamento de dados a partir da aplicação de questionários semiestruturados;
- Coleta de amostras de água em superfícies e poços;
- Análise simplificada qualitativa das amostras de água;
- Interpretação dos resultados.

4.2– Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado nas comunidades do Cedro e Lagoa de São João, município de Princesa Isabel-PB (Figura 02), cuja área de abrangência é de 379,1 km² e altitude 680 metros, sendo localizado nas coordenadas geográficas de 37° 59' 34'' longitude oeste e 07° 44' 13'' de latitude sul.

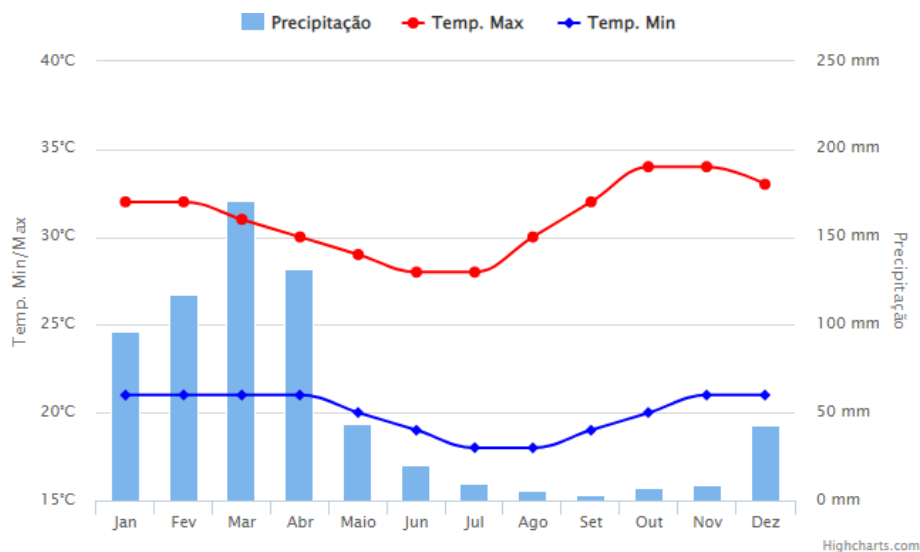
O regime pluviométrico da região, apresenta média anual em torno de 789,2 mm, e temperaturas no ano que pode variar num intervalo 18 a 34° C.

Figura 02 - Mapa de Localização da área em estudo.



Na Figura 03 a seguir são apresentados os dados sistematizados da normal climatológica da região, com destaque para os meses de maiores precipitações (janeiro a abril) e agosto a novembro como os meses menos chuvosos.

Figura 03 - Representação do comportamento da chuva e da temperatura ao longo de 30 anos Município Princesa Isabel-PB



4.3– Definição do universo amostral e instrumentação utilizada

Em função do considerável número de famílias (145 entre as duas comunidades) optou-se por delimitar o universo amostral para 15 % do total, direcionando o levantamento para as famílias que detêm estruturas hídricas em suas áreas de produção ou que já são irrigantes.

Após a definição do universo amostral foram aplicados junto as famílias agricultoras, um questionário semiestruturado para coleta de informações referentes ao perfil socioeconômico envolvendo questões como número de habitantes no núcleo familiar, idade, sexo, escolaridade e fontes de renda da família (produção agropecuária, empregos fixos ou temporários em atividades fora do trabalho rural e aposentadorias), bem como informações relativas a produção agropecuária (área da propriedade, titulação, inclusão no cadastro ambiental rural, portfólio de culturas irrigadas e de sequeiro, área útil ocupada, utilização de insumos químicos e orgânicos e práticas de manejo e conservação de solo e água).

A utilização dos questionários semiestruturados (APÊNDICE) para coleta de dados quantitativos seguiu a fundamentação proposta por Marconi e Lakatos (2017), que definem essas ferramentas como uma forma de entrevista padronizada, preenchida pelo próprio pesquisador diante do respondente e que, no geral, são compostas com perguntas formuladas que levam às respostas breves, simplificadas e de boa precisão. No presente trabalho foram contactados 86 % das 22 famílias da comunidade rural que efetivamente irrigam suas áreas ou são detentoras de estrutura hídricas em suas áreas, de forma que, segundo os autores citados, este é um percentual em que se considera o patamar alcançado nas mesmas proporções de um censo.

No tocante, especificamente aos recursos hídricos em disponibilidade e uso, foram levantadas características tais como: localização geográfica dos poços, o número de famílias atendidas pelos mesmos e a destinação/utilização da água para os mais variados fins como irrigação, dessedentação de animais, entre outros, sistematizando-se a sequência de poços que foram nomeados e divididos de acordo com suas características, bem como foram relacionadas e descritas as demais estruturas de armazenamento da água em superfície, de forma que, para todas as fontes de água identificadas, em superfície ou subterrânea, uma amostra foi coletada para realização de análise simplificada para fins de irrigação.

Por fim, foram coletadas amostras da água disponível nesta parcela amostral da população, de forma a que fosse realizada uma análise simplificada para fins de irrigação, conforme descrito a seguir.

4.3.1- Coleta de amostras de água

Nos poços escavados (profundos) a água foi coletada em torneiras acopladas as caixas d'água que armazenam a água advinda de cada um deles, padronizando-se a coleta para amostragem. Antes da coleta, as torneiras foram abertas por um intervalo de tempo de 5 minutos com finalidade de limpar as tubulações.

Para águas de superfícies (barragens, barreiros, açudes e cacimbas), sendo os mananciais de pequeno porte, a coleta foi feita na tubulação, próximo a saída do recalque das bombas.

No que diz respeito a água proveniente das cisternas e dos poços rasos (amazonas), a coleta foi realizada pelos proprietários com auxílio dos recipientes já usuais para captura da água, transferindo-a em seguida para os coletores previamente preparados.

As amostras para análise foram acondicionadas em garrafas de polietileno com capacidade de 500 ml, previamente lavadas, secas e armazenadas; após acondicionadas nas embalagens devidamente etiquetadas, as amostras foram colocadas em recipientes térmicos e transportadas para o laboratório, para respectivas leituras.

4.3.2– Avaliações da água armazenada ou captada em poços

No presente estudo foram determinados e analisados os parâmetros de Condutividade Elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) da água, parâmetros considerados importantes para a água de irrigação por serem fundamentais nas tomadas de decisão quanto a medidas preventivas e/ou de adoção de práticas que previnam a salinização dos solos, bem como a corrosão de peças metálicas acopladas aos sistemas de irrigação ou a obstrução de emissores.

