



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS PIRANHAS

CURSO SUPERIOR EM BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

DANIELE ALVES DE SÁ

**ZONEAMENTO DA QUALIDADE PRIMÁRIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO
MUNICÍPIO DE PIRANHAS-AL E POSSIVÉIS USOS NA AGROPECUÁRIA**

PIRANHAS, AL

2022

DANIELE ALVES DE SÁ

**ZONEAMENTO DA QUALIDADE PRIMÁRIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO
MUNICÍPIO DE PIRANHAS-AL E POSSIVÉIS USOS NA AGROPECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior em Bacharelado em
Engenharia Agronômica do Instituto Federal de
Alagoas, *Campus Piranhas*, como requisito
final para a obtenção do grau de Engenheira
Agrônoma.

Orientador: Prof.^o Dr. Samuel Silva

Coorientador: Prof.^o Dr. José Madson da Silva

PIRANHAS, AL

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Piranhas
Biblioteca Tabeliã Cacilda Damasceno Freitas

S111z Sá, Daniele Alves de.

Zoneamento da qualidade primária das águas subterrâneas do município de Piranhas-AL e possíveis usos na agropecuária. /Daniele Alves de Sá .-2023.

Trabalho de Conclusão de curso (graduação em Engenharia Agronômica) -
Instituto Federal de Alagoas, *Campus Piranhas*, Piranhas, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Samuel Silva

1.Poço artesiano. 2.Tilapicultura. 3. Carcinicultura. I. Título.

CDD:628

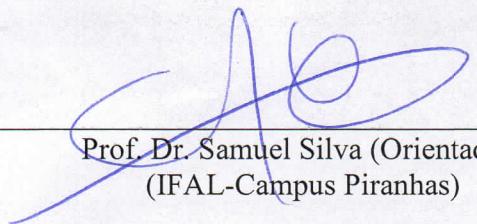
Fabio Fernandes Silva
Bibliotecário – CRB- 4/2302

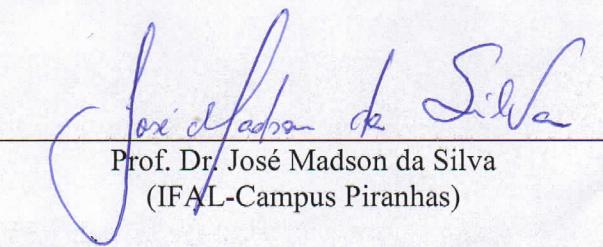
DANIELE ALVES DE SÁ

ZONEAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO
MUNICÍPIO PIRANHAS-AL

Aprovado em: 13/12/2022.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Samuel Silva (Orientador)
(IFAL-Campus Piranhas)


Prof. Dr. José Madson da Silva
(IFAL-Campus Piranhas)


Prof. Me. Élcio Gonçalves dos Santos
(IFAL-Campus Piranhas)

À Deus

Aos meus avós

Neusa de Sá e Severino de Sá

Maria Francisca Alves (póstuma) e **José Silvério**

A minha mãe e pai de criação

Maria Lúcia de Sá e Henoque Santos

Ao meu filho

Otto de Sá

Ao meu irmão

Valterlúcio Silvério Filho (póstumo)

Dedico!

Ao meu orientador:

Prof. Dr. Samuel Silva

Ofereço!

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer à Deus, por me permitir chegar até aqui e realizar esse sonho, muitas vezes não foi fácil, mas rezei pedindo forças e finalmente consegui.

Ao meu filho, razão da minha vida, que me deu forças para não desistir, mesmo nos momentos mais difíceis, sou grata a Deus pela sua vida.

À minha mãe agradeço pela vida, amor, carinho, cuidado, educação e ensinamentos que me permitiram tornar-se essa mulher forte. Serei eternamente grata por todo esforço, reconheço todas as suas batalhas para me criar sozinha.

Ao meu pai de criação e amigo de profissão, que esteve presente em todos os momentos importantes da minha vida, dando conselhos e apoio.

Aos meus avós maternos, que são agricultores, e sempre foram um exemplo para mim. Sempre torcendo pelo meu sucesso.

Aos meus avós paternos, minha avó pela força que tinha e meu avô por todo apoio e preocupação, me ajudando sempre que pôde.

As mulheres da minha vida, tias (Helena, Marinalva e Vânia), madrinha (Sandreleia), e comadre (Anny) que são exemplos de força, superação e determinação, sempre demonstrando que nós mulheres podemos e temos direitos.

A minha prima Isis, que sempre me deu apoio e acreditou em mim quando nem eu mesma acreditava, sempre presente com seu carinho e dizendo que eu conseguia.

Ao meu tio de criação, Metódio, que sempre me tratou como filha e foi presente na minha vida, nunca esquecerei de todos os momentos juntos.

Aos amigos que adquiri durante a graduação, Edmaíris, Amélia, Sabrina, Fernanda, Willyane, Évellyn e Ivan, que tornaram essa batalha mais leve, com todos os encontros, almoços e jantas comunitárias, grupos de estudo, ajuda em projetos, além disso me ajudaram bastante em momentos de crises de ansiedade e como títios do Otto.

Ao meu orientador e coorientador, por confiarem e acreditarem em mim, sempre me ajudando e sendo exemplos de profissionais.

A todos que não foram citados aqui, mas que de alguma forma foram essenciais nesse período da minha vida.

Meus sinceros agradecimentos!

“Não existe limite para o que nós, como mulheres, podemos realizar.”

Michelle Obama.

RESUMO

O semiárido é conhecido pela baixa pluviosidade, tornando a população refém de políticas públicas de convivência, uma das alternativas é a perfuração de poços artesianos, mas, o seu problema é a qualidade dessas águas. Logo, a pesquisa teve como objetivo realizar um zoneamento da qualidade primária das águas subterrâneas na região de Piranhas-AL e elaborar um mapa digital com recomendações técnicas agropecuárias para o uso adequado e sustentável dessas águas na região, fomentando, assim, a execução de políticas públicas para a agricultura familiar. Com o levantamento, foi possível fazer o georreferenciamento e realizar a coleta de amostras de água nas propriedades onde existem poços artesianos já construídos para que se tenha uma base de dados sobre a qualidade básica e o potencial das águas subterrâneas da região. As análises das amostras de água foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas do IFAL – *Campus Piranhas*, em que foram avaliadas as seguintes variáveis: pH e condutividade elétrica. Os dados foram transferidos para um banco de dados e utilizados para a confecção de um mapa. As águas dos poços avaliados estiveram acima do limite de condutividade elétrica (CEa) classificada como C3 ($0,75$ a $2,25 \text{ dS m}^{-1}$). Em relação ao nível condutividade elétrica para o cultivo de camarão (carcinicultura), todos os poços estiveram favoráveis para essa atividade. E para o cultivo de tilápia (tilapicultura), dos 31 poços avaliados, apenas 6 possuíam condutividade elétrica da água acima do valor máximo recomendado ($11,38 \text{ dS m}^{-1}$). Quanto à variável pH, em todos os poços a água se manteve próxima da neutralidade, não interferindo na qualidade das águas. O mapa e as coletas realizadas servirão de base para o município formular estratégias para melhor aproveitamento das águas provenientes dos poços já perfurados, a exemplo da instalação de dessalinizadores, sistemas de drenagem, cultivos de plantas resistentes à salinidade, instalação de tanques de piscicultura. O trabalho contribuiu com o desenvolvimento da agricultura e pecuária da região, através do zoneamento da qualidade primária das águas subterrâneas, facilitando a assistência técnica fornecida aos agricultores e fomentando políticas públicas municipais para os agricultores familiares.

Palavras-chave: poço artesiano, tilapicultura, carcinicultura.