Análises periódicas de CE e pH devem ser realizadas para garantir a qualidade da água para uso agrícola, bem como para o consumo humano, de forma a permitir aos agricultores monitorarem a produtividade dos cultivos, identificando no tempo alterações que possam aparecer pelo aumento da salinidade nos solos irrigados ou pela toxicidade que os sais potencialmente trazem para os cultivos, como no comprometimento da eficiência de aplicação pelo sistema de irrigação utilizado.

Na determinação destes parâmetros utilizou-se um medidor portátil digital Waterproof EC/pH TEMP, com medições instantânea e paralelas de CE, pH e temperatura da água, devidamente calibrado, com faixa de leitura para CE de 0 a 19.900 microS/cm, para pH de 0 a 14, e temperatura que pode ser medida num intervalo que vai de $- 50^{\circ}\text{C}$ a $+ 70^{\circ}\text{C}$; as leituras foram realizadas na banca do laboratório de hidráulica agrícola da UFRPE/UAST.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As comunidades do Cedro e Lagoa de São João encontram-se à aproximadamente 8,5 quilômetros da zona urbana do município de Princesa Isabel, sendo habitadas por aproximadamente 145 famílias, das quais 118 possuem cisterna de placas, utilizadas para fins potáveis e 30 tecnologias sociais destinadas a produção agrícola, dentre as quais se destacam- se as cisternas calçadão e de enxurrada (GIL, 2020)

Os resultados do levantamento realizado no universo amostral das famílias visitadas no presente estudo de caso encontram-se descritos a seguir.

5.1– Perfil socioeconômico das famílias agricultoras

5.1.1- O grupo familiar e seus aspectos socioeconômicos

A análise dos dados capitados junto às famílias agricultoras revela que o número médio de membros do núcleo familiar é de 3 pessoas, cujo perfil etário por sexo encontra-se na Tabela 01.

Observa-se também que o número total de indivíduos entrevistados foi de 54, dos quais 31 eram do sexo masculino e 23 do sexo feminino. A maioria dos entrevistados encontra-se na faixa etária entre 47 e 55 anos, sendo que há uma distribuição equilibrada entre homens e mulheres nessa faixa etária.

Além disso, pode-se observar que não houve entrevistados na faixa etária entre 13 e 17 anos. Esses resultados demonstram a importância da participação de diferentes faixas etárias na atividade agrícola familiar, e ressaltam a necessidade de políticas públicas que estimulem a permanência dos jovens na atividade agrícola, visando a continuidade e o fortalecimento da agricultura familiar nas comunidades rurais.

Tabela 01 - Faixa etária e distribuição por sexo do grupo familiar de agricultores entrevistados nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB – Abril de 2023.

Faixa etária dos membros	N ° de indivíduos por sexo		Total
	Masculino	Feminino	
01 a 05 anos	1	0	1
08 a 12	2	1	3
13 a 17	0	0	0
18 a 25	4	3	7
26 a 45	8	6	14
46 a 55	9	8	17
56 a 72	7	5	12
Total	31	23	54

Fonte: Autor 2023

O nível de escolaridade da população de agricultores encontra-se na Tabela 02, com destaque para a variabilidade dos números levantados, com a grande maioria da população adulta possuindo ensino fundamental incompleto, com registro ainda de pessoas analfabetas nas comunidades, principalmente as mais idosas.

O baixo nível de escolaridade dos entrevistados mostra uma situação que é comum no meio rural brasileiro. A ausência de escolas nas comunidades há alguns anos, afetou principalmente os mais velhos, onde se encontra maior parte dos analfabetos. Segundo Lira et al. apud Viana et al. (2017), o baixo nível de escolaridade impacta de forma negativa na gestão da propriedade familiar, no que concerne à incorporação de inovações técnico-científicas na propriedade, bem como na compreensão por parte do agricultor da importância do uso correto de insumos químicos, por exemplo, e, conseqüentemente, sobre a sustentabilidade da sua produção agropecuária.

Tabela 02 - Nível de escolaridade das famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB – Abril de 2023.

Nível de instrução	Nº de indivíduos	% em relação ao nº total de indivíduos entrevistados	Idade média
Crianças abaixo de 05 anos	1	1,85	1
Analfabetos	12	22,23	69
Ensino fundamental incompleto	22	40,74	54
Ensino fundamental completo	3	5,55	45
Ensino médio incompleto	6	11,12	40
Cursando ensino médio	3	5,55	16
Ensino médio completo	5	9,26	29
Cursando ensino superior	2	3,70	32
Total	54	100	-

Fonte: Autor 2023

Na tabela 03 a seguir são apresentadas as rendas médias mensais das famílias irrigantes de acordo com as faixas de renda em salários mínimo, cujo valor médio per capta indivíduo/mês é de R\$ 652,86.

De acordo com Neder (2018), o Banco Mundial em 2017 estabeleceu que as pessoas que sobrevivem com renda diária de US\$ 5,5, o equivalente a R\$ 858,00 / mês, estão abaixo da linha de pobreza. Considerando o preço médio do dólar em real (R\$ 5,2) nos quatro primeiros meses de 2023 pessoas com renda per capita inferior a R\$ 858 por mês e analisando a renda per capita mensal média em reais (R\$ 652,86) das famílias entrevistadas pode-se afirmar que 50 % estão a baixo desta linha.

Tabela 03 - Renda média mensal declarada pelas famílias das famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB – Abril de 2023.

Faixa de Renda em saláriomínimo	Nº de Famílias	Nº de Membros dasFamílias	Renda per Capta Mensal (R\$)
até 0,5	-	-	-
de 0,5 a 01	4	12	333,33
de 01 a 1,5	4	15	400,00
de 1,5 a 02	5	14	714,28
de 2 a 2,5	-	-	-
de 2,5 a 03	5	13	1153,84
Média	-	-	652,86

Fonte: Autor 2023

5.1.2- Perfil da produção agrícola irrigada

5.1.2.1- Caracterização e dimensão das áreas agrícolas

Segundo as informações coletadas a partir dos questionários semiestruturados, a área total das terras sob a posse das famílias agricultoras é de 41 hectares. Estes valores projetam uma média de 2,27 hectares por família (Tabela 04), o que corresponde a (5,67 %) de um módulo fiscal indicado para o município de Princesa Isabel, que é de “40” hectares segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária- (INCRA 2022)

A área cultivada em sequeiro representa 20,73 % das áreas cultivadas, e a área ocupada com cultivos irrigados somavam 4,1 hectares (Tabela 04).

Tabela 04 - Aspectos gerais das áreas trabalhadas pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB – Abril de 2023.

Características	Quantidade	Porcentagem (%)
Nº Propriedades com áreas irrigadas	4	22
Área total das propriedades (ha)	41	100
Área média das propriedades (ha)	2,27	5,53
Total da área total irrigada (ha)	4,1	10
Total da área de sequeiro (ha)	8,5	20,73
Nº de propriedades com título de posse	18	100
Cadastro Ambiental Rural atualizado	18	100

Fonte: Autor 2023

Nesse contexto, para se estabelecer tecnologias que objetivam aumentar a produtividade e a sustentabilidade da produção agropecuária, é necessário realizar diagnósticos que caracterizem os proprietários e suas propriedades rurais, visando subsidiar o planejamento e implantação de um sistema de produção sustentável (BARBOSA et al, 2020).

5.1.2.2- Cultivos agrícolas: portfólio e aspectos do manejo

A análise da Tabela 05 revela que 60 % das áreas irrigadas cultivadas são ocupadas com o cultivo de hortaliças como tomate (*Solanum lycopersicum*), pimentão (*Capsicum annuum*), seguido com 19 % de bananeira (*Musa X Paradisiaca*). Já em sequeiro se destaca para as forrageiras apresentado 58% da área plantada, capim corrente (*Urochloa mosambicensis*) e capim buffel (*Cenchrus ciliares*) seguido de mandioca (*Manihot esculenta*), feijão de corda (*Vigna unguiculata L. Walp*) e milho (*Zea mays*).

Tabela 05 - Cultivos em manejo nas áreas trabalhadas pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB – Abril de 2023.

Culturas	Irrigada		Sequeiro	
	Área (ha)	Fase	Área (ha)	Fase
Bananeira	0,8	Colheita	0,2	Colheita
Mandioca	0,2	Desenvolvimento da parte aérea	1,70	Desenvolvimento da parte aérea
Milho	0,5	V10	0,5	V3
Feijão Corda	0,04	V2	1,1	V2
Feijão Fava	0,02	Botão floral e Desenvolvimento	-	-
Mangueira	0,02	Floração	-	-
Mamão	0,02	Floração	-	-
Hortaliças	2,5	Início da Colheita	-	-
Capim Corrente	-	-	3	-
Capim Buffel	-	-	2	-
TOTAL	4,1	-	8,5	-

Fonte: Autor 2023

Os agricultores relataram que destinam suas produções, principalmente banana, para as famílias consumidoras de suas localidades e para feiras livres de cidades próximas.

No que se refere a fertilização dos solos cultivados nenhuma das famílias apresentou, durante a coleta de dados, análises físico-químicas, sendo que cinco dos dezoito produtores não realizam adubação de qualquer origem, onze só utilizam adubos orgânicos e os demais utilizam as duas fontes (orgânica e química). As principais fontes de adubos utilizados pelos irrigantes encontra-se na tabela 06.

Tabela 06 - Fertilizantes químicos e orgânicos utilizados pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB – Abril de 2023.

Nome comercial	Elementos químicos de maior importância	Nº de famílias que utilizam	Porcentagem de famílias entrevistadas (%)
NPK 20-10-20	N, P, K	1	5,55
Dripsol	P2O5, K2O, B, Cu, Mn, Mo		-
Imperial Nutre	N, P, K		-
Folha top	Carbono orgânico, N, K, Mg, Z		-
A+	N, P, K		-
MAP	N, P	1	5,55
Esterco Bovino	Orgânico	6	33,33
Esterco de Galinha	Orgânico	5	27,77
Não utilizam fertilizantes	-	5	27,77
Total		18	100

Fonte: Autor 2023

Na tabela 07 a seguir constata-se que das dezoito famílias 17% dos produtores utilizam algum tipo de agrotóxicos.

Tabela 07 - Agrotóxicos utilizados pelas famílias agricultoras entrevistadas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel /PB – Abril de 2023.

Nome comercial do produto	Grupo químico	Nº de famílias que utilizam	Cultura para o qual é registrado
Lannate	Carbamatos	1	Algodão, Brócolis, Milho, Soja, Tomate.
Bulldock	Piretroides		Tomate, Mandioca, Milho.
Fastac	Piretróide		Algodão, Batata, Café, Tomate
Glifosato Nortox	organofosforado	2	Algodão, Batata, Café, Cana de açúcar

Fonte: Autor 2023

É importante lembrar que a qualidade da água pode ser influenciada por práticas agrícolas inadequadas, como o uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos, e que a análise periódica da água é fundamental para garantir a sua adequação para as atividades agrícolas e pecuárias (Ongley, 2002). O risco de contaminação do lençol freático pode ocorrer devido ao uso excessivo ou inadequado desses produtos, o que pode levar à lixiviação dos resíduos para o solo e a contaminação da água subterrânea.

Já a água salina pode apresentar um risco de contaminação do lençol freático em áreas onde o solo é permeável e a água subterrânea é rasa.

Para minimizar esses riscos, é importante que os agricultores adotem práticas agrícolas sustentáveis que reduzam a necessidade de agrotóxicos e promovam o uso eficiente da água. Também é importante implementar medidas de proteção do lençol freático, como sistemas de drenagens e a realização de análises regulares da qualidade da água.

5.2– Caracterização das estruturas hidráulicas

5.2.1– Poços perfurados profundos

Os poços tubulares profundos são perfurados em locais estratégicos, podendo ser classificados como semiartesianos ou artesianos (Cedestrom 1950); são estruturas de captação de água subterrânea que utilizam tubos de revestimento para proteger o poço e facilitar a retirada da água. Esse tipo de poço é perfurado no solo até atingir uma camada de água subterrânea confinada entre duas camadas de rochas ou solos impermeáveis, o que cria uma pressão que impulsiona a água para próximo a superfície ou acima dela (Custodio & Llamas 1983). Na maioria das vezes essa água é transportada através de canos de PVC e armazenadas em caixas ou reservatórios.

Na Tabela 08 a seguir, estão relacionados os poços profundos instalados no universo amostral das famílias abordadas, com as respectivas localizações e características técnicas.