ABSTRACT

The semi-arid region is known for low rainfall, making the population hostage to public coexistence policies, one of the alternatives is the drilling of artesian wells, but its problem is the quality of these waters. The research aimed to carry out a zoning of the primary quality of groundwater in the region of Piranhas-AL and to elaborate a digital map with agricultural technical recommendations for the adequate and sustainable use of these waters in the region, thus encouraging the execution of public policies for family farming. With the support of the municipality's secretary of agriculture, it was possible to georeference and collect water samples on properties where there are already built artesian wells, in order to have a database on the basic quality and potential of groundwater in the area. region. The analyzes of the water samples were carried out at the Laboratory of Soil Fertility and Mineral Nutrition of Plants at IFAL – Campus Piranhas, where the following variables were evaluated: pH and electrical conductivity. The data were transferred to a database and used to create a geoprocessed image. The water from the evaluated wells was above the electrical conductivity limit (CEa) classified as C3 (0.75 to 2.25 dS m⁻¹). Regarding the electrical conductivity level for shrimp farming (shrimp farming), all wells were favorable for this activity. And for the cultivation of tilapia (tilap culture), of the 31 wells evaluated, only 6 had electrical conductivity of the water above the maximum recommended value (11.38 dS m⁻¹). As for the pH variable, in all wells the water remained close to neutrality, not interfering with the quality of the water. The map and the collections carried out served as a basis for the municipality to formulate strategies for better use of water from wells already drilled, such as the installation of desalination systems, drainage systems, cultivation of plants resistant to salinity, installation of fish farming tanks. The work contributed to the development of agriculture and livestock in the region, through the zoning of the primary quality of groundwater, facilitating the technical assistance provided to farmers and fostering municipal public policies for family farmers.

Keywords: artesian well, tilapia farming, shrimp farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. As grandes unidades de paisagens do semiárido brasileiro (A) e o Semiárido (B).	15
Figura 2. Equipe do projeto em campo (A) e coleta das coordenadas geográficas (B).	22
Figura 3. Visita e levantamento de dados pela equipe do projeto ao poço localizado no Assentamento Margarida Alves, Distrito Piau, Piranhas – AL.	22
Figura 4. Coleta das águas nos poços das comunidades Poço Comprido e Poço Verde, Distrito Piau, Piranhas, AL (A) e análises das águas dos poços artesianos em pHmetro e condutivímetro de bancada (B).	23
Figura 5. Coleta de coordenadas geográficas nas comunidades Poço Comprido e Espinheiro, Distrito Piau, Piranhas, AL, com os receptores de sinal de satélite absoluto da marca Garmin® utilizados na pesquisa (A) e produção do mapa no software QGIS (B).	24
Figura 6. Troca de motobomba cedida pela SEMARH no Assentamento Dois Irmãos, Piranhas- AL (A) e visitas ao Sítio Lages junto à equipe da Secretaria de Agricultura e prefeito do município de Piranhas, AL (B).	25
Figura 7. Mapa dos poços artesianos do município de Piranhas – AL.	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Resultados das análises das águas e suas utilidades.....	26
Quadro 1. Continuação.....	27
Quadro 2. Exemplos de culturas tolerantes aos níveis de condutividade elétrica.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. Geral	14
2.2. Específicos	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1. Características gerais do Semiárido	14
3.1.1. Clima	15
3.1.2. Geologia e solo da região	16
3.2. Qualidade das águas subterrâneas	16
3.2.1. Qualidade das águas subterrâneas na região semiárida.....	17
3.2.2. Uso da água na agricultura familiar	17
3.2.3. Técnicas de convivência com o semiárido	17
3.2.4. Poços artesianos	18
3.2.5. Dessalinizadores.....	18
3.3. Análise de qualidade de água	19
3.3.1. pH.....	19
3.3.2. Condutividade elétrica.....	20
3.4. Uso da água de poços na piscicultura e carcinicultura	20
3.5. Georreferenciamento e geoprocessamento	21
3.5.1. Georreferenciamento e geoprocessamento na agropecuária	21
4. METODOLOGIA	21
4.1. Levantamento dos poços artesianos.....	21
4.2. Coleta e análise da água dos poços.....	22
4.3. Georreferenciamento e geoprocessamento	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Dados obtidos	24
5.2. Avaliação dos parâmetros das águas dos poços e uso na agropecuária.....	25
5.3. Mapa geoprocessado.....	28
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
APÊNDICE – QUESTIONÁRIO APLICADO NO LEVANTAMENTO DE DADOS	33

1. INTRODUÇÃO

A região do semiárido brasileiro é caracterizada pela baixa pluviosidade e distribuição irregular das chuvas, pois ocorrem longos períodos de estiagem, o que dificulta o acesso da população a água, seja ela para consumo, agricultura ou até mesmo para dessedentação animal (ZANELLA, 2014). Com isso, há a necessidade de aderir técnicas de convivência com o semiárido, já que não é possível combatê-lo. Na maioria das vezes a população não consegue viabilizar estruturas hidráulicas, se tornando totalmente dependente de políticas públicas.

As tecnologias de convivência com o semiárido foram importantes para manter a dignidade do povo, melhorando a qualidade de vida socialmente e economicamente, sendo crucial para evitar o êxodo rural. Dentre as diversas alternativas encontradas para a convivência com o semiárido, estão: cisterna, barragem subterrânea, tanque de pedra e poço artesiano (MOURA, 2019), em que essas águas que são coletadas ou armazenadas podem permitir o consumo pessoal ou a sua utilização na agropecuária, possibilitando uma maior renda ao produtor rural. E para que essas tecnologias sejam implantadas no semiárido, é necessário criar políticas públicas e destinar órgãos e instituições para esta finalidade.

Porém, o problema de algumas alternativas, como por exemplo, os poços artesianos, é a qualidade dessas águas, pois o solo da região semiárida, em sua maioria, foram originados de rochas cristalinas, sendo solos rasos e com alto teor de sais, os quais acabam passando para a água (MOURA, 2019). Algumas análises como pH e condutividade elétrica podem ser utilizadas para verificar a qualidade dessas águas, e, a depender do resultado dessas análises, é que poderá ser feita a sua recomendação de destinação. A recomendação adequada é necessária para evitar problemas ambientais futuros. Com trabalhos de coletas e análise de águas de poços artesianos é possível o zoneamento da qualidade dessas águas, através de georreferenciamento e geoprocessamento.

Todavia, o georreferenciamento e o geoprocessamento, são instrumentos utilizados há muitos anos, principalmente na delimitação de áreas, depois se expandiu e possibilitou a localização e a movimentação das pessoas ao longo da superfície terrestre. Com o avanço desses instrumentos foi possível implantar a agricultura 4.0 e o sensoriamento remoto, imprescindível nos dias de hoje (SOUZA, 2013). Outra forma de utilização importante na agricultura é o mapeamento dos poços artesianos disponíveis em uma cidade e o zoneamento da qualidade dessas águas. Isso possibilita e facilita a construção de novos poços ou a instalação

de dessalinizadores, sendo estes, essenciais para a população local. Além disso, também possibilita a construção de um mapa com informações e recomendações técnicas para o uso adequado dessas águas.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Realizar o zoneamento da qualidade das águas subterrâneas do município de Piranhas-AL e recomendar possíveis usos dessas águas