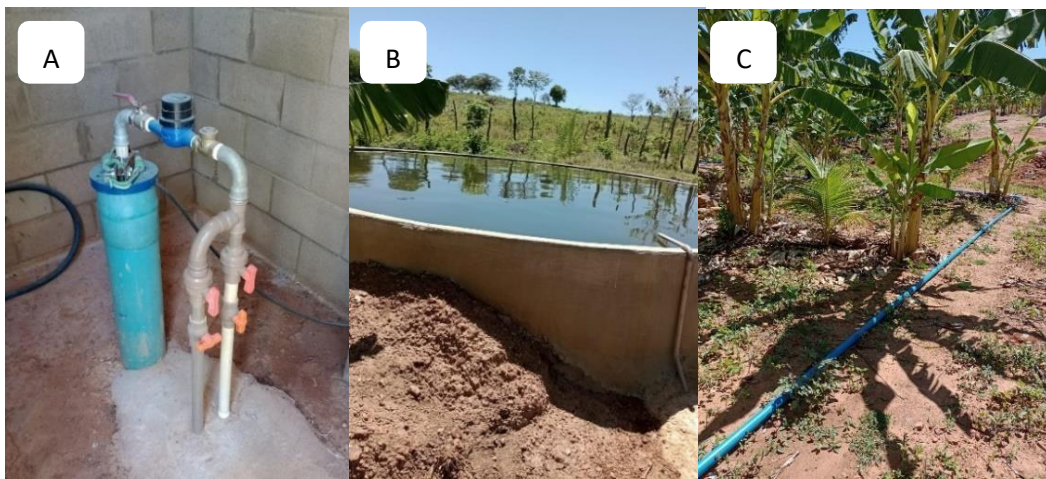
Tabela 08 – Localização e características técnicas dos poços profundos identificados no universo amostral das famílias

Poço	Localidade	Proprietário	Coordenadas do poço		Vazão do poço (m ³ /h)	Distância do recalque* (m)	Profundidade (m)	Tipologia do poço
			Lat.	Long.				
P1	Cedro	F.R	7.746302°	37.958832°	2,2	100	52	Semiartesiano
P2	L.São João	M.L	7.755882°	37.955304°	4,3	30	35	
P3	L.São João	L.L	7.755858°	37.955441°	5,3	60	30	
P4	Cedro	A.M	7.738750°	37.957475°	2,2	190	51	
P5	Cedro	J.R	7.738943°	37.957422°	8,0	30	45	
P6	L.São João	R.H	7.748394°	37.959193°	1,0	50	40	

* do poço às estruturas de armazenamento da água. Fonte: Autor 2023.

No descritivo do poço 1 (P1) o agricultor informou que acoplou uma bomba de 1 Cv, que recalca água para uma caixa de 35 mil litros. Há uma proteção externa ao poço e o mesmo apresenta também um isolamento em volta, sem vestígios de dejetos de animais ou entulhos nas proximidades, com a água sendo utilizada para diversos fins domésticos e irrigação, sendo distribuída para a área de cultivo por gravidade, conforme observado na (Figura 04 A, B, C) a seguir.

Figura 04 – Detalhes dos aparatos hidráulicos do poço tubular (P1), da caixa de armazenamento e de distribuição da água e da rede de condução por gravidade



Fonte: Autor 2023

O produtor relatou ainda que o sistema de irrigação instalado é do tipo gotejo com espaçamentos entre as fitas de 5 m e entre emissores na linha de 0,3 m, com vazão média estimada de 1,6 litros de água por hora. Esta estrutura irriga uma área de 0,6 hectares, com turno de irrigação adotado de 3 dias e a distribuição da água ocorrendo das 18:00 às 23:00 horas; a sua área de cultivo consiste em um sistema agroflorestal familiar (SAFs) onde se cultiva bananeira em maior concentração, seguido de mandioca, manga, mamão, feijão, entre outras culturas.

Para este poço não existe análise da qualidade da água, informando o agricultor que, para o tanque de armazenamento de água, efetua uma limpeza regular a cada seis meses.

Um outro poço cuja água também é destinada para fins de doméstico e de irrigação, assim com o P1 descrito anteriormente, é o P4, ao qual também foi acoplada uma bomba

de 1Cv. Neste poço também foi construída uma proteção externa (Figura 05a), abastecendo uma caixa de mil litros a uma altura de 8 m, a qual libera água por gravidade para dois sistemas de irrigação, sendo um de gotejo e outro de microaspiração, ambos irrigando uma área de 0,3 hectares onde se cultiva bananeira e hortaliças (Figura 05b).

Para este poço também não existem laudos com a análise da qualidade da água e os sistemas foram implantados pelo próprio agricultor, que, assim como a família do Poço P1, também comercializam seus excedentes de produção na própria comunidade e nas cidades próximas.

Figura 05 - (A) Poço tubular P4 e respectivo sistema de irrigação por microaspiração (B)



Fonte: Autor 2023

Os demais poços investigados (P2, P3, P5 e P6) nesta pesquisa, têm suas águas destinadas apenas ao uso doméstico, sendo que os poços P2, P5 e P6 também são cobertos e melhor protegidos (Figura 06 A, B); os poços P2 e P3 são acoplados a bombas centrífugas de 1 Cv e o P5 a uma bomba de 1,5 Cv, cuja vazão para este último é a de maior oferta (Tabela 08).

Figura 06 – Detalhes dos poços tubulares P2 (5a) e P5 (5b)



Fonte: Autor 2023

Diferentemente dos demais, o poço P3, não tem proteção contra intempéries, ficando exposto aos efeitos da radiação solar e da chuva (Figura 07a); no caso deste poço, além do uso doméstico também se destina a dessedentação de animais, informando o proprietário que pretende irrigar no futuro uma área de palma forrageira (Figura 07b).

Figura 07 – (A) Poço tubular exposto, (B) reservatória para dessedentação de animal



Fonte: Autor 2023

Ainda segundo relato da família detentora do poço P5, essa pretende futuramente destinar a água para criação de peixes. Com exceção do proprietário do reservatório P1, as demais famílias com reservatórios já instalados e em uso revelaram nunca ter higienizado internamente suas estruturas e, assim como para os demais, também não possuem laudos com análises físicas, químicas e/ou biológicas de suas águas.

As descrições aqui apresentadas são importantes para a gestão dos recursos hídricos nestas comunidades, pois permitem identificar os poços com maior potencial de abastecimento e também avaliar a viabilidade de abertura e construção de novos poços para atender a novas demandas (MONT'ALVERNE & ALVES, 1984). Informações relativas à profundidade dos poços escavados podem ser um fator importante na determinação dos custos para novas explorações dos recursos hídricos subterrâneos na região.

5.2.2 – Poços rasos tipo amazonas

No universo amostral foram identificados 02 poços tubulares rasos (Tabela 09), do tipo amazonas, poços esses abastecidos pelo lençol freático formados pela infiltração da

água da chuva sobre a superfície do local onde foram abertos por longos períodos de tempo (Piuci 1986).

Esses reservatórios de água são importantes para a manutenção dos ecossistemas locais e, em muitos casos, constituem-se na única fonte de abastecimento de populações rurais (Cedestrom 1950).

Tabela 09 – Caracterização dos poços amazonas identificadas junto às famílias agricultoras visitas nas comunidades de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel – PB, abril de 2023.

Poço	Localidade	Proprietário	Coordenadas		Profundidade (m)
			Latitude	Longitude	
A1	Cedro	C.S	7.741903°	37.954769°	12
A2	L.São João	J.G	-7.743221°	-37.957662°	13

Fonte: Autor 2023

O poço amazonas A1 (Figura 08) é destinado a irrigação de hortaliças e fruteiras, cobrindo uma área de 0,2 hectares, sendo a água recalcada por uma bomba submersa 1Cv por uma distância de 100 metros para uma caixa de 1.000 litros, a partir da qual a água é distribuída as plantas por gravidade através de gotejadores e microaspersores. Nesta área irrigada estão estabelecidas, além das hortaliças, as culturas de mamão, abacate, feijão e milho.

Por ser naturalmente de baixa vazão (Costa 1986), o agricultor reconhece as dificuldades de manter as culturas irrigadas durante todo ano a partir da dinâmica de oferta de água deste tipo de poço, de forma que precisa recorrer a outras fontes de água para complementar a demanda de seus cultivos.

Figura 08 – Detalhe do espelho d'água do poço Amazonas A1 (A e B); sistema de irrigação por microaspersão em funcionamento (C).



Fonte: Autor 2023

Propriedade onde se encontra poço A2 (Figura 09) abrange uma área de 2,5 hectares, ele tem com finalidade a dessedentação de animais, apresentando 13m de profundidade sendo a água recalcada por uma bomba submersa 1Cv a uma distância de 500 metros para um reservatório onde é destinado a dessedentação de bovinos.

Figura 09 – Detalhe do espelho d'água do poço Amazonas A2



Fonte: Autor 2023

5.2.3 – Barreiros e barragem de terra

Estas são estruturas de grande importância para as comunidades, uma vez que a maioria dos agricultores recorrem a estes reservatórios em boa parte do ano, tanto para fins domésticos quanto para uso em irrigação. Na Tabela 10 encontra-se a descrição das estruturas de armazenamento de água em superfície identificadas nas comunidades.

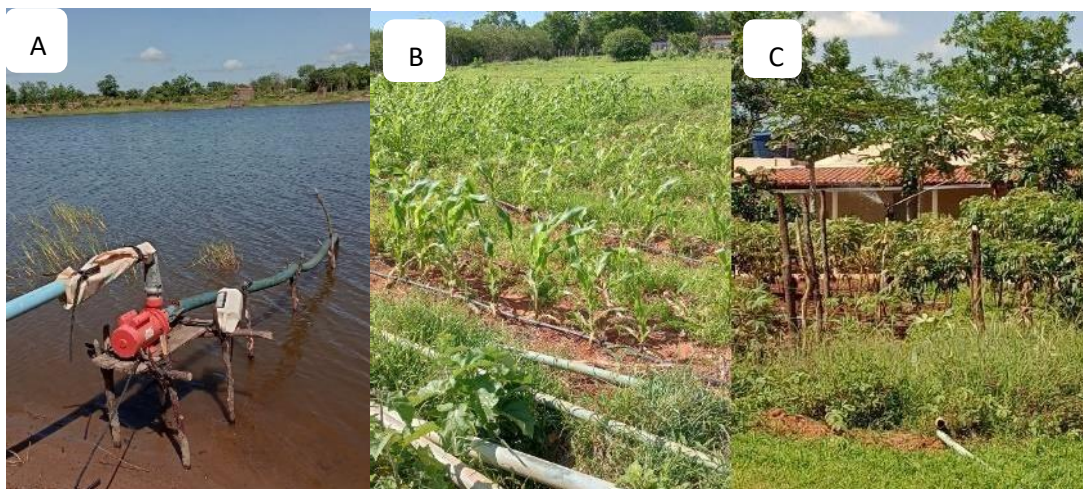
Tabela 10 – Caracterização das estruturas hídricas de armazenamento de água em superfície nas comunidades rurais de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel – PB – abril de 2023.

Armazenamento de água em superfície	Proprietário	Localidade	Coordenadas		Tipologia
			Latitude	Longitude	
B1	B.S.S	Cedro	7.734151°	37.952373°	Barragem de terra
B2	B.R.O	L.São João	7.748865°	37.958123°	Barreiro escavado
B3	E.J.R	Cedro	7.753536°	37.954569°	Barreiro escavado

Fonte: Autor 2023

B1 é um reservatório perene de onde os produtores desfrutam de água o ano todo; uma das famílias entrevistadas utiliza uma bomba de 2 Cv, instaladas neste reservatório para abastecer dois sistemas de irrigação, sendo um por gotejo e outro por aspersão, onde são cultivados tomate, milho e mandioca, conforme explicitado na Figura 10, a seguir.

Figura 10 – Sistema de bombeamento instalado no reservatório B1 (A); sistema de irrigação por gotejo em funcionamento (B); sistema de irrigação por aspersão em funcionamento (C).



Fonte: Autor 2023

No entorno da barragem B1, constata-se um grande número de pequenos irrigantes que cultivam tomate, milho, mandioca e banana, todas irrigadas por um sistema de gotejo e, em alguns casos, também são utilizados microaspersores. Nestes cultivos são utilizados adubos orgânicos como esterco bovino e de galinha e compostagem.

Ao contrário dos demais produtores do entorno do reservatório B1, a família cujo sistema aparece na Figura 09, utiliza agroquímicos sem orientação de um Eng^o Agr^o, o que aumenta o risco da contaminação da água armazenada no reservatório pelo carreamento das substâncias tóxicas que podem ser lixiviadas pelas águas das chuvas ou da própria irrigação para dentro do manancial (Piranha & Pacheco 2004)

Os barreiros B2 e B3 são destinados exclusivamente para dessedentação de bovinos. Os agricultores, de forma geral, não sabem precisar a capacidade de armazenamento desses reservatórios, como também a qualidade da água em uso.

5.2.4 – Cisternas

São reservatórios utilizados para armazenar água de chuva ou água potável em locais que não possuem acesso à rede pública de abastecimento. Elas podem ser construídas em diferentes materiais como concreto, fibra de vidro e plástico, possuindo capacidades variadas que podem variar de alguns litros a milhares de litros (BURITI; BARBOSA, 2019).

As cisternas são especialmente úteis em regiões onde a escassez de água é comum, como é o caso das comunidades abordadas na presente pesquisa, apresentando-se a seguir na Tabela 11 um descritivo das estruturas levantadas no universo amostral do trabalho, as quais foram todas construídas a partir de recursos aportados pelos projetos sociais do governo federal, sendo confeccionadas a partir de placas pré-moldadas.

Tabela 11 – Caracterização das estruturas hídricas de armazenamento de água tipo cisternas nas comunidades rurais de Cedro e Lagoa de São João – Princesa Isabel – PB – abril de 2023.