2.2. Específicos

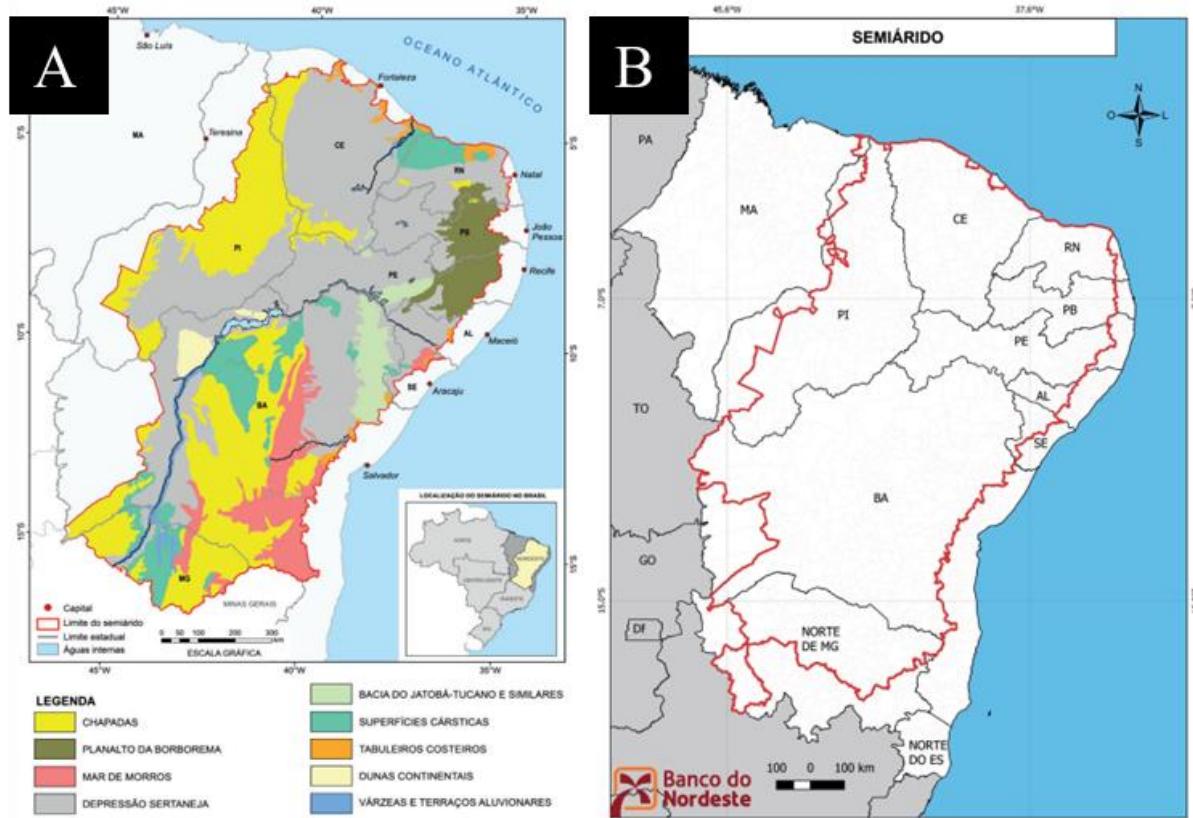
- Realizar levantamento dos poços artesianos no município de Piranhas – AL;
- Elaborar um mapa digital em formato shapefile, com a localização de cada poço artesiano, dessalinizador e transformador existentes;
- Coletar amostras de água de poços artesianos já construídos para análise em laboratório;
- Fazer recomendações de uso sustentável dessas águas na agropecuária para os agricultores da região, possibilitando que as comunidades que dispõem de um poço se desenvolvam nos aspectos social e econômico, evitando o êxodo rural pelos jovens.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Características gerais do Semiárido

No Nordeste do Brasil a região semiárida ocupa a maior parte da região, indo até o norte de Minas Gerais. O Nordeste é bastante diverso e heterogêneo, quando se observa ao longo do decorrer do semiárido, desde as chapadas mais altas até a zonas mais baixas, como por exemplo a depressão sertaneja, é notado muitas diferenças ambientais (Figura 1A). Ao longo do semiárido nordestino é facilmente notado as diferenças de relevo, altitude, geologia, fitofisionomia da vegetação, e no clima. É percebido, também, que devido a essas variações, existe uma diversidade nos solos e na forma de uso da terra (FILHO *et al.*, 2019). Todas essas questões serão levantadas a seguir.

Figura 1. As grandes unidades de paisagens do semiárido brasileiro (A) e o Semiárido (B).



Fonte: adaptado de Silva *et al.* (1993) (A) e IBGE (2015) (B).

3.1.1. Clima

O Nordeste é a região mais vulnerável às mudanças climáticas, devido às suas características, conforme o núcleo de assuntos estratégicos da presidência da república (NAE, 2005). O semiárido poderá se transformar em uma região árida, afetando consideravelmente a agricultura de subsistência, a disponibilidade de água e a saúde da população, gerando o problema social de êxodo rural (MARENGO, 2008).

A alta taxa de insolação, elevadas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, elevadas taxas de evapotranspiração e elevado déficit hídrico, são características marcantes do nordeste brasileiro. A posição latitudinal da região proporciona elevadas taxas de insolação e altas temperaturas devido à forte radiação durante todo o ano (ZANELLA, 2014).

As temperaturas médias na maior parte do nordeste variam entre 26 e 28 °C, e a amplitude térmica é em torno de 6 °C. As elevadas temperaturas, contribuem para uma alta taxa de evapotranspiração (ZANELLA, 2014). De acordo com Vieira (2003), a evapotranspiração real em relação à evapotranspiração potencial varia em até 50 mm, até mesmo quando os valores de precipitação chegam a 1.000 mm, em que isso demonstra o alto índice de aridez para a região.

O déficit hídrico é recorrente devido ao longo período de estiagem, que dura em torno de 6 a 8 meses, e que não é suprida na época das chuvas, pois as precipitações pluviométricas são irregulares, com uma média anual de 400 a 800 mm (FILHO *et al.*, 2019).

É necessário uma atenção para essa região, pois a mesma possui uma capacidade maior de se tornar improdutiva. Isso é decorrente devido à escassez e as irregularidades das chuvas, que contribuem para as perdas de safras de agricultores da região (FILHO *et al.*, 2019).

3.1.2. Geologia e solo da região

A maioria dos solos do nordeste foram formados sobre rochas de embasamento cristalino, a consequência disso é o predomínio de solos rasos, que não permite um escoamento das águas da chuva para a região subterrânea, resultando na formação de rios temporários, que se mantém no período chuvoso, mas que seca completamente nos períodos secos (CIRILO, 2008).

A formação do solo é feita principalmente pelo clima da região, é ele que decide a velocidade e a natureza do intemperismo das rochas. Além disso, o material de origem, relevo, ação dos organismos e o tempo são fundamentais na formação pedológica (THOMAS, 1994).

A profundidade do solo é principalmente correlacionada com o material rochoso de sua formação, rochas cristalinas produzem solos mais rasos, enquanto rochas sedimentares possuem potencial para desenvolver solos profundos. As características ambientais e sua variabilidade é notada espacialmente em curtas distâncias, principalmente em ambientes de rochas cristalinas (FILHO *et al.*, 2019). Devido a maior parte dos solos dos nordeste ter formação de rochas cristalinas, solos rasos, onde a drenagem é limitada, temos o problema de acúmulo de sais (carbonatos e cloretos) e bases na superfície do solo. Sendo comum a presença de solos salinos ou em processo de salinização no semiárido (FILHO *et al.*, 2019).

3.2. Qualidade das águas subterrâneas

A água subterrânea deve ser analisada antes de ser utilizada, avaliar seus fatores químicos, físicos e biológicos, garante informações sobre sua qualidade. E esses fatores serão analisados de acordo com a necessidade. A água subterrânea se for necessária a sua utilização, ela deve conter qualidade, pois, qualidade inferior traz problemas, como: salinidade, sodicidade e presença de elementos tóxicos, que podem trazer prejuízo a saúde humana e animal, agricultura e meio ambiente (CARVALHO *et al.*, 2020).

3.2.1. Qualidade das águas subterrâneas na região semiárida

As rochas cristalinas, onde sua presença se encontra em aproximadamente 80% do território nordestino, não permite a constituição de um bom aquífero, em questão de qualidade de água, além disso essas rochas são menos porosas o que dificulta a penetração e acúmulo de água subterrânea. Entretanto, os esforços tectônicos permitiu a presença de falhas e fraturas, possibilitando um armazenamento de água nestes espaços, encontrando-se água que poderá ser utilizada pelas populações (ZANELLA, 2014). Contudo, segundo Suassuna & Audry (1995) analisaram e identificaram que as águas dos poços que se encontram no nordeste brasileiro possuem problemas de salinidade e sodicidade, limitando o seu uso.

3.2.2. Uso da água na agricultura familiar

O nordeste brasileiro sempre foi marcado pela história da seca. A baixa disponibilidade hídrica sempre gerou efeito nas perdas de safras agrícolas, aumento do desemprego rural, falta de água e, consequentemente, o êxodo rural, isso acabou gerando um estereótipo para o nordestino (ZANELLA, 2014).

Contudo, isso acontece pela irregularidade das chuvas existentes no semiárido brasileiro, sendo assim maior obstáculo para o desenvolvimento de atividades agropecuárias na região, em destaque aos agropecuaristas familiares, que muitas vezes dependem da chuva para o sustento da família; isso pode acabar gerando um problema social: êxodo rural, onde o pequeno produtor vai à procura em outra região de uma melhor qualidade de vida e sustento para família. A seca torna-se um grave problema, porém a ocorrência de chuva não garante produtividade e qualidade das culturas, pois a água da chuva pode não ser suficiente, além dos problemas, por exemplo, de solo e sanitização, podendo comprometer a sua qualidade, inviabilizando a atividade agropecuária na região (MARENGO, 2008).

Ademais, as mudanças climáticas que veem ocorrendo no mundo, ameaçam uma intensificação na dificuldade de acesso à água. A pouca ou ausência de chuva, altas temperaturas e altas taxas de evaporação podem levar a uma crise catastrófica, gerando uma competição por água, sendo os pequenos agricultores mais vulneráveis à esses efeitos (MARENGO, 2008).

3.2.3. Técnicas de convivência com o semiárido

A estiagem sempre foi um objeto de preocupação da sociedade e do governo. A primeira prova dessa preocupação foi a construção dos primeiros reservatórios hídricos na

região semiárida nordestina, que datam no final do século XIX, que ocorreu durante o período imperial, um exemplo foi a construção do açude do Cedro em Quixadá-CE (MARENKO, 2008).

A seca é um problema crônico, sem cura, o que pode ser feito é aprender a conviver com o semiárido, com a realidade, e é notável que boa parte da população não se adaptou a este fenômeno. É necessário um trabalho de educação e conscientização nas comunidades, que ajude de fato a população a entender que não tem como mudar a situação climática e que ficar esperando a chuva não é a solução, e sim perceber que é possível conviver com a seca, basta conhecer algumas tecnologias, mudar certos comportamentos e que o governo lance políticas públicas para ajudar as famílias de agricultores mais carentes e que precisam desse apoio (MARENKO, 2008).

Na gestão de recursos hídricos como principais políticas públicas em desenvolvimento no semiárido temos a perfuração de poços artesianos, construção de açudes e cisternas, implantação de barragens subterrâneas, transporte de água a grandes distâncias através de adutores e canais e a dessalinização da água salobra (CIRILO, 2008).

3.2.4. Poços artesianos

A perfuração de poços é de extrema importância para algumas regiões, mas antes de considerar-se aderir a perfuração é necessário analisar a viabilidade, de acordo com a potencialidade desse poço, seja de forma qualitativa ou quantitativa dessas águas. O quantitativo envolve o financeiro e a quantidade de água que esse poço vai conseguir jorrar ou bombear. Nos terrenos cristalinos, a produtividade dos poços dependerá da presença de fraturas, que permite a capacidade de armazenar água. O qualitativo, por sua vez, envolve a qualidade da água que esse poço irá produzir, visto que na região semiárida a potencialidade de águas subterrâneas é limitada devido ao embasamento cristalino (ZANELLA, 2014).

3.2.5. Dessalinizadores

As características geológicas e clima do semiárido, como já foi dito, acaba gerando águas subterrâneas com altos teores de sais, tornando-as salobras ou salina, sendo imprópria para o consumo humano e irrigação (CIRILO, 2008).

A ação governamental, tanto a nível federal quanto estadual, visam a instalação de dessalinizadores próximos a poços artesianos localizados no cristalino, permitindo que essa água seja própria para uso. Inúmeras comunidades vêm se beneficiando com essa ação, apesar

dos elevados custos de implantação, manutenção e operação dos dessalinizadores. E como maior desafio é o descarte dos rejeitos produzidos no processo de dessalinização, que sai com alta concentração de sais e que não pode ser lançados no solo ou em corpos hídricos, pois iria causar um grande impacto ao meio ambiente (ZANELLA, 2014).

Como soluções encontradas em que estão sendo adotadas para o destino do rejeito temos: uso de tanques com lâminas d'água delgadas para aumentar a velocidade de evaporação e possibilitar a deposição de sais; criação de algumas espécies aquáticas em tanques como a tilápia rosa e o camarão marinho; e também o cultivo da *Atriplex nummularia* que possui a capacidade de absorção de sais (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012).

3.3. Análise de qualidade de água

A utilização de águas subterrâneas para abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer vem sendo realizada. A utilização dessas águas são de extrema importância com a crescente demanda de água pela população, através do crescimento populacional, necessitando de uma maior produção de alimentos e também crescimento do setor industrial.

Entretanto, a falta de cuidado e desvalorização dos recursos hídricos superficiais, torna ainda mais importante a água subterrânea, se tratando de um patrimônio de valor imensurável, sendo capaz de no futuro ser utilizada como reserva estratégica e influenciando no desenvolvimento político - socioeconômico de qualquer comunidade. (CAVALCANTE, 1998)

Dentre os parâmetros químicos de qualidade de água mais importante para a região semiárida, que são alterados pela dissolução de substância na água é a condutividade elétrica (CE) e o potencial hidrogeniônico (pH) que se destacam devido a relação com a presença de íons dissolvidos em água (SENA *et al.*, 2015).

3.3.1. pH

O pH pode ser definido como o logaritmo negativo das concentrações de íons de hidrogênio que varia em uma escala de 0 a 14, sendo que os valores menores que 7 indicam aumento de acidez, e valores maiores que 7 indicam aumento da alcalinidade, sendo o 7 considerado como neutro. Em águas naturais os valores de pH situam-se entre 6 e 8,5 (FRITZSONS *et al.*, 2009; LOPES & MAGALHÃES Jr, 2010).

3.3.2. Condutividade elétrica

Os sais minerais dissolvidos em água formam os íons, e são estes que possuem a capacidade de conduzir corrente elétrica, logo, a condutividade elétrica é a capacidade da água em conduzir eletricidade, o valor pode variar de 50 a 1500 µS/cm em águas superficiais (SENA *et al.*, 2015; ROSA & UCKER, 2019).

De acordo com Löbler, Borda e Silva (2015), quanto maior o teor de sais presente na água, maior será o valor da condutividade elétrica, sendo um indicativo de salinização ou dissociação de sais do solo em decorrência da liberação de elementos químicos.

3.4. Uso da água de poços na piscicultura e carcinicultura

Com a divulgação dos benefícios dos pescados como alimento saudável e alternativa de proteína, a aquicultura é forçada a se desenvolver, pois, a pesca não é capaz de suprir a demanda. Essa prática, se desenvolveu bastante no Nordeste nesses últimos anos, principalmente a tilapicultura e a carcinicultura. Entretanto, a atividade enfrenta problemas, como: dificuldade de comercialização de obtenção de licenças ambientais, falta de acompanhamento técnico e interferências climáticas. As prolongada estiagens que atingem o Nordeste provoca crises hídrica que acabam inviabilizando a produção piscatória (VIDAL, 2016).

Com isso, em algumas regiões a demanda hídrica só é suprida mediante o uso de água subterrânea, sendo necessário a perfuração de poços. A utilização dessa água, possui uma grande limitação, que é o elevado teor de sais. Como alternativa temos o uso de dessalinizadores, que ao final do processo gera água potável e água com alto teor salino, causando graves problemas ambientais. Pensando no alto teor salino e nos fatores que afetam a produção aquícola, a piscicultura ou a carcinicultura, pode se integrar ao sistema, promovendo assim um aproveitamento eficiente dos rejeitos dos dessalinizadores, para produzir proteína animal de excelente qualidade (OLIVEIRA & SANTOS, 2015).