Cisternas	Proprietário	Localidade	Coordenadas		Capacidade de armazenamento em litros
			Latitude	Longitude	
C1	R.R	Cedro	7.741169°	37.956486°	16.000
C2	R.S	L.São João	7.748599°	37.959136°	
C3	B.H	Cedro	7.747002°	37.959363°	
C4	M.C	L.São João	7.750757°	37.956358°	
C5	L.S	L.São João	7.754262°	37.955234°	
C6	J.S	L.São João	7.748314°	37.959472°	
C7	F.R	Cedro	7.743443°	37.958185°	

Fonte: Autor 2023

As cisternas fazem parte de um grupo de tecnologias hidroambientais já consolidado como política pública disseminada no Semiárido brasileiro (ALMEIDA et al., 2017). Destinam-se, em sua grande maioria, para as atividades domésticas, inclusive ingestão, já que se enquadra nos critérios de potabilidade da água para consumo humano (ALLEN et al., 1998). Em períodos prolongados de estiagem, estas estruturas possibilitam o recebimento da água potável, transportada até as comunidades por caminhões pipas previamente cadastrados e habilitados para este fim.

5.3– Avaliação simplificada da água armazenada e captada nas comunidades

Segundo Barros (2011), a qualidade da água pode ser caracterizada por meio de diversas variáveis que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Dentre os fatores de importância para a avaliação da qualidade da água destacam-se o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica (CE), a temperatura, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e o oxigênio dissolvido (OD), dentre outros (GOMES et al., 2011).

A análise do pH e da CE da água para irrigação, como também para consumo humano, ganha importância por garantir, a partir de suas interpretações, que a qualidade da água se enquadre dentro de parâmetros mínimos aceitáveis para seres vivos, seja vegetais ou animais.

Na Tabela 12 apresentada a seguir, encontram-se os valores de CE e pH das águas coletadas em todos os aparatos hidráulicos encontrados nas comunidades em duas épocas.

Tabela 12 – Valores da condutividade elétrica (CE em dS/m) e pH da água, com as respectivas classificações para fins de irrigação

Reservatórios	CE (uS/cm)		pH		Classe para irrigação*
	Dez/22	Abr/23	Dez/22	Abr/23	
P1	500	700	6,69	6,69	C ₂
P2	4400	4560	7,16	7,16	C ₄
P3	2690	2750	7,19	7,20	C ₄
P4	880	920	7,35	7,38	C ₃
P5	1090	1140	7,35	7,29	C ₃
P6	1130	1180	6,59	6,60	C ₃
B1	640	690	8,85	8,82	C ₂
B2	660	700	6,99	7,18	C ₂
B3	610	630	7,12	7,21	C ₂
A1	750	830	7,48	7,5	C ₃
A2	950	980	7,65	7,8	C ₃
C1	100	200	7,15	7,60	
C2	140	60	8,29	7,80	
C3	50	60	7,69	7,40	
C4	10	80	7,62	7,50	**
C5	70	60	7,69	7,29	
C6	40	40	7,78	7,69	
C7	30	40	6,69	6,69	

* Richards (1954); ** Destinada ao consumo humano; Fonte: Autor 2023.

Observando os valores da Tabela 12, constata-se que o curto tempo entre as coletas para amostragens e os volumes de recarga promovidos pelas precipitações pluviométricas comumente registradas no período (Figura 02), não foram suficientes para modificar os índices da condutividade elétrica e do pH da água coletada, com exceção da cisterna C2 que apresentou redução tanto na CE quanto no pH, fato que está atrelado ao abastecimento da cisterna em dezembro, na 1ª coleta, ter sido feito por um carro pipa e na 2ª coleta, em abril, a cisterna armazenava água advinda das chuvas que precipitaram sobre a região.

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions (FUNASA, 2014, p.21), ou seja, quanto maior a concentração de íons maior será a

capacidade da solução de conduzir corrente elétrica; águas naturais geralmente apresentam condutividades entre 10 a 100 (uS/cm). Condutividade elétrica elevada pode indicar a presença de sais em excesso na água, prejudicando o desenvolvimento das plantas e até mesmo causando toxicidade em algumas culturas (Medeiros, 1992)

Quando o pH da água está fora do ideal para a cultura a ser irrigada, o indicador que aponta para uma acidez ou alcalinidade excessiva da água, sugere cuidados uma vez que pode proporcionar danos ao sistema radicular das plantas e afetar a absorção da própria água e de nutrientes (NAKAYAMA & BUCKS 1986).

As variações de pH nas águas podem ser de origem natural, proveniente de fatores como dissolução de rocha ou processo de fotossíntese realizado pelas plantas ou ainda de origem antropogênica (SPERLING, 2005).

No tocante as Classes de água para irrigação (Tabela 12), as variações referentes a condutividade elétrica interligam-se com implicações que variam de acordo com o tipo de solo e a cultura a ser irrigada. A classificação de Richards (1954) para água de irrigação, baseia-se na concentração de sais solúveis totais na água, expressa em termos de condutividade elétrica (CE).

Vale ressaltar que esta classificação de Richards (1954) é uma das diversas classificações existentes para avaliar a qualidade da água de irrigação, e que outras variáveis, como o pH, a presença de substâncias tóxicas e a disponibilidade de nutrientes, também devem ser consideradas na avaliação da qualidade da água destinada ao cultivo de plantas.

Desta forma se faz necessário avaliar outros parâmetros para se obter resultados mais precisos, como determinar o tipo de sal presente na água em uso, turbidez, relação de adsorção de sódio (RAS), presença de microrganismos, entre outros (Pitts et al., 1990).

Conforme Almeida (2010), os valores de pH ideais para a irrigação encontram-se dentro de uma faixa que pode variar de acordo com a cultura a ser cultivada, com valores considerados numa faixa de amplitude que vai de 6,4 a 8,4.

Para o consumo humano, os valores de referência para a condutividade elétrica variam de acordo com a legislação de cada país ou estado. No Brasil, a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde como também na resolução do CONAMA-396/08 estabelece um valor máximo de 500 (uS/cm) para água potável e de 6 a 8,5 para o pH, como valor aceitável.

É importante enfatizar que uma análise periódica do pH e da condutividade elétrica da água, tanto para a irrigação quanto para o consumo humano, que reconhecidamente se constitui numa operação de baixo custo e complexidade, permite identificar a presença de substâncias que possam ser prejudiciais para o desenvolvimento das culturas e a saúde humana e de animais (NAVABIAN et al., 2010; ZHANG et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015). Portanto, é importante que os valores sejam monitorados regularmente para garantir a qualidade da água utilizada para esses fins.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O perfil socioeconômico das comunidades do Cedro e Lagoa de São João influencia diretamente a capacidade desses agricultores em lidar com a escassez de água e no desenvolvimento de práticas sustentáveis de gestão dos recursos hídricos;

Apesar do baixo nível de muitos agricultores têm conseguido enfrentar os desafios da produção agrícola e gerar alguma renda para sustentar suas famílias;

A implementação de tecnologias de gestão hídrica e práticas de uso eficiente da água é dificultada pela falta de recursos e políticas públicas de incentivo à agricultura familiar na região;

Quanto ao uso de agrotóxicos, muitos agricultores familiares optam por não utilizar esses produtos em suas lavouras devido aos altos custos envolvidos na aquisição e aplicação, além dos riscos à saúde e ao meio ambiente.