Diante dessa possibilidade, é necessário um planejamento para manter o controle da qualidade da água nos viveiros no qual os organismos aquáticos serão cultivados, garantindo um bom desempenho zootécnico, e uma produção economicamente viável. Controlando sempre as variáveis físico-químicas importantes de viveiros, que são: oxigênio dissolvido; pH; dióxido de carbono livre; alcalinidade total; dureza; condutividade elétrica; temperatura; transparência; nutrientes e abundância de plâncton (SILVA *et al.*, 2017).

3.5. Georreferenciamento e geoprocessamento

O conjunto de tecnologias para coleta, edição, armazenamento, processamento, análise e disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica, é conhecida como geotecnologias, e que são compostas por soluções em hardware, software, peopleware e dataware (ROSA, 2011). Entre as geotecnologias a de maior destaque é o geoprocessamento, principalmente na constituição de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, com o objetivo de gerar novos dados e/ou informações espaciais ou georreferenciadas. O principal atributo das informações georreferenciadas é a localização, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas (ZAI DAN, 2017).

3.5.1. Georreferenciamento e geoprocessamento na agropecuária

A análise qualitativa das águas subterrâneas é de grande importância, principalmente na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde é necessário antes localizar as fraturas nas rochas para que seja possível a perfuração de poços, fazer a análise dessas águas e posteriormente indicar de que forma e em quais atividades essas águas podem ser aproveitadas pela população (POHLING *et al.*, 1981).

A localização é feita através de geotecnologias. E foi por meio dessa tecnologia que foi criada a agricultura de precisão, que é um conjunto de ferramentas e tecnologias que possibilita ao produtor conhecer toda a sua área para cultivo de maneira mais completa e eficiente, e como consequência obter-se um rendimento maior da produção (REGHINI & CAVICHIOLI, 2020).

O avanço dessa tecnologia da agricultura tornou possível a identificação das áreas necessitadas à elaboração de mapas cartográficos, possibilitando através desses mapas uma análise, localização e caracterização de áreas, podendo dentro disso fazer a exploração e manejo correto de áreas.

4. METODOLOGIA

4.1. Levantamento dos poços artesianos

Foi realizado o levantamento de dados através de um questionário, obtendo-se informações da situação em que se encontra cada poço artesiano localizado na cidade de

Piranhas junto à secretaria de agricultura do município (Figura 2 A e B). Alguns dos dados levantados: funcionamento, profundidade, vazão, potência da bomba, tempo perfurado, uso, nome do responsável e quantidade de poços. Após o levantamento, a equipe do projeto traçou um plano de deslocamentos semanais, para a realização das visitas em cada poço indicado pela secretaria para coletar as amostras da água e realizar o georreferenciamento dos poços artesianos, dessalinizadores e transformadores de energia que são usados para dar suporte às motobombas dos poços (Figura 3).

Figura 2. Equipe do projeto em campo (A) e coleta das coordenadas geográficas (B).



Fonte: Autor da pesquisa (2022).

Figura 3. Visita e levantamento de dados pela equipe do projeto ao poço localizado no Assentamento Margarida Alves, Distrito Piau, Piranhas – AL.



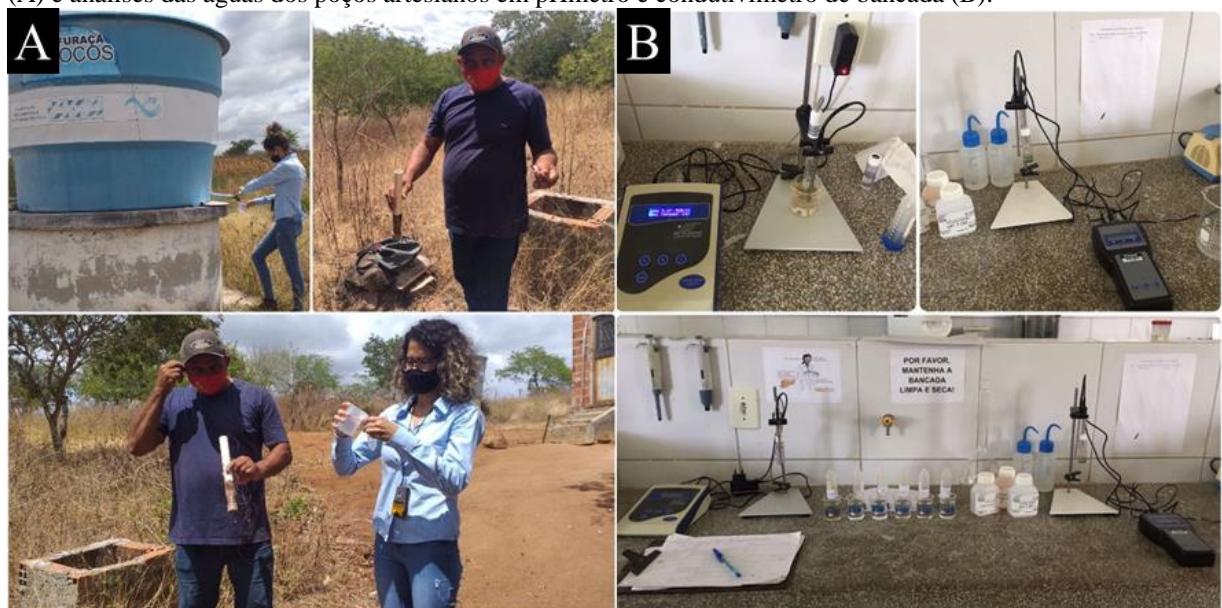
Fonte: Autor da pesquisa (2022).

4.2. Coleta e análise da água dos poços

A água foi coletada através de uma torneira que possui nas caixas d’água que armazenam a água bombeada ou por meio de um objeto confeccionado por um dos técnicos da

Secretaria, e sendo diretamente colocada e armazenada em tubo cônico tipo Falcon de 50 mL (Figura 4 A), e levadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, no qual foram avaliadas as variáveis: pH e condutividade elétrica, em pHmetro e condutivímetro de bancada (Figura 4 B). Após os resultados das análises, uma tabela foi montada com todos os valores e as recomendações adequadas de uso, levando em consideração a qualidade da água de cada poço.

Figura 4. Coleta das águas nos poços das comunidades Poço Comprido e Poço Verde, Distrito Piau, Piranhas, AL (A) e análises das águas dos poços artesianos em pHmetro e condutivímetro de bancada (B).

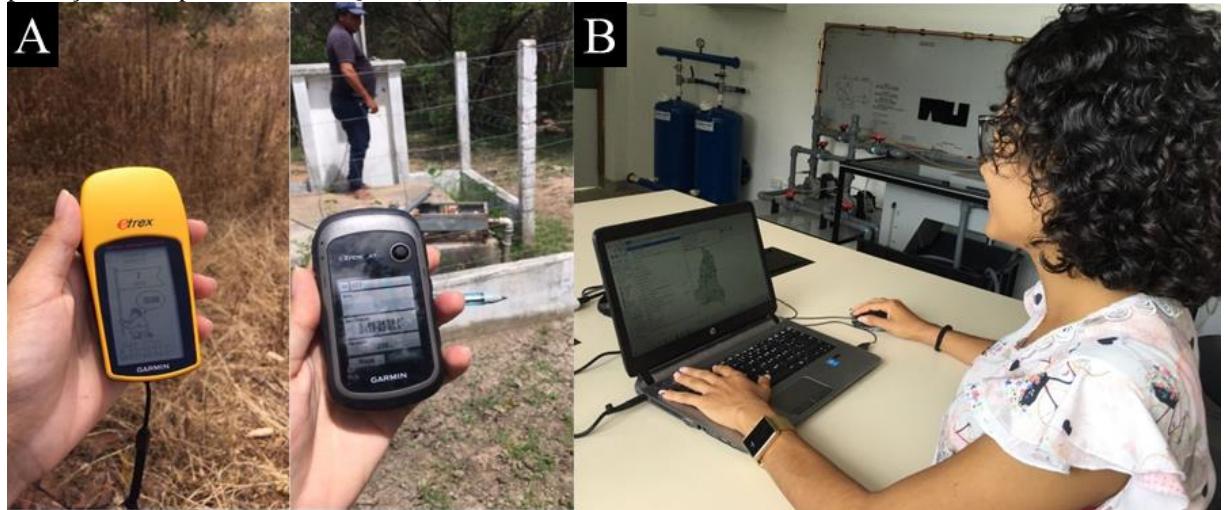


Fonte: Autor da pesquisa (2022).

4.3. Georreferenciamento e geoprocessamento

O georreferenciamento dos poços realizou-se através de um receptor de sinal de satélite absoluto (GPS) da marca Garmin®, onde as coordenadas foram coletadas durante a visita a cada poço, no datum WGS84. E as estradas georreferenciadas pelo Google Earth (Figura 5 A). Com o auxílio de uma calculadora geográfica, convertemos as coordenadas para o datum SIRGAS2000, e com o QGIS configurado no mesmo datum, deu-se início à confecção de um mapa geoprocessado no software QGIS (Figura 5 B), no qual consta o território do município de Piranhas com a localização de todos os poços, dessalinizadores e transformadores, além das estradas de acesso. Através da imagem do mapa, que está disponível na secretaria de agricultura e em meio digital de acesso, o técnico ou outro profissional, poderá fazer uma pesquisa na base de dados que deixamos e ver qual o uso mais sustentável da água de cada poço e só assim fazer uma recomendação para os agricultores.

Figura 5. Coleta de coordenadas geográficas nas comunidades Poço Comprido e Espinheiro, Distrito Piau, Piranhas, AL, com os receptores de sinal de satélite absoluto da marca Garmin® utilizados na pesquisa (A) e produção do mapa no software QGIS (B).



Fonte: Autor da pesquisa(2022).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Dados obtidos

Entre os 31 poços mapeados, apenas 9 estavam em pleno funcionamento. Dos 22 que estavam em desuso, 4 deles o problema foi resolvido com a nossa visita, 6 o problema é elétrico, sendo preciso acionar a empresa fornecedora de energia local, e os 12 poços o restante o impedimento do funcionamento é a falta de bomba.

Os objetivos do projeto foram alcançados, porém, outras demandas surgiram durante o andamento do projeto, pois algumas comunidades estavam necessitando das águas provindas desses poços, nos quais necessitavam de manutenções. Com a visita da equipe do projeto em parceria com a Secretaria Municipal de Agricultura, foi possível detectar esses poços que precisavam de manutenção e, assim, realizar os ajustes necessários, fazendo com que muitos agricultores retomassem as suas atividades. Dentre essas atividades de apoio, destacaram-se destravamento, limpeza e conserto de motobombas, trocas de motobombas, reparos nas instalações e equipamentos elétricos, questões de disputa e conflitos de interesse entre produtores, dentre outras demandas (Figura 6).

Figura 6. Troca de motobomba cedida pela SEMARH no Assentamento Dois Irmãos, Piranhas-AL (A) e visitas ao Sítio Lages junto à equipe da Secretaria de Agricultura e prefeito do município de Piranhas, AL (B).



Fonte: Autor da pesquisa (2022).

5.2. Avaliação dos parâmetros das águas dos poços e uso na agropecuária

O Quadro 1 apresenta as informações técnicas de recomendação para o uso produtivo de cada poço, baseado na qualidade da água, em que foram elaboradas três sugestões para uso das águas de forma sustentável e que gere algum tipo de renda, que são: irrigação (com uso de drenagem), tilapicultura e carcinicultura. As análises primárias das águas indicam que há um grande potencial de uso dos poços artesianos pela comunidade de produtores da região, o que requer incentivo financeiro, assistência técnica adequada e outras políticas públicas locais para fomentar as atividades produtivas recomendadas. A classificação da água para irrigação se deu com base nos respectivos limites de condutividade elétrica (CE): 0,75 a 2,25 dS m⁻¹ (C3); 2,25 a 5 dS m⁻¹ (C4); e acima de 5 dS m⁻¹ (C5), em que nenhum dos poços se classificou em C0, C1 ou C2, segundo BRAGA *et al.*, 2020.

Em relação à variável condutividade elétrica para o cultivo de camarão (carcinicultura), levou-se em conta que a água de todos os poços está favorável para essa finalidade, visto que, em uma pesquisa da Embrapa, foi definida a composição da água necessária para a criação do camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*), para a qual a água de poços artesianos garante uma boa produção, inclusive no Nordeste, região onde se concentra a maior quantidade de poços artesianos (SINIMBU, 2022). E para o cultivo de tilápia (tilapicultura), dos 31 poços avaliados, apenas 6 possuíam condutividade elétrica da água acima

do valor máximo ($11,38 \text{ dS m}^{-1}$) utilizado por Porto *et al.* (2002). Quanto a variável pH, em todos os poços a água se manteve próxima da neutralidade, não interferindo na qualidade das águas. Para uma melhor avaliação da qualidade, seriam necessárias mais análises, podendo até ser possível a utilização de todos os poços na garantia de renda da comunidade (Quadro 1).

Quadro 1. Resultados das análises das águas e suas utilidades.

Número do poço	Responsável	pH	Condutividade elétrica (dS m^{-1})	Classificação quanto a Irrigação	Tilapicultura	Carcinicultura
1	Bairro Capiá	7,7	1,64	C3	Favorável	Favorável
2	Poço Comprido	7,39	3,88	C4	Favorável	Favorável
3	Poço Comprido	7,23	1,2	C3	Favorável	Favorável
4	Poço Verde	7,75	3,31	C4	Favorável	Favorável
5	Sítio Lage – Comunidade Quilombola	7,51	2,12	C3	Favorável	Favorável
6	Oricuri	7,12	9,9	C5	Favorável	Favorável
7	Picos 2	7,87	2,24	C3	Favorável	Favorável
8	Assentamento Margarida Alves	7,79	18,62	C5	Desfavorável	Favorável
9	Assentamento Antônio Conselheiro	7,01	22,32	C5	Desfavorável	Favorável
10	Sobradinho	-	-	-	-	-
11	Sítio Alencar	7,22	18,12	C5	Desfavorável	Favorável
12	Sítio Lajeirão	7,03	9,83	C5	Favorável	Favorável
13	Sítio Imbuzeiro das Tábuas	7,23	2,99	C4	Favorável	Favorável
14	Sítio Pedra Miúda	6,92	5,0	C4	Favorável	Favorável
15	Sítio Feliz Deserto	6,85	2,64	C4	Favorável	Favorável
16	Sítio Poço da Pedra	7,28	0,81	C3	Favorável	Favorável
17	Assentamento Olga Benário	7,86	10,65	C5	Favorável	Favorável
18	Sítio Lagoa	7,04	9,5	C5	Favorável	Favorável
19	Assentamento Dois Irmãos	7,62	11,1	C5	Favorável	Favorável
20	Assentamento Banco da Terra – Comunidade Picos	7,26	20,55	C5	Desfavorável	Favorável
21	Comunidade Picos 2	6,89	20,81	C5	Desfavorável	Favorável
22	Lages	7,18	6,67	C5	Favorável	Favorável
23	Sítio Poço Doce 2	7,11	3,78	C4	Favorável	Favorável
24	Sítio Poço Doce 3	6,58	0,88	C3	Favorável	Favorável
25	Sítio Alencar	7,36	6,87	C5	Favorável	Favorável
26	Sítio Picos	6,93	12,16	C5	Desfavorável	Favorável

Fonte: Autor da pesquisa (2022).