A qualidade da água utilizada pelos agricultores familiares na região apresenta alta salinidade, o que pode comprometer no futuro as áreas agricultáveis, pela salinização dos solos e consequente perda da produção agrícola.

É imperativo a elaboração e execução de um plano de manutenção dos aparatos hidráulicos, de forma a melhorar e monitorar periodicamente as águas destinadas a irrigação, bem como ao consumo humano e dessedentação de animais.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da Água de Irrigação**. Cruz das Almas – BA. Embrapa. 2010.234p.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 301 p.

ALMEIDA, C.; BEBÉ, F.; LIMA, P.; SILVA, M.; FREITAS, P. Cenário da agricultura familiar em comunidades quilombolas do Território Sertão Produtivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2017. **Anais** [...]. Brasília: ABA, 2017. p. 1-7.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A salinidade de água disponíveis para a pequena agricultura no Sertão Nordestino**: Caracterização, variação sazonal, limitação e uso. CNPq. Recife, Pe. 1995,128p.

Ayers, R.S.; Westcot, D.W. Water quality for agriculture. Roma: FAO, 1985. 174 p.
Irrigation and Drainage Paper, 29, Rev. 1.

ARAÚJO, J. C. de. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**; RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDOS E APLICAÇÕES/ Instituto Nacional do Semiárido/Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, p.37, 2012.

BANCO MUNDIAL. Relatório Anual de 2016 do Banco Mundial. Washington, DC: Banco Mundial 2016a. doi: 10.1596/978-1-4648-0857-9. **Licença**: Creative Commons Attribution No Commercial No Derivatives 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO).

BECERRIL-PIÑA, R.; MASTACHI-LOZA, C. A.; GONZÁLEZ-SOSA, E.; DÍAZ-D.; ELGADO, E.; BÂ, K.M. Assessing desertification risk in the semi-arid highlands of central Mexico. **Journal of Arid Environments**, v.120, p.4-13, 2015.

BRASIL. **Manual Prático de Análise de Água**. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. MMA/Universidade federal da Paraíba. Brasília: MMA, 2007.

BURITI, C.O.; BARBOSA, H.A. **Secas e vulnerabilidade socioambiental no semiárido brasileiro**: a institucionalização dos estudos científicos e das políticas hídricas na região. **Ciência Geográfica**, v. 23, p. 267-282, 2019.

CAVALCANTI, N. B.; BRITO, L.T. L. Efeitos de diferentes substratos no desenvolvimento de aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p.320-332, 2009.

CASTRO, J. E. Políticas públicas de saneamento e condicionantes sistêmicos. In: HELLER, L.; CASTRO, J. E. (Org.) **Política pública e gestão de serviços de saneamento**. Ed. ampl. Belo Horizonte: Editora UFMG; José Esteban Castro 2013; Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2013. p.53-75.

- CEDERSTROM, D. J., 1950. **Geology and ground-water resources of St. Croix**. V. I: U.S. Geol.Survey Water Supply paper 1067.
- CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. R., 1983. **Hidrologia Subterrânea**. Ed. Omega, S.A. 2ª ed.Barcelona, Espanha.
- CHRISTOFIDIS, D. Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. In: THEODORO, S.H. (org.) **Conflitos e Uso sustentável dos Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: Ed. Garamond. 2002.
- COSTA, W. D., 1986. **O Aquífero Aluvial e sua Exploração Racional**. In: IV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Brasília - ABAS/DNAEE/ DNPM.
- CORDEIRO, J.C.D. **Manual de Psiquiatria Clínica**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2003.
- D'ODORICO, P.; BHATTACHAN, A.; DAVIS, K. F.; RAVI, S.; RUNYA, C.W. **global desertification: drivers and feedbacks**. *Advances in Water Resources*, v.51, p.326-344, 2013.
- FITTS, C. R. (2002), **Groundwater Science**, 450 p. Academic Press.
- Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F. de; Batista, M.A.F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 1991. 70p.
- GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ed.São Paulo: Atlas, 2020.
- GOMES, D. P. P.; ROCHA, F.A.; BARROS, F. M.; AMORIM, J. S. **Avaliação de indicadores físico-químicos em uma seção transversal do rio catolé em diferentes épocas**. Centro Científico Conhecer Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.7, n.13, 2011.
- GROTT, S. L. **Água subterrânea para consumo humano em Macapá**: subsídios às políticas públicas de saneamento e recursos hídricos. Dissertação (mestrado). Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas. Macapá, 2016. 119.
- HIRATA, R. et al. Água Subterrânea: reserva estratégica ou emergencial. In BICUDO, C. E. M. et al. (orgs.). **Águas no Brasil: Análises estratégicas**. Academia Brasileira de Ciência, SãoPaulo. 2010. p. 149-161.
- HU, H.; KIM, N.K. Drinking-water pollution and human health. In: CHIVIAN, E. et al. (Ed.). **Critical condition: human health and the environment**. 2. Ed. EUA: MITP ress, 1994. p. 31-45.
- LORA, E.E.S. (2000). Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte. Brasília, **ANEEL**, 503p.
- LUO, J.; ZHANG, S.; ZHU, X.; LU, L.; WANG, C.; LI, C.; CUI, J.; ZHOU, Z. Effects of soil salinity on rhizosphere soil microbes in transgenic Bt cotton fields. **Journal of Integrative Agriculture**, v.16, n.7, p.1624-1633, 2017.

MARTINS J. et.al. **Apostila Qualidade da Água**. 2008.

MARTINS, Eliseu; MIRANDA, Gilberto José; DINIZ, Josedilton Alves. **Análise Didática as Demonstrações Contábeis**. São Paulo: Atlas, 2014.

Medeiros, J.F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pela “GAT” nos estados do RN, PB e CE**. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. Dissertação Mestrado.

MOLOZZIET, J.; PINHEIRO, A.; SILVA, M. R. **Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.9, p.1393-1398, 2006.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**; RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDOS E APLICAÇÕES/ Instituto Nacional do Semiárido/Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, p3,4,5, 2012.

MONT’ALVERNE; A. A. F.; Alves, A.G., 1984. Sistema de Informações Hidrogeológicas SIHIDRO do DNPM, 3º **Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**.

NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. Trickle irrigation for crop production. St. Joseph: ASAE, 1986. SALASSIER, B.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: Ed. UFV, 1986. 625p.

ONGLEY, E. D. Control of water pollution from agriculture. Documento eletrônico (FAO - **irrigation and drainage paper**, 55).