Continua...

Quadro 2. Continuação.

27	Olho D'água do Meio	6,54	1,29	C3	Favorável	Favorável
28	Boa vista dos Venturas – Comunidade Espinheiros	7,46	0,96	C3	Favorável	Favorável
29	Assentamento Lagoa da Cachoeira	7,45	7,4	C5	Favorável	Favorável
30	Assentamento Lagoa da Cachoeira	7,56	1,06	C3	Favorável	Favorável
31	Boa Vista do Sitonho	7,6	7,9	C5	Favorável	Favorável

Fonte: Autor da pesquisa (2022).

De acordo com a classificação da água para uso na irrigação, a água dos poços classificados em C3 só poderá ser utilizada em solos bem drenados, com precauções e apenas as plantas de alta tolerância salina; os poços classificados em C4, geralmente não servem para irrigação, podendo ser utilizadas em solos arenosos permeáveis, bem cuidados e abundantemente irrigados e apenas os vegetais de altíssima tolerância salina; enquanto as águas dos poços classificados em C5, são utilizáveis apenas em solos excessivamente permeáveis e muito bem cuidados. No Quadro 2, é possível consultar algumas espécies tolerantes aos níveis salinos.

Quadro 3. Exemplos de culturas tolerantes aos níveis de condutividade elétrica.

Classificação	Faixa de condutividade elétrica (dS/m)	Culturas tolerantes
C1	0 - 0,25	Feijão de arranca, Feijão de corda, milho, sorgo, mandioca, batata doce, melão, tomate, alface, cebola, cenoura, citrus, umbu, maracujá, uva, goiaba, banana, palma forrageira, coqueiro, capim Tifton 85 e Brachiaria brizantha.
C2	0,25 - 0,75	Feijão de arranca, Feijão de corda, milho, sorgo, mandioca, batata doce, melão, tomate, alface, cebola, cenoura, citrus, umbu, maracujá, uva, goiaba, banana, palma forrageira, coqueiro, capim Tifton 85 e Brachiaria brizantha.
C3	0,75 – 2,25	Feijão de arranca, Feijão de corda, milho, sorgo, mandioca, batata doce, melão, tomate, alface, cebola, cenoura, citrus, umbu, maracujá, uva, goiaba, banana, palma forrageira, coqueiro, capim Tifton 85 e Brachiaria brizantha.
C4	2,25 – 5,0	Feijão de corda, sorgo, melão, tomate, umbu, maracujá, palma forrageira, coqueiro, capim Tifton 85 e Brachiaria brizantha.
C5	> 5.0	Coqueiro e Brachiaria brizantha.

Fonte: Autor da pesquisa (2022).

A Embrapa Semiárido, em uma estação experimental utilizou água de rejeito de dessalinizadores no cultivo de tilápia rosa (*Oreochromis sp.*), atingindo o peso de 445 g em 6 meses, além de irrigar a erva-sal (*Atriplex nummularia*), alcançando o rendimento de 6.537 kg de matéria seca por hectare, com a condutividade elétrica média de 11,38 dS m⁻¹ (PORTO *et al.*, 2002).

Porto *et al.* (2006), no objetivo de avaliar a influência da irrigação em erva-sal com efluentes de tilapicultura criada com água de rejeito de dessalinização, cuja salinidade média era de 8,29 dS m⁻¹, um dos tratamentos apresentou rendimento de 4,84 g por litro de efluente aplicado, apresentando maior entrada/saída de sal, removendo 13,84% do total de sal incorporado ao solo.

Carneiro *et al.* (2001), em um consórcio usando a água de rejeito do processo de dessalinizador, o camarão marinho e a erva-sal, conseguiu produzir 75kg de camarão em 97 dias, e 106kg em 110 dias, em viveiros de 400 m².

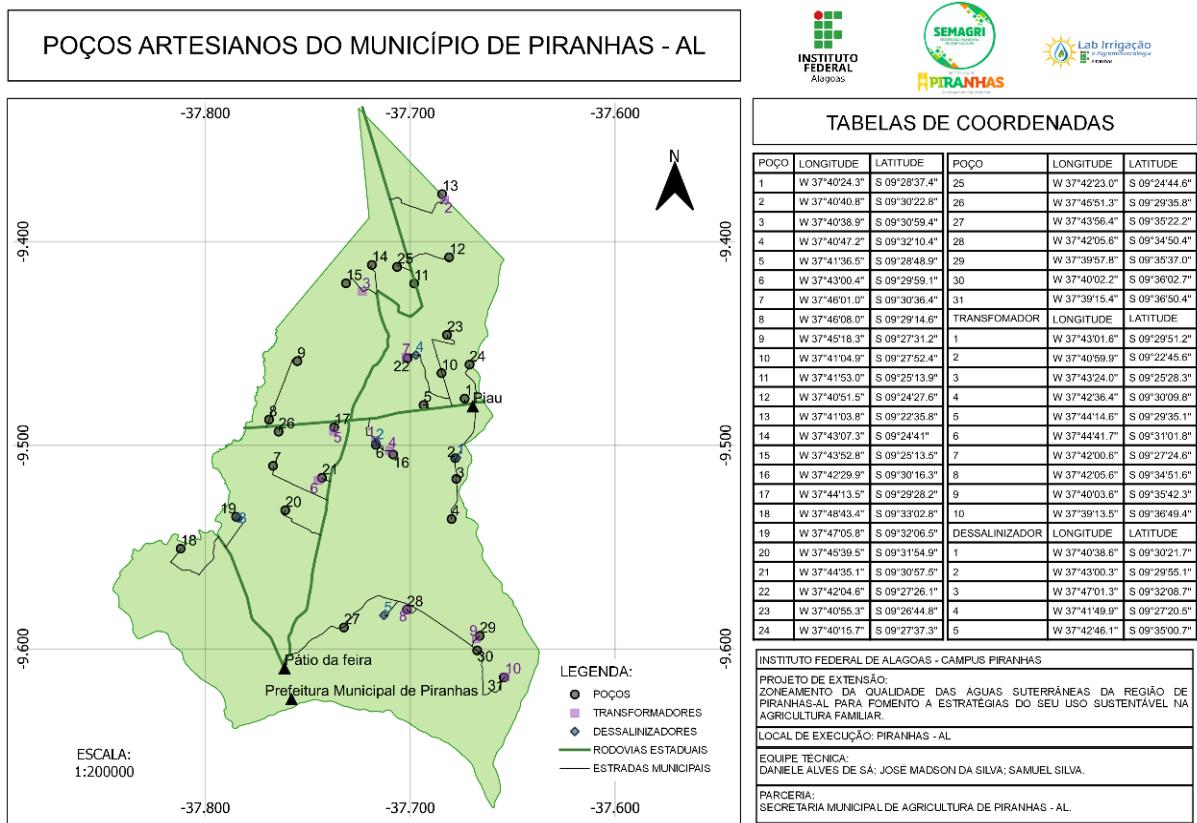
A gliricídia e a leucena, mostraram-se promissoras quando submetidas a uma irrigação de alta salinidade, sendo uma boa alternativa na manutenção da alimentação do rebanho em épocas críticas. Outras alternativas de irrigação com água de poço é a mamona e o milho catingueiro, que conseguem serem cultivados com águas salobras, e não ocorre nenhuma alteração em suas composições nutricionais (BEZERRA *et al.*, 2020).

5.3. Mapa geoprocessado

No mapa geoprocessado (Figura 7), no datum SIRGAS200, consta a localização e coordenadas geográficas dos poços artesianos, transformadores e dessalinizadores, além das vias de acesso a cada um deles, o que facilitou para a secretaria de agricultura realizar a manutenção desses poços e a montagem de estratégias para políticas públicas. O mapa foi entregue à Secretaria de Agricultura do município, a qual fez a impressão em grande escala e colocou à vista dos agricultores na sede do órgão. A imagem do mapa também pode ser acessado no link:

https://drive.google.com/file/d/1I8udzFX2Ruwm_8ZxYp69dtuFyK3DVLg7/view?usp-sharing

Figura 7. Mapa dos poços artesianos do município de Piranhas – AL.



Fonte: Autor da pesquisa (2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o zoneamento foi possível perceber as diferenças de qualidade de água subterrânea dentro de um mesmo município, comprovando a grande diversidade do Nordeste.

As águas dos poços artesianos do município de Piranhas – AL possuem amplo potencial de exploração agropecuária, podendo ser utilizada na carcinicultura e tilapicultura, sendo necessário análises complementares, de forma a ajudar pequenas comunidades rurais a ter uma renda extra e evitando o êxodo rural, principalmente pelos jovens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, V. R.; MONTERO, L. R. R.; MEDEIROS, K. M.; LIMA, A. C. P. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS. Aplicação de tecnologias para o uso de água salobra e salina no semiárido paraibano. 2020.
- BRAGA, E. A. S; AQUINO, M. D.; ROCHA, C. M. S; MENDES, L. S. A. S; SILVA, R. F. S. Classificação da água subterrânea para uso na irrigação. **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas** - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v34i3.29967>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- CARNEIRO, M. C.; TOMYIOSHI, C. M.; LOURENÇO, C. E. L.; MELO JÚNIOR, H. N.; GUEDES FILHO, R. Resultados preliminares do cultivo de camarão marinho (*Litopenaeusvannamei*) em rejeito de dessalinizador: Estudo de caso. In: **Simpósio brasileiro de captação de água de chuva no semiárido**, 3, 2001, Anais. Petrolina: ABCMAC, p5, 2001.
- CARVALHO, L. L. S.; LACERDA, C. F.; CARVALHO, C. M.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; GOMES FILHO, R. R. Spatio-temporal variability of ground water quality in a irrigated area in the Brazilian semiarid region. **Research, Society and Development, [S. l.]**, v. 9, n. 8, p. e644985786, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5786. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5786>. Acesso em: 6 jul. 2022.
- CAVALCANTE, I. N. **Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará**. Tese (Doutoramento em Recursos Minerais e Hidrogeologia). Universidade de São Paulo, p.153, 1998.
- CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, n. 22(63), 61-82, 2008.
- FILHO, J. C. A.; CORREIA, R. C.; CUNHA, T. J. F.; NETO, M. B. O.; ARAÚJO, J. L. P.; SILVA, M. M. L. Aspectos naturais e agrossocioeconômicos do Nordeste Semiárido. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. L. **Tecnologias de convivência com o semiárido**. EMBRAPA. Fortaleza – CE. 2019.
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; CHAVES NETO, A.; HINDI E. C. A influência das atividades mineradoras na alteração do pH e da alcalinidade em águas fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do carste paranaense. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro: v.14, n.3, p. 381-390, 2009.
- LÖBLER, C. A.; BORBA, W. F.; SILVA, J. L. S. Relação entre a pluviometria e a condutividade elétrica em zona de afloramento do sistema Aquífero Guarani. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 115-121, 2015.
- LOPES, F. W. A. & MAGALHÃES J. R. A. P. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte: v.6, n.2, p. 134-147, 2010.
- MARENKO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **PARCERIAS ESTRATÉGICAS**, Brasília, DF, v. 27, fev. 2008.
- MONTENEGRO, A. A. A; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. IN: **Recursos hídricos em regiões semiáridas** / editores,

Hans RajGheyi, Vital Pedro da Silva Paz, Salomão de Sousa Medeiros, Carlos de Oliveira Galvão - Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, p. 258, 2012.

MOURA, M. S. B.; SOBRINHO, J. E.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, W. M. Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. L. **Tecnologias de convivência com o semiárido.** EMBRAPA. Fortaleza – CE. 2019.

MUDANÇA de clima: negociações internacionais sobre a mudança de clima: vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança de clima. Brasília: **Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República**, 2005. (Cadernos NAE, v. 1).

OLIVEIRA, E. G. D.; SANTOS, F. J. D. S. Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. **EMBRAPA**, [s. l.], v. 25, p. 133-154, 2015.

POHLING, R.; SANTIAGO, M. F.; TORQUATO, J. R.; GARRETT, L. Estudo da qualidade da água de Fortaleza. In: POHLING, R. **Estudos Hidrológicos do Nordeste.** Fortaleza: BNB, v. 3, p. 7-72. 1981.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C.C.; DUTRA, M. T.; PAULINO, R. V.; BRITO, L. T. L.; MATOS, A. N. B. Behavior of salt bush (*Atriplexnummularia*) irrigated with effluents from tilapia raised in brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, PETROLINA - PE, 1 mar. 2006.

PORTO, E. R.; SILVA JÚNIOR, L. G. A.; ARAÚJO, O. J.; AMORIM, M. C. C. Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas, XII, 2002, Florianópolis. Usos alternativos para água subterrânea no semiárido brasileiro [...]. Petrolina: [s. n.], 2002. 15 p.

REGHINI, F. L.; CAVICHIOLI, F. A. UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NA AGRICULTURA DE PRECISÃO. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 329-339, 2020. DOI: 10.31510/infav17i1.750. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/750>. Acesso em: 09 jun. 2022.

ROSA, M. C. V. S.; UCKER, F. E. (2019). Influência do lençol freático na condutividade elétrica e pH em cemitério. **Águas Subterrâneas**, 33(1). <https://doi.org/10.14295/ras.v33i1.29484>.

ROSA, R. (2011). Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento De Geografia**, 16, p. 81-90. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0009>.

SENA, M. G. T.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; OLIVEIRA, C. M. B.; LIMA, F. J. O. Variabilidade da condutividade elétrica e do pH nas águas superficiais da região semiárida. In: III INOVAGRI International Meeting, Fortaleza, 2015.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUSA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; COREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico.** Petrolina: Embrapa-CPATSA; Recife: Embrapa-CNPS; UEP Recife, (Embrapa-CPATSA. Documentos, 80), v.2, 1993.

- SILVA, F. N. L. D. *et al.* Qualidade da água proveniente de poço artesiano em viveiro de piscicultura. **PUBVET**: Medicina Veterinária e Zootecnia, [s. l.], v. 11, p. 652-657, 2017. 19821263. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v11n7.652-657>.
- SINIMBU, F. Ciência define modelo simplificado de cultivo de camarão fora da zona costeira. **EMBRAPA: Notícias**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/noticia/71448811/ciencia-define-modelo-simplificado-de-cultivo-de-camarao-fora-da-zona-costeira>>. Acesso em: 25 de novembro de 2022.
- SOUZA, D. L. A. D.; SILVA, H. P.; MELO, J. J. O.; SILVA, F. B. A. Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão no Brasil. In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2013, Recife. **JORNADA** [...]. Recife: Universidade Federal Rural De Pernambuco, 2013.
- SUASSUNA, J; AUDRY, P. A Salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino: Caracterização, variação sazonal e limitações de uso, Recife: CNPq, p.128, 1995.
- THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. New York: John Wiley, 1994.
- VIDAL, M. F. Panorama da piscicultura no Nordeste. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. n. 3, 2016.
- VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semiárido. **Revista Brasileria de Recursos Hídricos**. V. 8, p.7-17, 2003.
- ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento Conceitos e Definições. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, 2017.
- ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do Semiárido Nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 36, p. 126-142, 2014.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO APLICADO NO LEVANTAMENTO DE DADOS

Questionário:

1. Qual o nome do responsável?
2. Quanto tempo faz que foi perfurado?
3. O poço está funcionando? Se a resposta for não, qual motivo de não estar funcionando?
4. Qual a profundidade?
5. Qual a vazão?
6. Toda a comunidade é beneficiada?
7. Como é feito o uso dessa água?
8. Qual a potência da bomba?