PEÑA, I. de Calidad de las aguas de riego. **Obregon**: Secretaria de Recursos Hidraulicos, Distrito de Riego del Rio Yaqui, 1972. 33p. (Boletim Técnico, 5).

PEREZ-MARIN, A.D.; CAVALCANTE, A.M.B.; MEDEIROS, S.S.; TINOCO, L.B.M.; SALCEDO, I.H. **Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro**: ocorrência natural ou antrópica? Parceria estratégica, v.17, n.34, p. 87-106, 2012.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A.T.; SANTOS, P. B.; Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

Pitts, D.J.; Haman, D.Z.; Smajstla, A.G. Causes and prevention of emitter plugging in microirrigation systems. Gainesville, University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, **University of Florida**, 1990, 258, p.12 Bulletin.

PIAGET, Jean. **O julgamento moral na criança**. São Paulo: Summus, 1977.

PIRANHA, J.M.; PACHECO, A. Recursos Hídricos e Desenvolvimento – Diagnóstico básico preliminar do município de São José do Rio Preto. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 1994, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2004.1 CD-ROM.

PIUCI, J., 1986. Elementos Propedêuticos para Compreensão das Águas Subterrâneas Rasas Ocorrentes na Parte Oriental da Ilha de Marajó-Pará, In: **IV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, Brasília – ABAS/DNAEE/DNPM.

POLAZ, C.N.M; TEIXEIRA, B.A.N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Engenharia Sanitária & Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 411-420, 2009.

QUEIROZ, A.M. O papel da pesquisa agropecuária como suporte ao desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro. EMBRAPA-CPATSA, 4ª Reunião Especial da SBPC, **Anais**, p 99-102, 1996.

REBOUÇAS, A. C. **Água na Região Nordeste**: desperdício e escassez. Estudos Avançados, São Paulo, v.11, n.29, p.127-54, 1997.

RICHARDS. L.A. (Ed.). **Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos**. 5. ed. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1970. 172p. il (Centro Regional de Ayuda Técnica. Manual de Agricultor, 60).

SÁ BARRETO de, F. M. **Contaminação da água subterrânea por pesticidas enitrato no município de Tianguá, Ceará**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

SALCEDO, A. Análisis de las actividades para el estudiante en los libros de matemáticas. Investigación y Postgrado, **Caracas**, v. 27, n. 1, p. 83-109, 2012.

SILVA, L. P.; BARBOSA, J. P.; SILVA, G. A. Análise exploratória de dados da qualidade da água de poços amazonas na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Águas**, v. 32, n. 1, p. 43-51, 2017.

SALCEDO, I. H. RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDOS E APLICAÇÕES/ **Instituto Nacional do Semiárido**/Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre, RS: ABRH/UFRGS, 2009. p. 35-52.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade e tratamento de esgotos**. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil**: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2014. 90 p.

TELLES, João. A. **É pesquisa, é? Ah, não quero, não, bem!**: sobre a pesquisa acadêmica e sua relação com a prática do professor de línguas. Linguagem & Ensino, v. 5, n. 2, p. 91-116, 2002.

Tundisi, J. G. 2014. **Recursos hídricos no Brasil**: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. 76p.

VARGHESE, N.; SINGH, N.P. Linkages between land use changes, desertification and human development in the Thar Desert Region of India. **Land Use Policy**, v.51, p.18-25, 2016.

VASCONCELOS, R. R. A.; BARROS, M. F. C.; SILVA, E. F. F.; GRACIANO, E. S. A.; FONTENELE, A. J. P. B.; SILVA, N. M. L.; Características físicas de solos salino-sódicos do semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1318-1325, 2013.

VIANA, L. S.; QUEIROZ, I. F. R.; SALES FILHO, R. F.; RIBEIRO, M. A.; ALBUQUERQUE, I. M. N; XIMENES NETO F. R. G. Contextualizando a realidade do uso de agrotóxicos na agricultura familiar. *Extensão em Ação*, v. 1, n. 13, p. 54-68, 2017.
Disponível: <http://www.periodicos.ufc.br/extensaoemacao/article/download/19708/30364>.
Acesso em: 14 jun. de 2017.

VIEIRA, V.P.P.B. **Projeto Áridas**: Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste, In: Costa, W. D. GTII – **Recursos Hídricos**- Água subterrânea e o desenvolvimento sustentável do semiárido nordestino. Ministério da integração nacional 1995

WRI – World Resources Institute. Oxford University Press, World Resources 1990- 91 (**Essential data on 146 countries**, tab. 22.1, p 331, 1990.

WOLF, A.T. & MURAKAMI, M. Techno-political decision making for water resources development: The Jordan river watershed. **Water resources development**, v. 11, n. 2, p 147-162,1995.

XU, D.; CHUNLEI, L.; XIAO, S.; HONGYAN, R. The dynamics of desertification in the farming-pastoral region of North China over the past 10 years and their relationship to climate change and human activity. **Catena**, v.123, p.11-22, 2014.

8- APÊNDICE

8.1- Questionários semiestruturados.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE
PERNAMBUCO – UFRPE
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA –
UAST
CURSO DE AGRONOMIA**

Anexo - 1

Caracterização Da Família

Data ___/___/_____

1 - Identificação da família: _____

2 - Quantidade de membros da família: _____

3 - Caracterizações dos membros da família

Identificação do membro	Idade (Anos)	Sexo	Escolaridade
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
6	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	-	-
11	-	-	-
12	-	-	-

4 - Remuneração mensal

FONTES DE RENDA	Até 0,5 SAL. MIN.	01 SAL. MIN.	1,5 SAL. MIN.	02 SAL. MIN.	2,5 SAL. MIN.	03 SAL. MIN.	3,5 SAL. MIN.	04 SAL. MIN.	4,5 SAL. MIN.	05 SAL. MIN.	5,5 SAL. MIN.	Maior que 05 SAL. MIN.
APOSENTADORIA												
EMPREGO FIXO												
EMPREGO TEMPORÁRIO												
PRODUÇÃO AGROPECUÁRI A INNATURA												
OUTRO S												

Preenchido por:

_____.

6 - Sistema de irrigação utilizado:

7 - Insumos utilizados:

	Sim	Não
Fertilizantes químicos		
Fertilizantes orgânicos		
Agrotóxicos		
Obs.: em caso de “sim” relacionar: fertilizantes químicos, fertilizantes orgânicos.		

8 – Utilização de Equipamentos de Proteção Individual - EPI:

Sim Não

Obs.: se “sim” quais?

9 - Práticas de conservação de solo e água:

Realizadas Não realizadas

10 - Recebe assistência técnica:

Sim Não

Obs.: se “sim” de que forma recebe?

Preenchido por:
