



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

PATRICK LIMA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NO ALTO CURSO DO RIO PIRANHAS
NO SERTÃO PARAIBANO**

POMBAL - PB

2022

PATRICK LIMA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NO ALTO CURSO DO RIO PIRANHAS
NO SERTÃO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da
Universidade Federal de Campina Grande, Curso
de Agronomia, como pré-requisito necessário para
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Aline Costa Ferreira

Coorientador: Me. Alan Dél Carlos Gomes

Chaves

POMBAL - PB

2022

N244aNascimento,Patrick Lima do.

Avaliação físico-química da água no alto curso do Rio Piranhas no Sertão Paraibano /Patrick Lima do Nascimento.– Pombal,2022.

47f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso(Bacharelado em Agronomia) – UniversidadeFederal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra.Aline Costa Ferreira”.

Referências.

1.Qualidade de água. 2. Projeto de Integração do São Francisco. 3. Escassez hídrica. 4.Rio Piranhas. 5. Sertão paraibano. I. Ferreira, Aline Costa. II. Título.

CDU628.16(043)

PATRICK LIMA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA NO ALTO CURSO DO RIO PIRANHAS
NO SERTÃO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande
- Curso de Agronomia, como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia

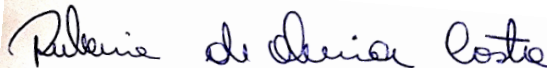
BANCA EXAMINADORA:



**Orientadora - Prof^ª. Dra. Aline Costa Ferreira
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)**



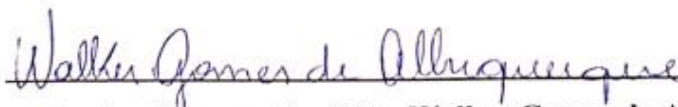
**Coorientador: Me. Alan Dél Carlos Gomes Chaves
(Universidade Federal de Campina Grande – CCT)**



**Examinadora Externa: Prof^ª. Dra. Rubenia de Oliveira Costa
(Universidade Federal de Campina Grande – CCJS)**



**Examinadora Interna: Prof^ª. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA)**



**Examinador Interno: Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA)**

Aprovado em: 15/08/2022

POMBAL - PB

2022

DEDICATÓRIA

À Deus, a meus pais Francisco Patrício de Lima e Edelíte Ferreira do Nascimento Lima, aos meus familiares, por todo incentivo e dedicação que sempre proporcionaram em meus estudos. DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por essa vitória alcançada e a realização desse sonho, pois se cheguei até aqui, foi porque andei ao teu lado e o senhor ter segurado em minha mão e me guiado nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Francisco Patrício de Lima e Edelite Ferreira do Nascimento Lima por todo amor, incentivo, carinho, por todos os seus ensinamentos e de compartilharem comigo todas as vitórias e frustrações no decorrer de toda a jornada.

À minha avó materna Maria de Lourdes por todo o seu amor incondicional e sempre cuidando de mim, pelo incentivo e por suas palavras de força e coragem, por sempre ter me impulsionado.

À minha esposa, Daiane Mirian Tomaz da Silva Lima por todo o apoio, incentivo e ajuda diária, me fortalecendo em todos os momentos.

Aos meus familiares e em especial minha querida irmã Érika Lima do Nascimento, pela força durante todo o período.

À minha Orientadora Professora Dra. Aline Costa Ferreira, pelo o apoio, a atenção que me permitiram concluir com êxito esta monografia.

Aos meus amigos em especial a todos (as) que enfrentaram comigo este caminho e em todo decorrer do curso: Wesley Bruno, Larissa Macedo e Anny Karoliny.

Ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus Pombal, berço da minha formação profissional.

OBRIGADO A TODOS!

RESUMO

As bacias hidrográficas vêm sofrendo degradação ambiental constante, dependendo das atividades antrópicas, as quais ocorrem com menor ou maior intensidade, incluindo o manejo inadequado da irrigação e drenagem, uso de agroquímicos, a falta de vegetação ciliar e erosão das margens dos rios, são processos que reduzem tanto a qualidade como a quantidade dos corpos hídricos. Dessa forma, é fundamental que haja o monitoramento dessas bacias utilizando-se de diversas ferramentas para que seja feito o monitoramento integrado. O objetivo geral desse trabalho foi avaliar a qualidade da água na Sub-bacia Hidrográfica do Alto Piranhas, a montante do açude de São Gonçalo, Sousa–PB até a jusante do Rio Piranhas-Açu, em Pombal–PB, através dos parâmetros indicadores de qualidade da água, como pH, condutividade elétrica, turbidez e oxigênio dissolvido. O trabalho se deu no alto curso do Rio Piranhas, entre os municípios de Sousa, Aparecida e Pombal, sertão Paraibano, onde foram coletadas as amostras de água. De acordo com os níveis de turbidez e dos índices necessários de potabilidade, verificou-se que os maiores valores de turbidez ocorreu no mês de Jun/22, obteve-se na análise valores entre 11,57 NTU a 16,21 NTU e observou-se uma redução na turbidez da água no mês de Jul/22 com valores 3,2 NTU a 7,8 NTU. Portanto, a qualidade da água se encontra dentro dos parâmetros analisado e determinados pela Resolução do CONAMA no 357/2005, ou seja, a água é de boa qualidade não só para irrigação, bem como, para consumo humano.

PALAVRAS-CHAVES: Projeto de Integração do São Francisco, Qualidade de água, Escassez hídrica, Rio Piranhas, Sertão Paraibano.

ABSTRACT

Watersheds have been suffering constant environmental degradation, depending on human activities, which occur with less or greater intensity, including inadequate irrigation and drainage management, use of agrochemicals, lack of riparian vegetation and erosion of river banks, are processes that reduce both the quality and quantity of water bodies. Thus, it is essential to monitor these basins using different tools so that integrated monitoring can be carried out. The general objective of this work was to evaluate the water quality in the Alto Piranhas Hydrographic Sub-dasin, upstream from the São Gonçalo reservoir, Sousa-PB to the downstream of the Piranhas-Açu River, im Pombal-PB, through the indicator parameters of water quality, such as pH, electrical conductivity, turbidity and dissolved oxygen. The work took place on the upper course of the Piranhas River, between the municipalities of Sousa, Aparecida and Pombal, in the interior of Paraíba, where the water samples were collected. According to the turbidity levels and the necessary potability indices, it was found that the highest turbidity values occurred in the month of Jun/22, the analysis obtained values between 11.57 NTU and 16.21 NTU and observed there was a reduction in water turbidity in the month of Jul/22 with values from 3.2 NTU to 7.8 NTU. Therefore, the water quality is within the parameters analyzed and determined by CONAMA Resolution 357/2005, that is, the water is of good quality not only for irrigation, but also for human consumption.

KEYWORDS: San Francisco Integration Project, water quality, Water scarcity, Piranha River, Sertão Paraíba.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Piranhas - Açu.....	20
Figura 2. Bacia Hidrográfica Piranhas – Açu.....	21
Figura 3. Perímetros irrigados na bacia do rio Piranhas-Açu	23
Figura 4. Localização do Projeto de Integração do São Francisco (PISF) - regiões beneficiadas	25
Figura 5. Coordenada geográfica dos seguintes pontos coletados	27
Figura 6. Uso e ocupação do solo na bacia do rio Piranhas - Açu	28

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1. Ponto 1 - Açude de São Gonçalo, distrito de Sousa/PB	31
Imagem 2. Ponto 2 – Sítio mãe D'água, Sousa/PB.....	31
Imagem 3. Ponto 3 - Perímetro Irrigado Várzea de Sousa, Aparecida/PB	31
Imagem 4. Ponto 4 – Rio Piancó, Pombal/PB	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Monitoramento das precipitações do mês de junho nos municípios no qual foram coletadas as amostras da água para as avaliações.	35
Gráfico 2. Monitoramento das precipitações do mês de julho nos municípios no qual foram coletadas as amostras da água para as avaliações.	35
Gráfico 3. Turbidez das águas da sub-bacia do rio Piranhas. (Ponto 1) açude de São Gonçalo localizado em São Gonçalo/PB distrito do município de Sousa /PB, (Ponto 2) no sitio Mãe D'água zona rural do município de Sousa/PB, (Ponto 3) no Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa ponto localizado no município de Aparecida/PB, (Ponto 4) no sítio Várzea Comprida dos Oliveiras, zona rural do município de Pombal/PB e (Ponto 5) Rio Piranhas – Açú, Pombal/PB.	36
Gráfico 4. Turbidez da água do (Ponto 1) comparando com o monitoramento realizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) antes da chegada das águas do rio São Francisco.	37
Gráfico 5. pH das águas da sub-bacia do rio Piranhas. No ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4 e ponto 5.	38
Gráfico 6. pH da água do (Ponto 1) comparando com o monitoramento realizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) antes da chegada das águas do Projeto de Integração do São Francisco (PISF)	38
Gráfico 7. Condutividade Elétrica das águas da sub-bacia do rio Piranhas. No ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4 e ponto 5.	39
Gráfico 8. CE da água do (Ponto 1) comparando com o monitoramento realizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) antes da chegada das águas do Projeto de Integração do São Francisco (PISF)	40
Gráfico 9. Oxigênio Dissolvido (OD) das águas da sub-bacia do rio Piranhas. No ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4 e ponto 5.	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba

ANA - Agência Nacional de Águas

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PISF – Projeto de Integração do São Francisco

PNRH- Política Nacional de Recursos Hídricos

PRH - Plano de Recursos Hídricos da bacia Hidrográfica

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional

RIMA-Relatório de Impacto Ambiental

SINGREH- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UPH - Unidades de Planejamento Hidrológico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Geral	16
2.2. Específicos:	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1. Água	17
3.2. Qualidade de água na agricultura	18
3.3. Bacia hidrográfica do rio piranhas	19
3.4. Ocupação da bacia hidrográfica do rio piranhas	22
3.5. Transposição das águas do rio São Francisco	24
3.6. Impactos ambientais	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1. Localização da área de Estudo	27
4.2. Aspectos Físicos Naturais	29
4.2.1. Clima	29
4.2.2. Solo	29
4.2.3. Vegetação	30
4.3. Coletas das Amostras d'água	30
4.4. Variáveis Analisadas	31
4.4.3 Turbidez	32
4.4.4. Condutividade Elétrica	33
4.4.5. Oxigênio Dissolvido (OD)	33
4.4.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6. CONCLUSÃO	41
7. REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de dimensões continentais, com uma área de 8.547.403 Km² possui uma grande variabilidade climática e diversidades fisiográficas. Segundo Marengo (2010), a Região Nordeste do Brasil detém 1.600.000 km² do território nacional aproximadamente 18%, uma vez que, 992.000 Km² cerca de 62% de sua área se encontra dentro do Polígono das Secas, que implica em menores índices pluviométricos característicos do clima semiárido. Vários municípios do Nordeste se encontram em condições adversas, com falta de água e tendo ocorrências de chuvas abaixo dos 800 mm anuais. O clima semiárido se encontra espalhado por cerca de 86% da área da região nordeste onde vivem 30 milhões de pessoas aproximadamente, o que corresponde a 15% da população brasileira, sendo, portanto, a região seca mais habitada do mundo (MARENGO, 2010).

Dentre os recursos naturais fundamentais, a água é o que possui maior destaque, pois sua disponibilidade e acesso são necessários a todo tipo de vida no planeta, bem como para a maioria dos meios de produção (SARDINHA et al.,2008). É consenso que a gestão de recursos hídricos seja essencial a todos os setores da sociedade, necessitando articular com a política, setores da educação, do meio ambiente, da indústria e do setor agrícola, dentre outros. O setor agrícola é aquele que demanda maiores volumes de água, inclusive, pelas metas de aumento da oferta de alimentos, que é proporcional ao crescimento populacional.

Embora não seja o único agente responsável pela perda da qualidade da água, a agricultura, de forma direta ou indireta, contribui para a degradação dos mananciais. Segundo a FAO, a agricultura é o setor responsável por consumir a maior quantidade de água no mundo, utilizando em média 70% das águas retiradas e 82% nos países em desenvolvimento. A contaminação desse recurso pode ser decorrida do uso, muitas vezes inadequado, de fertilizantes, defensivos, produtos sintéticos e de resíduos derivados da criação intensiva de animais, são tidos como as principais formas de contribuição para a perda da qualidade da água nas áreas rurais.

De acordo com LOMBA et al. (2017), XIE et al. (2018) e SINGH (2019), a agricultura irrigada proporciona o aumento da produção de alimentos em diferentes épocas do ano e condições climáticas em virtude da demanda mundial por água e alimento. Contudo, o manejo inadequado da irrigação e drenagem é tido também como principal fonte de poluição difusa dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, ou seja, nesses ambientes os impactos das atividades agrícolas são cada vez mais importantes na gestão de recursos hídricos. Ao longo

do tempo está ocorrendo o decréscimo desse recurso, tanto em quantidade como em qualidade, diante da destruição das matas ciliares, poluições e contaminações dos mananciais.

Uma vez que, a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos estão cada vez mais preocupantes, torna-se imprescindível adoção de modelos inteligentes do uso da água mantendo o equilíbrio com a proteção do meio ambiente e a necessidade dos recursos hídricos naturais, principalmente em regiões que apresentam baixos índices pluviométricos, como por exemplo, em regiões áridas e semiáridas. Com isso, o levantamento das análises físico-químico da água no percurso dos mananciais, advenha informar as interferências antrópicas na qualidade da água e assim ocorra o uso racional desse recurso visando à sustentabilidade ambiental e agrícola.

É de grande importância à identificação da qualidade da água, bem como verificar a sua vulnerabilidade à atividade humana, para que seja realizada uma gestão adequada dos recursos hídricos no que se refere ao seu gerenciamento, uso e conservação (SANTI et al., 2012; CARVALHO et al., 2017b) logo após a bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu ser beneficiada pelo projeto de Integração do Rio São Francisco.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a qualidade da água no alto curso do Rio Piranhas, a montante do açude de São Gonçalo em Sousa-PB, até a jusante do Rio Piranhas-Açu em Pombal-PB, após a transposição do Rio São Francisco, através dos parâmetros indicadores de qualidade.

2.2. Específicos:

- Analisar a qualidade da água do Alto Piranhas, na Paraíba, sob os aspectos físico-químicos;
- Verificar a qualidade da água através das análises dos parâmetros obtidos e comparar com os dados realizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESPA), em locais próximos ao das amostras estudadas;
- Propor medidas mitigatórias para melhorar a qualidade da água da sub-bacia estudada;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Água

De acordo com Lima (2001), cerca de 70% da superfície da terra é composto de água, contudo, 97% estão nos oceanos, água imprópria para o consumo e apenas 3% de reserva de água doce, a princípio para o consumo, porém é preciso atentar que 77% dessa água se encontram nas calotas polares, Groelândia e Antártida, 22% no subsolo e apenas 1% encontram na superfície, presente nos rios, lagos, açudes e represas.

A agricultura, por se tratar do setor produtivo que mais demanda água, tem sofrido pressões intensas para garantir a produção de alimentos com melhoria na eficiência do uso da água (HOWELL, 2001). Na maior parte do mundo, com exceção da Europa e da América do Norte, a agricultura é quem mais utiliza água, contabilizada mundialmente em cerca de 70%, sendo o uso doméstico de 10%, e a indústria 20% (FAO, 2003). As áreas irrigadas ocupam 17% do total de área plantada, e geram 40% da produção alimentar mundial (FAO, 2003). No Brasil, segundo dados da ANA (2007), cada hectare irrigado equivale a três hectares de sequeiro em produtividade física e a sete em produtividade econômica.

O semiárido nordestino apresenta-se como uma das regiões mais secas do Brasil, devido a essa crise hídrica a região vem sofrendo sérias ameaças de ter sua produtividade reduzida pelos intensos processos de desertificação, o problema se agrava ainda pelo fato de ser o semiárido mais populoso do mundo (MARENCO, 2008), com densidade demográfica de aproximadamente 34 habitantes por km² (IBGE, 2010). A seca, apesar de relacionada com o fator climático, uma vez que, a alta evaporação potencial da região em foco (2500 mm/ano), quando associada aos processos de desertificação tem seus efeitos danosos, com proporções severas, afetando diretamente a sobrevivência da população nordestina (BARACUHY, 2001).

De acordo com Tundisi (2003), a sociedade sempre dependeu dos recursos hídricos para o desenvolvimento econômico. Para ele, a água funciona como um fator desenvolvimentista, podendo o seu uso estar relacionado com a economia (regional, nacional e internacional) e mais comumente, no uso doméstico, industrial, agrícola, recreação, estética, preservação da flora e fauna, geração de energia elétrica, transporte e na diluição e afastamento de despejos.

Na abordagem, Moraes (2002, p. 372), relata que regiões do mundo sofrem com os problemas causados pela a degradação da qualidade da água doce e da poluição das fontes, subterrâneas e superfície:

Os problemas graves que afetam a qualidade da água de rios e lagos decorrem, em ordem variável de importância, segundo as diferentes situações, de esgoto doméstico tratado de forma inadequada, de controle inadequado dos efluentes industriais, da perda e destruição das bacias de captação, da localização errônea de unidade industrial, do desmatamento, da agricultura migratória sem controle e práticas agrícolas deficientes.

Na perspectiva de enfrentar o desafio de assegurar à sociedade com água em qualidade e quantidade adequada, de utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável e de realizar a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos crítico foi estabelecido a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) por meio da Lei nº 9.433/97 e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Essa legislação estabelece os fundamentos, os objetivos, as diretrizes gerais de ação, os instrumentos e as infrações e penalidades. A PNRH foi inspirada na legislação francesa, destacando como fundamento, que água é um bem de domínio público, sendo um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, em situações de escassez. O uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais, a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do SINGREH, por fim determina que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

3.2. Qualidade de água na agricultura

De acordo com Ayers e Westcot (1999), a agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, porém, o aspecto da quantidade tem sido desprezado devido à abundância de fonte de água que no passado eram de boa qualidade e de fácil utilização, todavia, em muitos lugares esta situação vem mudando em decorrência do uso intenso, tendo-se que recorrer ao uso de água de qualidade inferior fazendo-se necessário um planejamento eficiente que assegure o melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade.

O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação antrópica (MOLOZZIET al., 2006). Os impactos ambientais nos recursos hídricos gerados pelas atividades agrícolas, não

podem ser dissociados dos impactos nas próprias áreas de produção, devendo seu monitoramento e as medidas preventivas, estarem sempre integradas de uma forma sistêmica (ANDREOLI, 1993).

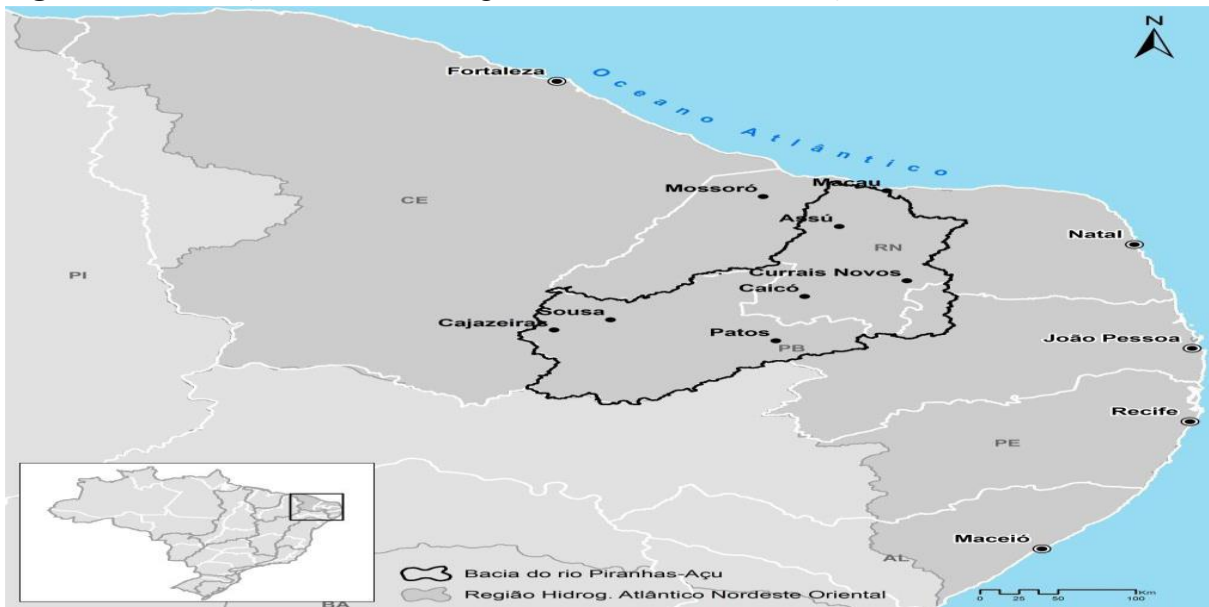
Segundo Philippi Júnior (2003), as águas de irrigação devem ser, de modo geral, analisadas em relação às concentrações totais de sais (salinidade), à proporção relativa de sódio em relação a outros cátions (permeabilidade do solo), à concentração de elementos tóxicos, a concentração de íons e ao aspecto sanitário (contaminação por bactérias patogênicas). No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua Resolução nº 357, de março de 2005, estabelece níveis de qualidade para águas ambientais, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar o uso das águas doce, salinas e salobra (BRASIL, 2005).

Os padrões de qualidade da água são utilizados para regulamentar os níveis de qualidade a serem mantidos em um corpo d'água, estando de acordo com o uso a que se destina. O uso dos padrões de qualidade atende a dois propósitos: manter a qualidade do curso d'água ou definir a meta a ser atingida, base para definir os níveis de tratamento a serem adotados na bacia, de modo que os efluentes lançados não alterem as características do curso de água estabelecidas pelo padrão (PORTO et al., 1991).

3.3. Bacia hidrográfica do Rio Piranhas

A Bacia Hidrográfica Piranhas - Açu, totalmente inserida no clima semiárido nordestino, possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km², sendo 26.183,00 Km², correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e 17.498,50 Km², correspondendo a 40% da área no Estado do Rio Grande do Norte. Contempla 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 municípios no Estado da Paraíba e conta com uma população total de 1.363.802 habitantes, sendo que 914.343 habitantes (67%) no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Estado do Rio Grande do Norte. (AESAs, 2022).

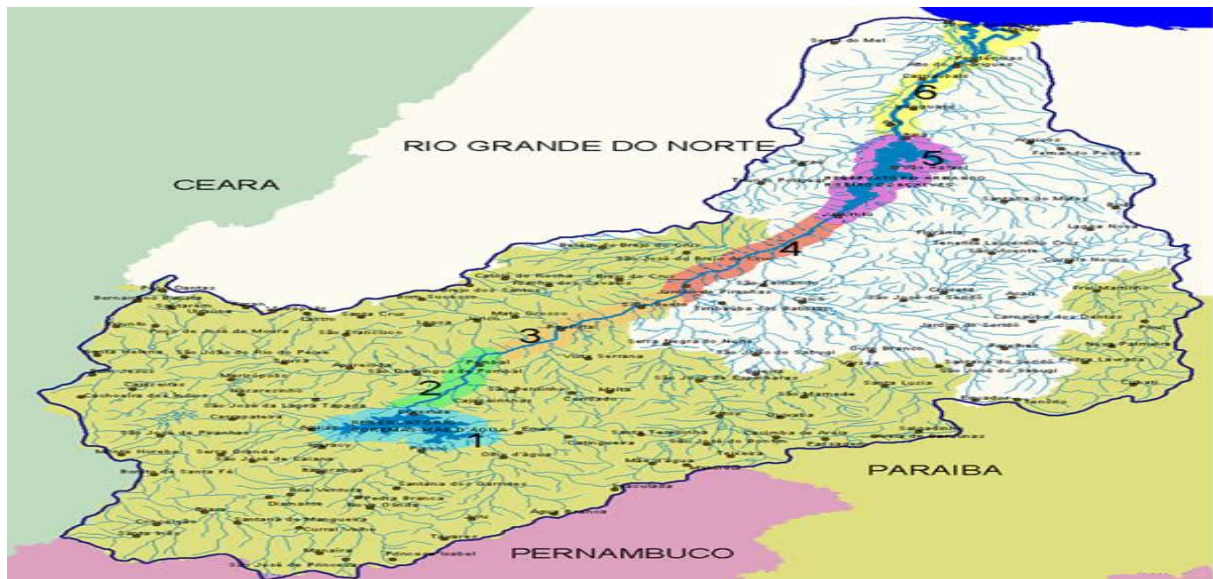
Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Piranhas - Açu



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA)

O principal rio da bacia é o rio Piranhas - Açu, de domínio federal, uma vez que nasce no município de Bonito de Santa Fé, no Estado da Paraíba, e segue seu curso natural pelo Estado do Rio Grande do Norte, desaguando no Oceano Atlântico, na Costa Potiguar. Trata-se de uma importante bacia para os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, pois é nela que estão localizados a barragem Armando Ribeiro Gonçalves e o sistema de reservatórios Curema - Mãe D'Água, considerados estratégicos para o desenvolvimento socioeconômico destes Estados, com capacidade de armazenamento de 1,350 bilhões de m³, garante o abastecimento urbano e rural, pereniza o rio Piancó, possibilitando o desenvolvimento agrícola desta região, além de perenizar o trecho do rio Piranhas até a montante da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no Estado do Rio Grande do Norte (AESAs, 2022).

Figura 2. Bacia Hidrográfica Piranhas – Açú.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs 2022).

O rio escoar no sentido nordeste em direção ao Rio Grande do Norte, de maneira que, quando chega ao território potiguar, recebe o nome de Piranhas - Açú. Ainda assim, apresenta três divisões: Região Hidrográfica do Alto Piranhas, localizada totalmente em território paraibano; Região Hidrográfica do Médio Piranhas inserida nos dois estados citados e Região Hidrográfica do Baixo Piranhas localizada em território potiguar.

Com o objetivo de minimizar o efeito do período logo de estiagem, importantes obras hidráulicas foram realizadas na bacia do Rio Piranhas, e ficaram conhecidas como a “solução hídrica”, por se basearem fundamentalmente na construção de açudes. Sua implantação se deu na década de 70, tendo com finalidade a irrigação. O uso da agricultura irrigada neste espaço teve início, mais precisamente, no começo do século XX, essas medidas de combate à seca resultaram na edificação do Açude São Gonçalo sobre o Rio Piranhas, originando assim em um reservatório de água com a capacidade de armazenar 44.600.000 m³ de água. O represamento deste manancial hídrico teve inicialmente como finalidade principal o abastecimento d’água do município de Sousa e de suas áreas circunvizinhas, a fim de mitigar os efeitos das secas que ocorria na região (RELATÓRIO DNOCS, 1996).

As atividades para a construção deste Açude tiveram início em 1921 pela empresa norte-americana DWIGHT P. RIBINSON & Cia. Esta obra tinha a previsão de término para 1925, no entanto em 1923 os trabalhos para a construção desta barragem foram suspensos, por ordem do então Presidente da República Artur Bernardes e os contratos com a empresa norte-americana foram rescindidos (FREITAS, 1999).

Em 1932 as obras para a construção do Açude São Gonçalo foram retomadas, sendo posteriormente concluídas em 1936. A inauguração deste Açude foi feita no mesmo ano do término de suas obras, sendo considerada na época como um grande evento no estado da Paraíba, que contou inclusive com a presença do Presidente da República, em vigência, Getúlio Vargas (FREITAS, 1999).

Mas o aumento da demanda de água na região e a menor disponibilidade desse recurso, causados pelas secas severas que perdurou por quase seis anos consecutivos, nos anos de 2012 a 2017, em uma ampla área do nordeste em 2016 foram observados precipitação inferior a 150 mm, ocasionando redução de água em toda a bacia hidrográfica do Rio Piranhas, o Açude de São Gonçalo no primeiro mês do ano de 2016 encontrava-se com um volume de 1,29 m³ cerca de 2,8% de sua capacidade, ficando no volume morto (AESA), sendo de suma importância o Projeto de Transposição do Rio São Francisco, com meta de assegurar o suprimento e distribuição de água para as necessidades humanas, possibilitando o desenvolvimento socioeconômico da região, que segundo o (MDR) no dia 07 de Fevereiro de 2022, as águas do Eixo Norte da transposição chegaram ao açude de São Gonçalo.

3.4. Ocupação da bacia hidrográfica do rio piranhas

A ocupação da bacia iniciou-se no período colonial, com o desenvolvimento da atividade pecuária para suprir as necessidades da produção de cana-de-açúcar no litoral. A necessidade de força animal para o funcionamento dos engenhos e fornecimento de alimento para a crescente população da zona açucareira forçou o desenvolvimento da atividade pecuária no interior (ADESE, 2011).

Sob o aspecto da infraestrutura hídrica, merecem destaque as décadas de 30 e 70. Na década de 1930, são construídos reservatórios estratégicos com destaque para os açudes Curema - Mãe d'Água e Itans. Após a inauguração do açude de São Gonçalo na década de 30 o reservatório de água proporcionou à criação de um centro de irrigação no distrito de São Gonçalo e o estabelecimento do primeiro polo de fruticultura do Nordeste. Ganhou força, ainda nesta época, o pioneirismo da piscicultura continental em bases de tecnologia avançada para a época. Outro marco importante foi a construção do açude Armando Ribeiro Gonçalves, na década de 1970, durante o auge do programa de irrigação do DNOCS. Nas terras a sua jusante, sendo criado o Projeto Baixo Açu, que criou outro polo de fruticultura na região. Nesse contexto, a agricultura irrigada foi adotada como estratégia de desenvolvimento

regional, pelo governo federal, através do DNOCS, e mais recentemente, pelos governos estaduais por meio da criação de outros perímetros irrigados. (PRH Piranhas-Açu 2014)

A área irrigada na bacia, extraída a partir do mapa de uso e ocupação do solo, alcança 54.385 hectares em 2012. Os dados do IBGE (2006), obtidos por meio do censo agropecuário, indicavam, em 2006, uma área de 32.715 hectares distribuídos da seguinte forma em função do método de irrigação: 56% por aspersão, 22% por gravidade (13% com inundação e 9% de sulcos), 9% por localizado (inclui gotejamento e microaspersão entre outros) e 13% por outros métodos. As áreas agrícolas irrigadas, denominadas difusas, estão localizadas principalmente nos solos aluviais dispersos em toda a bacia e ao longo dos principais rios perenizados pelos grandes reservatórios (PRH Piranhas - Açu 2014).

Figura 3. Perímetros irrigados na bacia do rio Piranhas-Açu

Perímetro	Município	UPH	Área Irrigável (ha)	Área implantada (ha)		Administração	Fonte Hídrica	Sistema de Irrigação	Culturas
				Total	Familiar				
Várzeas de Sousa	Sousa e Aparecida	Alto Piranhas	5.000	1.000		SEDAP	Complexo Curema-Mãe d'Água	Microaspersão e gotejo	Banana, coco e sorgo
São Gonçalo	Marizópolis e Sousa	Alto Piranhas	3.046	2.404	1.975	DNOCS	Açudes Eng. Áridos e São Gonçalo	Gravidade e microaspersão	Fruticultura
Eng.º Arcoverde	Condado	Médio Piranhas	279	279	279	DNOCS	Açude Eng. Arcoverde e 53 poços amazons	Gravidade, irrigação localizada	Fruticultura, tomate, entre outros
Gravatá	Nova Olinda e Pedra Branca	Piancó	940	200	--	SEDAP	Barragem Saco (Caldeirão)	Microaspersão e gotejo	
Piancó I	Pombal, Coremas, Cajazeirinhas	Piancó	543	249	--	SEDAP	Rio Piancó perenizado pelo Sistema Curema-Mãe d'Água	Microaspersão e gotejo	
Piancó II	Boaventura, Diamante, Itiara e Itaporanga	Piancó	1.000	1.000	--	SEDAP	Rio Piancó perenizado pelos Açudes Santa Inês, Serra Vermelha, Video, Piranhas, Poço Redondo, Vazante e Bruscas	Aspersão	
Piancó III	Itaporanga e Piancó	Piancó	750	300	--	SEDAP	Rio Piancó perenizado pelos Açudes Santa Inês, Serra Vermelha, Video, Piranhas, Poço Redondo, Vazante e Bruscas	Aspersão e microaspersão	
Baixo - Açu (DIBA)	Ipanguaçu, Alto do Rodrigues e Afonso Bezerra	Pataxó Bacias Difusas do Baixo Piranhas	6.000	5.168	1.330	DNOCS	Açude Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	Aspersão e pivô central	Fruticultura, tomate e feijão
Cruzeta	Cruzeta	Seridó	196	138	138	DNOCS	Açude Cruzeta	Gravidade	Tomate, mamão, feijão e milho
Itas	Caicó	Seridó	107	89	89	DNOCS	Açude Itas	Gravidade	Feijão, algodão, milho e abóbora
Sabugi	Caicó	Seridó	403	384	384	DNOCS	Açude Sabugi	Gravidade e aspersão	Feijão, algodão, milho e abóbora

Fontes: DNOCS 2012, BNB 2012, CBH Piranhas Açu (2012).

3.5. Transposição das águas do Rio São Francisco

A transposição das águas do Rio São Francisco é um projeto que integra as Bacias Hidrográficas do nordeste setentrional, trata-se de um empreendimento de infraestrutura hídrica do Governo Federal sob o compromisso do Ministério do Desenvolvimento Regional que leva água para as regiões que mais sofre com secas prolongadas, abrangendo parcialmente os estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba, e Rio Grande do Norte em dois ramais, denominada de Eixo Norte e Eixo Leste da transposição, beneficiando cerca de 16,47 milhões de pessoas em 565 municípios, tanto para o consumo humano, indústria, tais como, para a produção agropecuária nas margens dos trechos dos mananciais.

As bacias hidrográficas beneficiadas são as seguintes:

- Do Rio Jaguaribe, no Ceará;
- Do Rio Piranhas - Açu, na Paraíba e Rio Grande do Norte;
- Do Rio Apodi, no Rio Grande do Norte;
- Do Rio Paraíba, na Paraíba;
- Dos Rios Moxotó, Terra Nova e Brígida, em Pernambuco, na bacia do rio São Francisco.

A captação em Cabrobó dá início ao Eixo Norte, esse eixo tem uma extensão de aproximadamente 403 km e transportará um volume médio com cerca de 45,2 m³ de água por segundo, conduzindo para os rios Brígida (PE), Salgado (CE), Rio do Peixe e Piranhas - Açu (PB-RN) e Apodi (RN), além de garantir o fornecimento para os açudes importantes da região: Chapéu (PE), Entremontes (PE), Castanhão (CE), Engenheiros Ávidos (PB), São Gonçalo (PB), Pau dos Ferros (RN), Santa Cruz (RN) e Armando Ribeiro Gonçalves (RN) (RIMA, 2004).

No ponto de captação em Itaparica, inicia-se o Eixo Leste, com cerca de 220 km indo até o Rio Paraíba, na Paraíba, transportando, em média, 18,3 m³ de água por segundo. Esse Eixo levará água para o açude Poço da Cruz (PE) e para o Rio Paraíba, que é responsável pela manutenção dos níveis do açude Epitácio Pessoa (PE), também chamado de Boqueirão (RIMA, 2004).

Figura 4. Localização do Projeto de Integração do São Francisco (PISF) - regiões beneficiadas



Fonte: (BRASIL, 2004).

3.6. Impactos ambientais

De acordo com o artigo 1º da Resolução N° 001 de 23 de janeiro de 1986 do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), considera-se impacto ambiental:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (1986, p.01).

A poluição dos corpos d'água se dá de forma pontual e difusa e por origem natural ou antrópica (LIBÂNIO, 2005). A poluição pontual é aquela em que o poluente atinge o corpo d'água de forma concentrada no espaço; já nas fontes difusas de poluição, os poluentes adentram o corpo d'água distribuídos ao longo de sua extensão (VON SPERLING, 2005).

As águas do São Francisco, nos pontos de captação de Itaparica e em Cabrobó, apresentam condições adequadas de qualidade para consumo humano. Dessa forma, espera-se que elas melhorem a qualidade das águas dos rios e dos açudes receptores. Segundo o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA 2004), um Programa de Monitoramento da

Qualidade das Águas acompanhará a evolução dos processos com a função de auxiliar na definição de ações de controle, mas o Acordo de Cooperação Técnica foi assinado no dia 28 de julho de 2021 entre o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), a Agência Peixe Vivo e a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), para o monitoramento e o biomonitoramento da qualidade da água do Rio São Francisco de acordo NASCIMENTO, (2021).

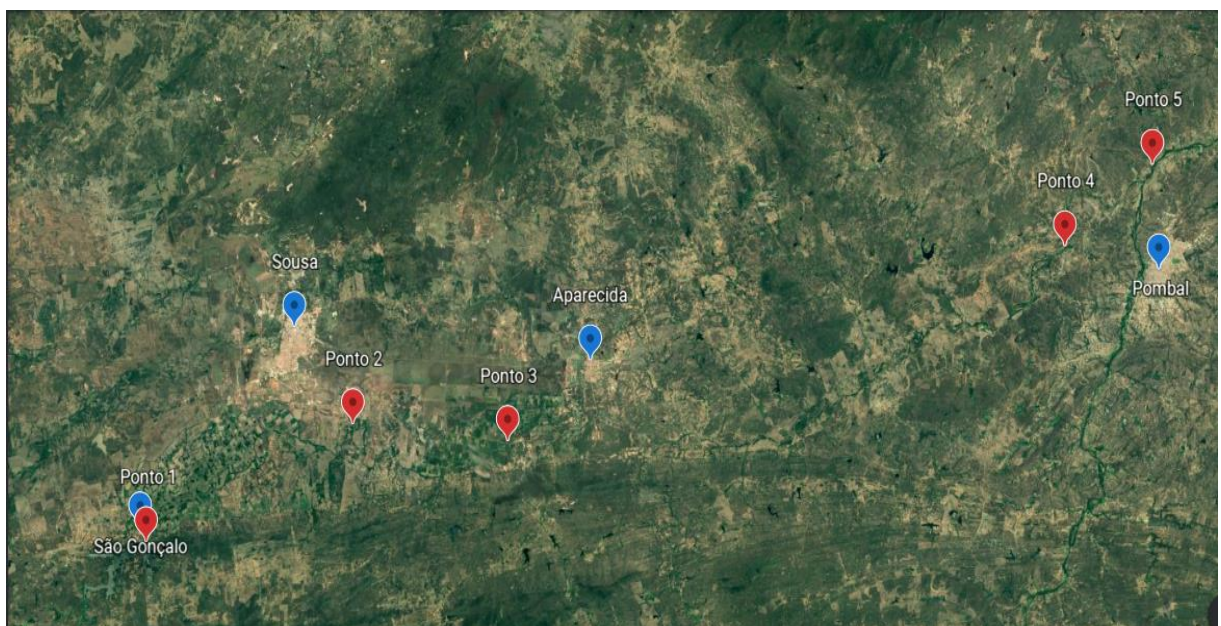
As áreas inseridas no processo produtivo poderão acarretar aumentos no desmatamento, na produção de sedimentos e na degradação dos solos e corpos d'água receptores (em função da maior utilização de fertilizantes, defensivos agrícolas e afins). Assim, estão previstas ações diretamente direcionadas a esses impactos (RIMA, 2004). O trabalho de monitoramento da água deve ser um programa perene a favor da preservação dos mananciais contemplada com a transposição do rio São Francisco.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área de Estudo

O trabalho Foi desenvolvido no alto curso do Rio Piranhas, entre os municípios de Sousa, Aparecida e Pombal, sertão Paraibano, onde foram coletadas 5 amostras de água nos seguintes pontos como pode ser visto na figura 4.

Figura 5. Coordenada geográfica dos seguintes pontos coletados



Fonte: Google Earth, distribuição dos pontos analisado no alto curso do rio Piranhas

O georreferenciamento deu-se por meio do aplicativo android C7 GPS Dados do sistema integrante do Projeto CR-Campeiro da Universidade Federal de Santa Maria desenvolvido por Giotto et al., (2021). Os pontos foram transferidos para localização em mapa com os dados de localização geográfica, que permitiu a obtenção da latitude e longitude em projeção.

- **Ponto 1:** Açude de São Gonçalo, localizado em São Gonçalo, distrito do município de Sousa – PB.

Latitude: 6° 50' 33,8'' sul e Longitude: 38° 18' 52,8'' oeste.

- **Ponto 2:** Sitio Mãe D'água, zona rural do município de Sousa – PB.

Latitude: 6° 48' 15,89" sul e Longitude: 38° 12' 12,93" oeste

- **Ponto 3:** Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa, localizado no município de Aparecida – PB.

Latitude: 6° 49' 2,751" sul e Longitude: 38° 7' 38,69" oeste

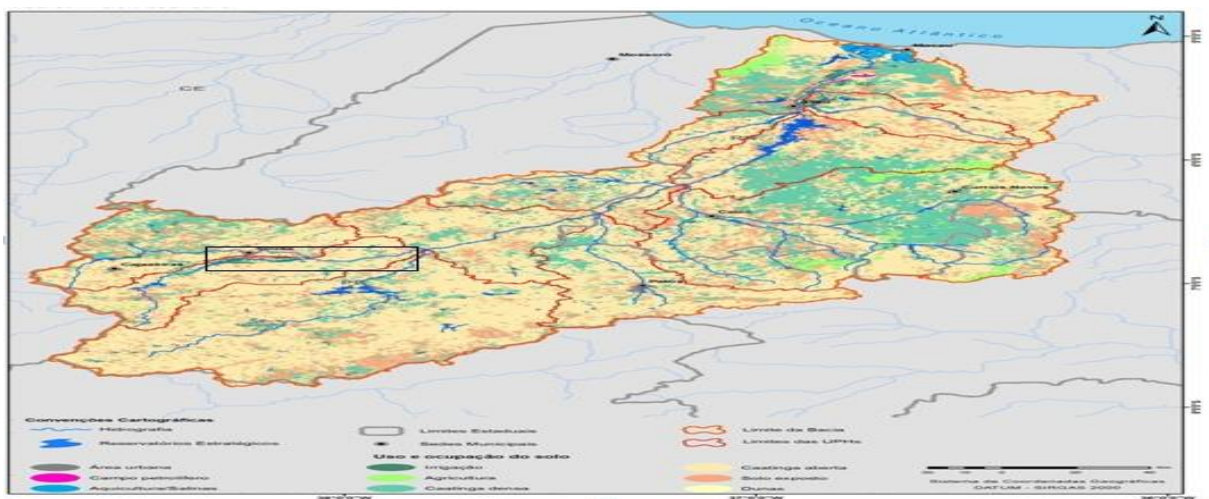
- **Ponto 4:** Sítio Várzeas Comprida dos Oliveiras, zona rural do município de Pombal – PB.

Latitude 6° 45' 24,528" sul e Longitude: 37° 50' 37,45" oeste

- **Ponto 5:** Ponte sobre o rio Piranhas, na BR 230, à 5 km do município de Pombal - PB
Latitude 6° 43' 33'' sul e Longitude: 37° 47' 50'' oeste.

A UPH (Unidade de Planejamento Hidrológico) do Alto Piranhas corresponde à área dominada pelo alto curso desse rio. Situa-se no extremo oeste do Estado da Paraíba e drena uma área de 2.562 km², correspondendo a 5,9% da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas, que segundo o (MDR) no mês de Fevereiro de 2022, a água do Ramal Norte da transposição desaguou no açude de São Gonçalo, perenizando o percurso do Rio Piranhas até a jusante com Rio Piancó, pós abertura das comportas do açude Engenheiro Ávidos no município de Cajazeiras – PB, onde a água da transposição do Rio São Francisco chegou pelo Ramal Norte, no mês de janeiro de 2022.

Figura 6. Uso e ocupação do solo na bacia do rio Piranhas - Açú



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA, 2012)

4.2. Aspectos Físicos Naturais

4.2.1. Clima

No tocante ao clima na região do Alto Piranhas, segundo a classificação climática de Köeppen é tipificado como do tipo Awig, caracterizado por ser um clima quente com chuvas de verão-outono, influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), apresentando temperatura média de 27°C, com variações entre 28,7°C em novembro e 24,9°C em junho (VIEIRA, 2011). Segundo Oliveira (2013), afirma que as chuvas decorrem com médias pluviométricas anuais de 800 mm para as sub-bacias dos rios, o que confere à bacia características dominantes de clima semiárido.

De acordo com o que está escrito no relatório PRH Piancó–Piranhas-Açu, afirma que a evaporação média é relativamente alta, o que compromete as reservas de água que acabam por ter perdas significativas e déficit hídrico. A média de evaporação Piché é de 2.338 mm/ano e a evapotranspiração, segundo o método de Hargreaves e Penman-Monteith, de ordem, respectivamente, de 1.620 mm/ano e 1.786 mm/ano. As maiores taxas ocorrem no período de agosto a janeiro. Temperaturas mínimas média variam de 20°C a 24°C, enquanto as temperaturas máximas média variam de 28°C a 33°C. A Umidade relativa do ar apresenta valores baixos, com uma média anual variando de 45% a 65% na Paraíba. Os maiores valores ocorrem em fevereiro (60%) e a menor em outubro (41%).

4.2.2. Solo

A região hidrográfica do Alto Piranhas encontra-se inserida em sua maior parte na unidade geomorfológica da Depressão Sertaneja, caracterizada por apresentar uma extensa planície baixa, de relevo predominante suave-ondulado, com elevações residuais disseminadas na paisagem. Os solos são rasos, pedregosos, de origem cristalina média a altas muito suscetíveis à erosão (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

Essa área pode apresentar também formas de relevo tabulares amplas e pouco aprofundadas, com relevos convexos e formas aguçadas (COSTA, 2008). A geologia da área citada de acordo com Farias (2004,p.15) “é constituída de comprimentos geológicos classificados como Formações de Quartzitos e Gnaisses de Proterozóico”. Contudo, trata-se de solos rasos e pedregosos, desfavoráveis à agricultura intensiva.

4.2.3. Vegetação

Na Região Hidrográfica do Alto Piranhas, a cobertura vegetal predominante é a caatinga hiperxerófila. Destacam-se as formações arbustivas arbóreas abertas com maior predominância, e a arbustiva arbórea fechada presente em alguns pontos na região hidrográfica do Alto Piranhas. Na parte sul desta área, nas proximidades de Monte Horebe nos pontos de altitude mais elevada, há ocorrência da caatinga hipoxerófila com porte arbóreo.

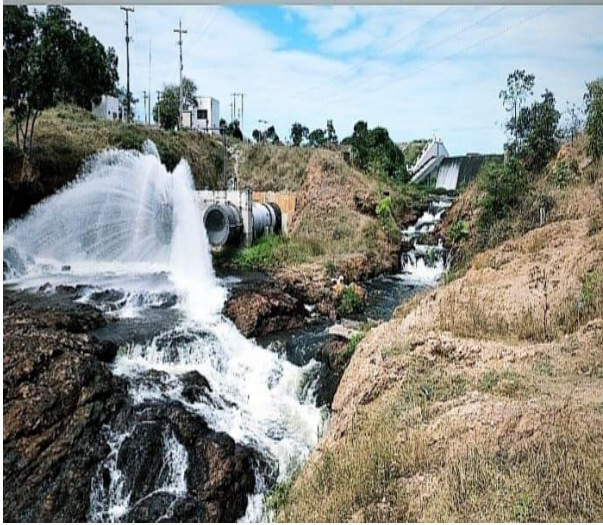
As espécies mais comuns são: Catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz), Jurema (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), Marmeleiro (*Crotonblanchetianus* Baill.), Mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), Pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), Pau-Ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz), Angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), nas margens dos rios é comum a ocorrência de Craibeira (*Tabebuia aurea*), (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore) (FEITOSA; FREITAS, 2004; COSTA, 2011).

4.3. Coletas das amostras d'água

As coletas de água se deram nos pontos georreferenciados e monitorados entre os períodos de Junho e Julho de 2022, após 4º e o 5º mês respectivamente, da chegada da água proveniente da Transposição do São Francisco, no percurso da sub-bacia do Piranhas, a montante do açude de São Gonçalo em Sousa até a jusante do rio Piancó em Pombal, no sertão paraibano.

As amostras de água foram coletadas na superfície, em garrafas pet de 2 litros, previamente higienizada com água e detergente neutro em seguida com água destilada, secando ao ar e posteriormente lavadas com a própria água as quais foram totalmente cheias, vedadas e etiquetadas com número de identificação do ponto coletado e georreferenciado, com a latitude, longitude, altitude e nome da região para posteriormente serem realizadas as análises físico-químicas.

Imagem 1. Ponto 1 - Açude de São Gonçalo, distrito de Sousa/PB



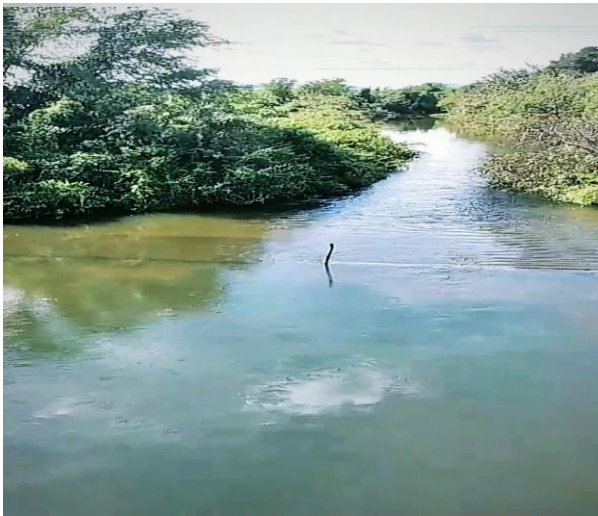
Fonte: De autoria própria, 2022.

Imagem 2. Ponto 2 – Sítio mãe D'água, Sousa/PB



Fonte: De autoria própria, 2022.

Imagem 3. Ponto 3 - Perímetro Irrigado Várzea de Sousa, Aparecida/PB



Fonte: De autoria própria, 2022.

Imagem 4. Ponto 4 – Rio Piancó, Pombal/PB



Fonte: De autoria própria, 2022.

4.4. Variáveis Analisadas

O monitoramento da qualidade de água produz grande quantidade de dados, sendo vários parâmetros medidos em cinco amostras, coletadas em diferentes locais e durante

campanhas de amostragem diferentes, cuja interpretação é complexa (Rossiter et al, 2021). No presente trabalho foram coletadas 5 amostras de água onde foram realizadas através do georreferenciamento a definição e distribuídas dos pontos no alto curso do rio Piranhas, os parâmetros analisados *in loco* foram pH, Condutividade elétrica (CE), Turbidez e Oxigênio dissolvido (OD).

Segundo Resolução nº 375/05 do CONAMA, “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.

Corpos de água segundo CONAMA nº 375/05 podem ser classificadas em treze classes, de qualidade como águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

4.4.3. Turbidez

Este parâmetro pode ser definido como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de material em suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (UNT) (APHA, 2005; BRASIL, 2005).

A turbidez indica o grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a superfície da água, sendo influenciado pelas partículas em suspensão existentes na água que, dependendo do grau de turbidez, vão desde suspensões grosseiras até os colóides (PIVELLI E KATO, 2006).

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Uma alta turbidez reduz a capacidade de fotossíntese da vegetação submersa, podendo influenciar a produtividade das comunidades aquáticas (GREGORIO,2019).

4.4.4. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água indica sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para a ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (BRASIL, 2006).

Enquanto as águas naturais têm condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Segundo Almeida (2010) o padrão de água para irrigação deve apresentar um intervalo de condutividade elétrica de 0-3 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (0 a 3.000 $\mu\text{S}\text{ cm}^{-1}$).

4.4.5. Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido (OD) é uma variável química importante para as condições ambientais, embora não seja um parâmetro utilizado na caracterização da qualidade de água para irrigação, a medição de concentração de oxigênio dissolvido detecta os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica (CETESB, 2009).

A determinação do (OD) proporciona informações sobre as reações bioquímicas se biológicas que ocorre na água, além de indicar a capacidade que o corpo d'água tem de promover a autodepuração. A concentração de oxigênio dissolvido sofre variação em função da temperatura, altitude e da aeração (Chaves, 2014).

Embora na prática, não seja um parâmetro utilizado na caracterização da qualidade de água para a irrigação, pode ser um indicativo da poluição, da concentração de sólidos dissolvidos e de matéria orgânica na água (LARCHER, 2000; MORAES, 2001; VON SPERLING, 2005).

4.4.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico tem como finalidade expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução, definindo o caráter ácido, básico ou neutro da água, sendo importante para a avaliação de sua qualidade, uma vez que pode alterar o sabor e acarretar problemas à vida aquática (BRASIL, 2006).

Valores abaixo de 7 indicam uma água ácida, já valores altos caracterizam águas alcalinas. Água com pH mais ácido pode ser ruim para a utilização industrial, provocando corrosão nas tubulações (SILVA *et al.*, 2011).

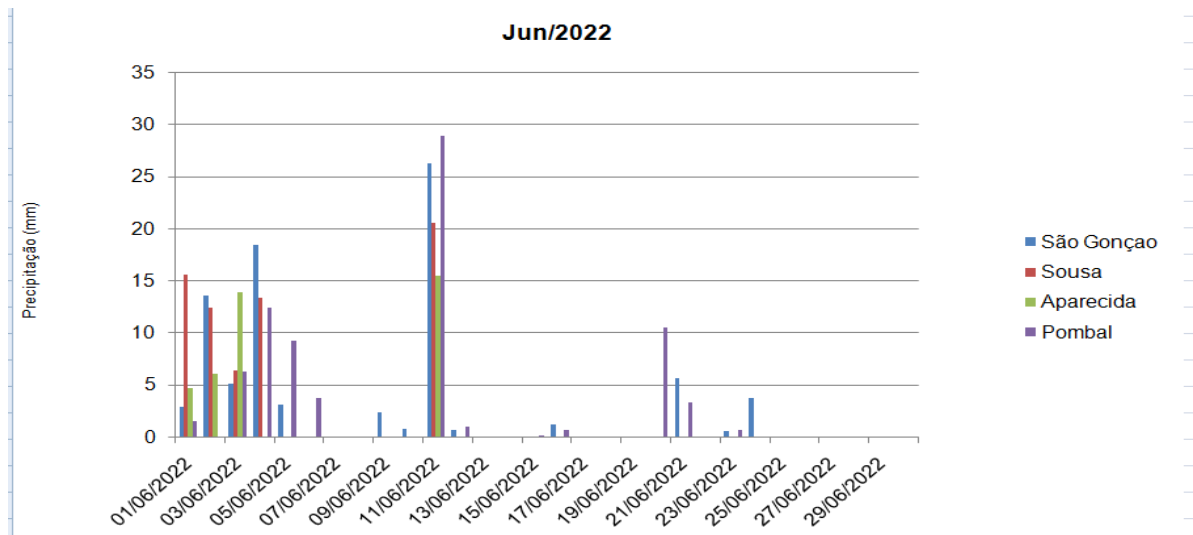
Geralmente, a alteração dos valores de pH da água está associada à presença de despejos industriais. Assim a alcalinidade pode ser entendida como a capacidade que tem a água de neutralizar o ácido, já a acidez neutraliza as bases (MAGNAN, 2010).

Almeida (2010) afirma que o valor do pH da água permitido para uso na irrigação agrícola deve estar entre 6 - 8,5.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

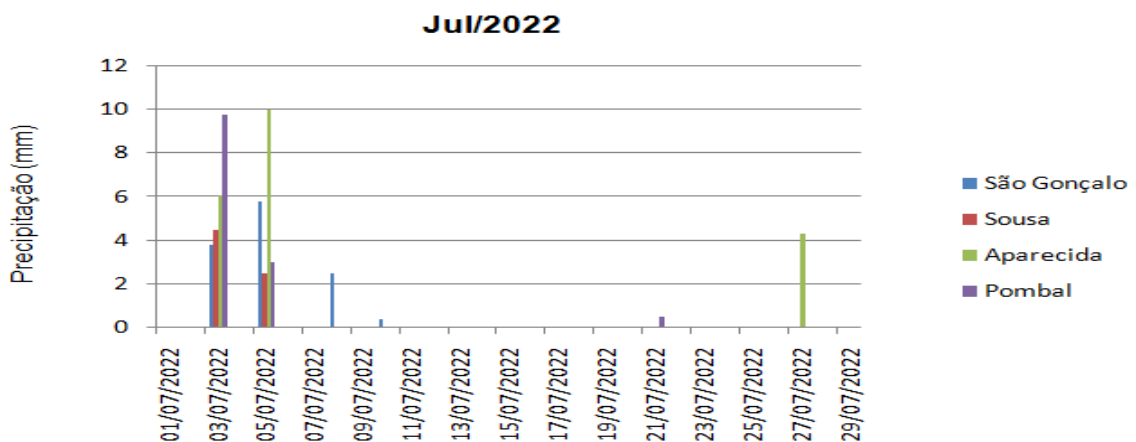
Resultados obtidos no intuito de atender aos objetivos traçados, iniciando pelo diagnóstico ambiental do trecho da sub-bacia do Alto Piranhas, seguido pela análise dos planos diretores vigentes na região, as análises qualitativas da água e incluindo a discussão comparativa com autores que realizaram trabalhos similares e alcançaram resultados que corroboram ou não com os encontrados para esta pesquisa.

Gráfico 1. Monitoramento das precipitações do mês de junho nos municípios no qual foram coletadas as amostras da água para as avaliações.



Fonte – AESA 2022.

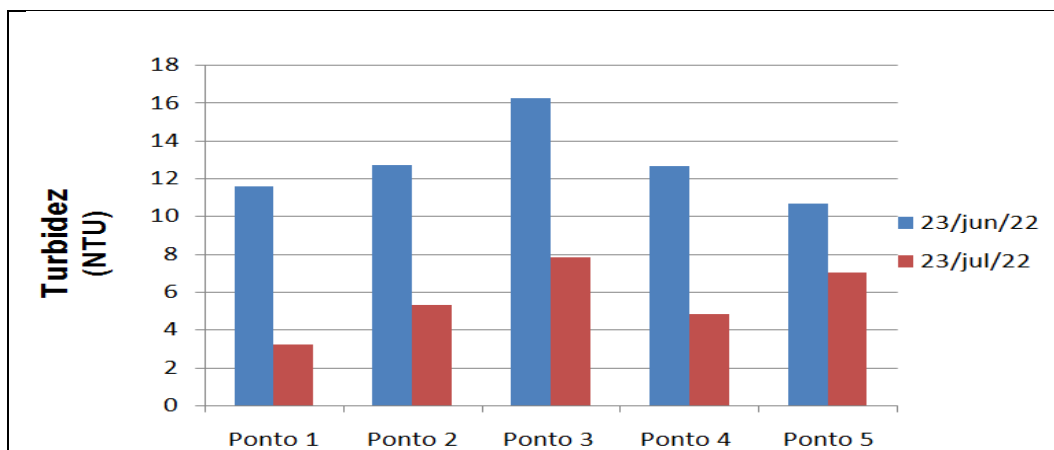
Gráfico 2. Monitoramento das precipitações do mês de julho nos municípios no qual foram coletadas as amostras da água para as avaliações



Fonte – AESA, (2022).

De acordo com os níveis de turbidez e dos índices necessários de potabilidade, verificou-se que os maiores valores de turbidez ocorreu no mês de Jun/22, obteve-se na análise valores entre 11,57 NTU a 16,21 NTU e observou-se uma redução na turbidez da água no mês de Jul/22 com valores 3,2 NTU a 7,8 NTU podendo ser observado na (Gráfico 3), esse fato pode ser explicado devido as amostras coletadas coincidirem com o período de chuvas, ao qual a água das chuvas provocaria um movimento de partículas sólidas do fundo do rio, além do arrasto de materiais grosseiros do leito do Rio. Sabendo que o valor permitido pelo CONAMA é 40 NTU, verifica-se que em ambas as amostras obtidas nessa pesquisa, os resultados estão dentro dos padrões determinados pelo CONAMA.

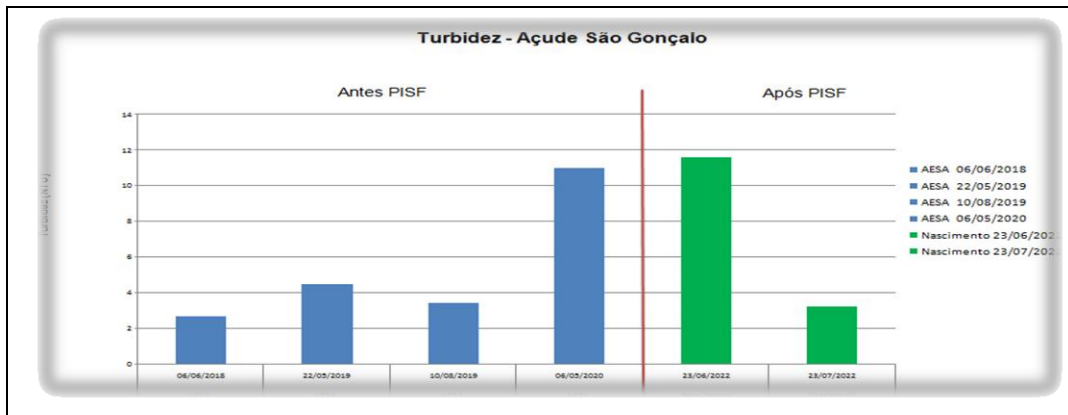
Gráfico 3. Turbidez das águas da sub-bacia do rio Piranhas. (Ponto 1) açude de São Gonçalo localizado em São Gonçalo/PB distrito do município de Sousa /PB, (Ponto 2) no sitio Mãe D'água zona rural do município de Sousa/PB, (Ponto 3) no Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa ponto localizado no município de Aparecida/PB, (Ponto 4) no sítio Várzea Comprida dos Oliveiras, zona rural do município de Pombal/PB e (Ponto 5) Rio Piranhas – Açú, Pombal/PB.



Fonte: Autoria própria (2022)

Os valores de turbidez no açude de São Gonçalo (Ponto 1) realizados na pesquisa apresentaram valores próximos comparado com o monitoramento realizado pela AESA entre os anos de 2018 a 2020. Podendo-se dar ênfase aos valores bem próximos e que também coincidiram ao período chuvoso, mai/2020 com análise realizada na pesquisa jun/2022 valores 11,0 NTU e 11,57 NTU respectivamente.

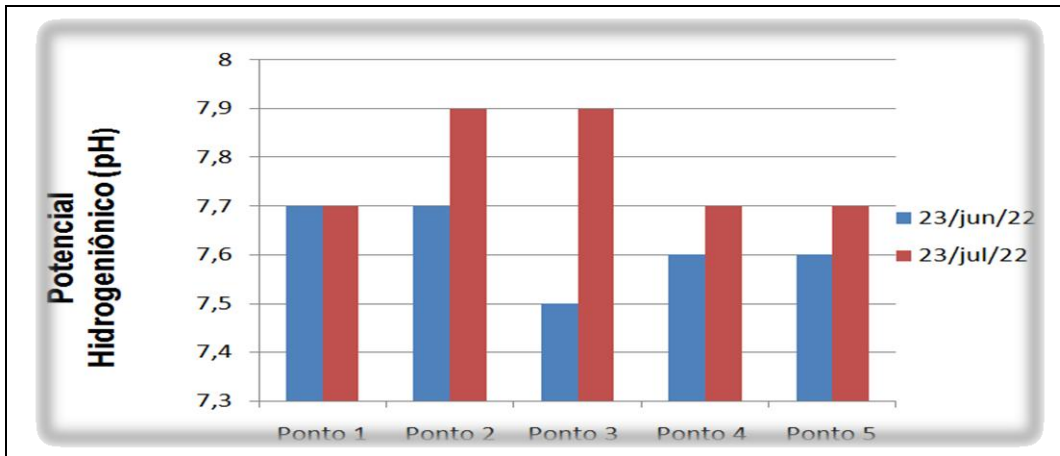
Gráfico 4. Turbidez da água do (Ponto 1) comparando com o monitoramento realizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) antes da chegada das águas do rio São Francisco



Fonte: Autoria própria autor (2022)

De acordo com a Gráfico 5, o pH nos 05 pontos de coleta se manteve básico tanto no meses de junho, quanto no mês de julho, o que não difere de estudo desenvolvido por Silva et al. (2013), que também visaram avaliar a qualidade e quantidade da água do rio Piancó, tributário do rio Piranhas-açu na região nordeste, que são bacias hidrográficas agrícolas, alcançaram valores de pH semelhantes. Este bom resultado pode ter sido devido ao uso e a ocupação do solo da bacia ser essencialmente agrícola, pois conforme dados da ANA (2022), o pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas, segundo a Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9, portanto o pH dos 05 pontos de coletas de águas se encontram em conformidade com esta Resolução e vale salientar que valores de pH alterados, ou seja, diferente dos valores permitidos podem elevar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, bem como os metais pesados.

Gráfico 5. pH das águas da sub-bacia do rio Piranhas. No ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4 e ponto 5.

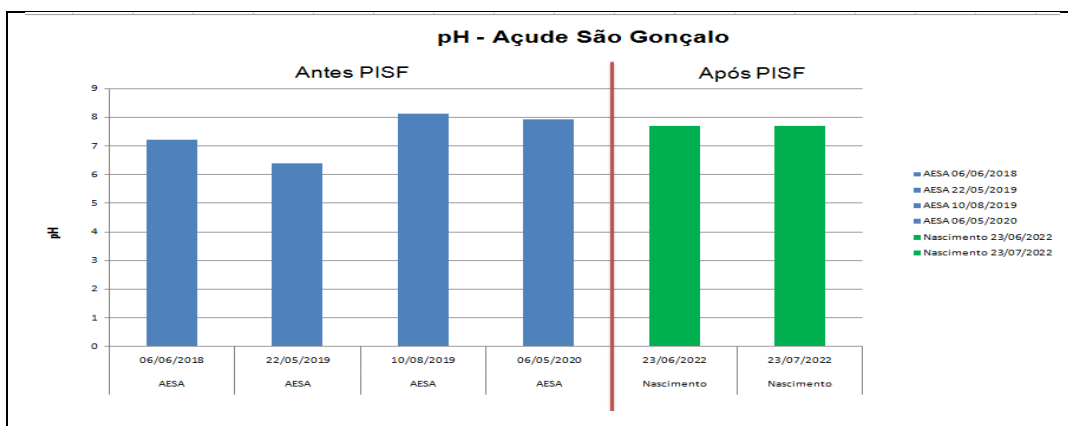


Fonte: Autoria própria (2022)

Dados de pH deste estudo corroboram também com o monitoramento da AESA no período de 2018 à 2020 o qual obteve menor valor de pH igual a 6,4 e maior valor igual a 8,12 e no açude São Gonçalo antes do Projeto de Integração do São Francisco (PISF), enquanto os valores de pH no período após a PISF foram próximos, obtendo valores 7,7, portanto, todas as pesquisas se encontram dentro dos valores permitidos de pH para a irrigação.

Queiroz et. al., (2013), em estudo semelhante afirma que o pH teve um comportamento inverso à vazão, ou seja, com o aumento da vazão o pH diminuiu. Resultado semelhante foram obtidos por Fritzens et al. (2003), onde concluíram que o pH do rio monitorado diminuiu com valores maiores de vazão e neste trabalho o comportamento do pH também foi o mesmo.

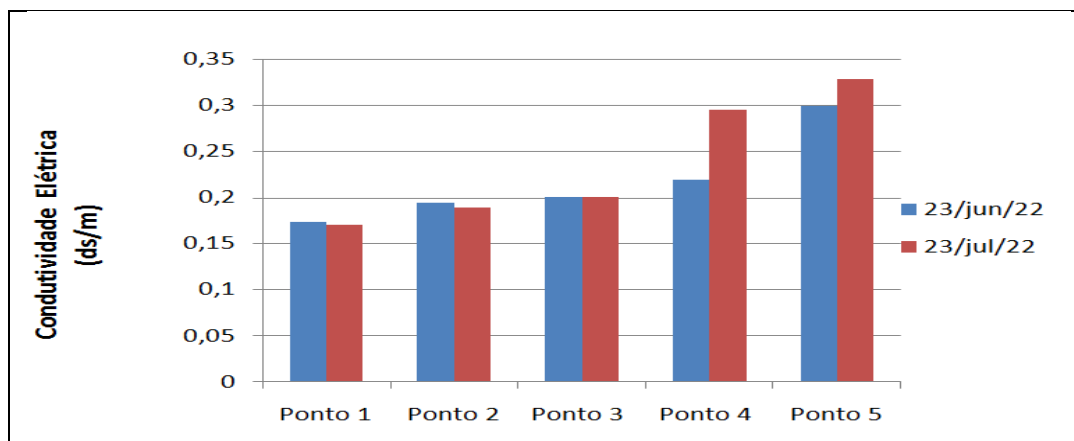
Gráfico 6. pH da água do (Ponto 1) comparando com o monitoramento realizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) antes da chegada das águas do Projeto de Integração do São Francisco (PISF)



Fonte: Autoria própria (2022)

A Condutividade Elétrica é o indicador de nível salino, logo os valores de Condutividade Elétrica do presente trabalho nos 5 pontos de coleta não há nenhum grau de restrição, ou seja, todos os parâmetros dos 5 pontos de coleta se encontram dentro dos padrões, de acordo com Ayres e Westcot (1999), portanto as águas coletadas nos pontos 1 (açude de São Gonçalo localizado em São Gonçalo – PB distrito do município de Sousa – PB, CE = 0,175 dS/m), 2 (sítio Mãe D’água zona rural do município de Sousa – PB, CE = 0,195 dS/m), 3 (perímetro Irrigado Várzeas de Sousa ponto localizado no município de Aparecida – PB, CE = 0,202 dS/m), 4 (sítio Várzea Comprida dos Oliveiras, CE = 0,220 dS/m) e 5 (Piranhas-Açu em Pombal/PB, CE = 0,329 dS/m) são de boa qualidade não só para irrigação, bem como, para consumo humano, já que o pH e a CE se encontram dentro dos parâmetros permissíveis do CONAMA (2005).

Gráfico 7. Condutividade Elétrica das águas da sub-bacia do rio Piranhas. No ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4 e ponto 5.

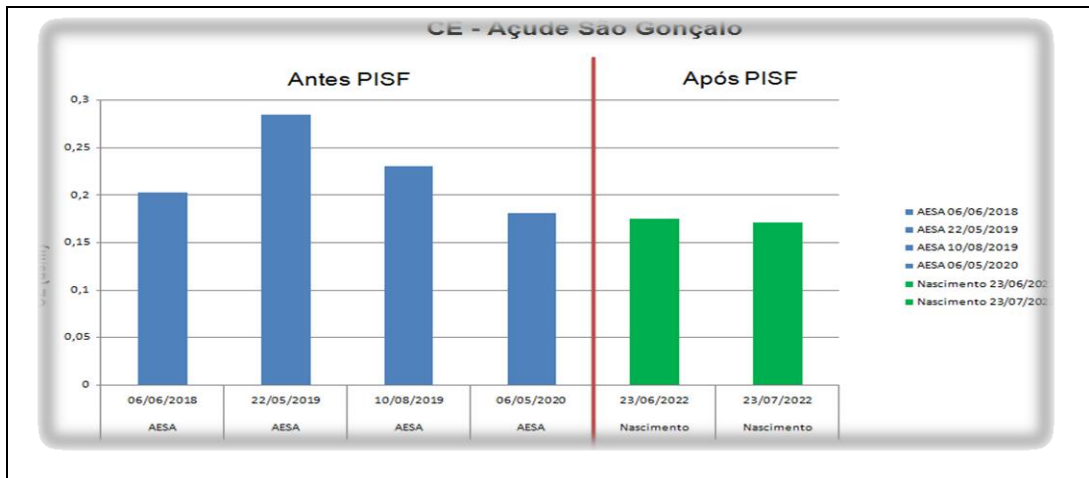


Fonte: Autoria própria (2022)

Queiroz et. al., (2013), em trabalho semelhante encontrou valores de condutividade elétrica, entre 0,200 e 0,292 dS/m, pouca variação, a Resolução CONAMA n° 357 não estabelece padrões relativos à condutividade elétrica de águas, porém, para a irrigação a mesma se apresenta como de salinidade moderada, enquanto que neste trabalho os valores de CE se encontram dentro dos parâmetros permissíveis do CONAMA (2005).

Os valores de CE encontrado no estudo (ponto 1) Açude de São Gonçalo da coleta corroboram com o estudo realizado pela AESA no mês de jun/2018, mai/2019 e mai/2020 que obtiveram valores respectivamente de CE 0,2021 dS/m, 0,2839 dS/m e 0,181 dS/m aproximadamente iguais ao da pesquisa jun/2022 e jul/2022, que foram 0,175 dS/m e 0,1713 dS/m respectivamente.

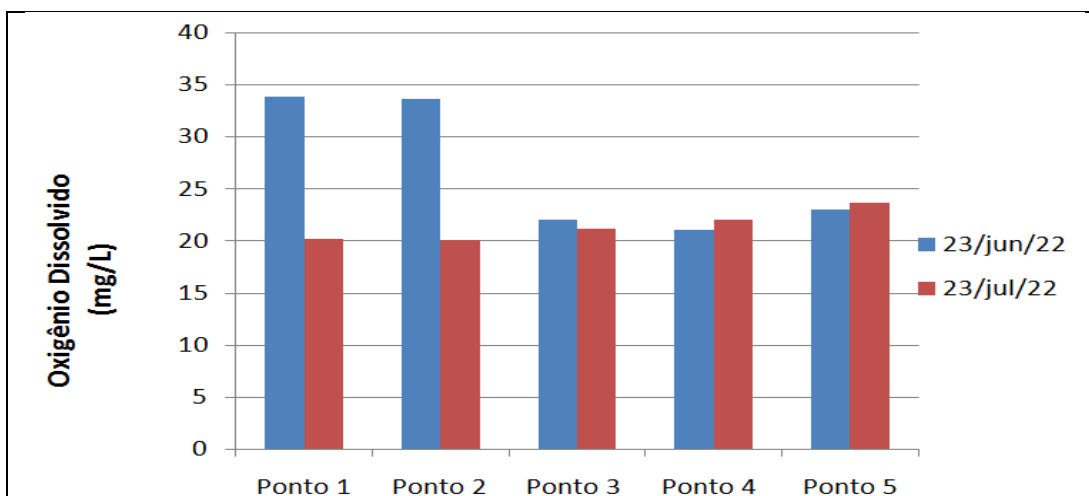
Gráfico 8. CE da água do (Ponto 1) comparando com o monitoramento realizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs) antes da chegada das águas do Projeto de Integração do São Francisco (PISF)



Fonte: Autoria própria (2022)

De acordo com a Gráfico 9, observa-se que o menor valor para o parâmetro Oxigênio Dissolvido foi de $20,1 \text{ mg/L}^{-1}$ no mês de julho e o maior valor para esse mesmo parâmetro foi de $33,6 \text{ mg L}^{-1}$ no mês de junho, como o limite estabelecido pelo CONAMA 357/05, que estipula um valor mínimo de 5 mg L^{-1} , para classe 2 e todos os valores para este parâmetro se encontram acima do valor permitido, então isso pode ter ocorrido devido as altas temperaturas nos 5 pontos de coleta que todos se encontram no sertão paraibano, portanto a temperatura influencia na solubilidade do oxigênio dissolvido em corpos d'água e, de acordo com Esteves (1998), quanto maior for a temperatura menor será a solubilidade do oxigênio.

Gráfico 9. Oxigênio Dissolvido (OD) das águas da sub-bacia do rio Piranhas. No ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4 e ponto 5.



Fonte: Autoria própria (2022)

6. CONCLUSÃO

- Em relação aos parâmetros analisados turbidez, mostrou valores próximos aos valores referentes aos anos de 2018 e 2020; o pH se manteve básico de 7,5 e 7.9 nos meses analisados, podendo estar entre 6 a 9 conforme a Resolução CONAMA 357; a CE não apresentou grau de restrição de acordo com Ayre e Westcot (1999), são de boa qualidade; e o Oxigênio dissolvido (OD) encontrados foram 20,1 mg L⁻¹ e 33,6 mg L⁻¹, sendo maiores que 5 mg L⁻¹, valor mínimo esse estabelecido pelo CONAMA 357/05. Esse valor pode está associado à alta temperatura nos pontos coletados, de acordo com Estevam (1998), que quanto maior a temperatura menor será a solubilidade de oxigênio.
- A Sub-bacia Piranhas tem uma elevada importância para a região da Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu, pois é a fonte de abastecimento potável de muitas cidades e de irrigação para pequenos e médios produtores rurais, tanto do Perímetro Irrigado de São Gonçalo quanto o Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa. Observou-se que, a qualidade da água se encontra dentro dos parâmetros analisado e determinados pela Resolução do CONAMA no 357/2005, ou seja, a água é de boa qualidade não só para irrigação, bem como, para consumo humano.
- Em relação ao recurso hídrico para irrigação nas várzeas de Sousa e São Gonçalo, observou-se que, o cenário sem transposição do Rio São Francisco, eram de baixa confiabilidade no período de estiagem no sertão paraibano. Isso ocorreu devido às simulações de cenários de seca cada vez maior sem transposição, a primeira prioridade de atendimento é o abastecimento humano, em seguida os volumes meta dos reservatórios e irrigação e, por fim, a vazão regularizável no reservatório de São Gonçalo, Sousa/PB.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

ANA. Agência Nacional de águas. Utilizações da Água. 2. Ed. Brasília: ANA, 2007. (Caderno de Recursos Hídricos).

ANDREOLI, C.V. Influência da Agricultura na Qualidade da Água. Curitiba. OPS. 15 p, 1993.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21st ed. Washington, 2005.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade de água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (FAO. Estudo de Irrigação e Drenagem, 29).

BARACUHY, M. P., Local da implantação do Projeto piloto. 2017

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano nacional para o controle integrado das DCNT - promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência**. Brasília, 2006.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CARVALHO, L. L. S.; LACERDA, C. F.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; VALNIR JÚNIOR, M.; CARVALHO, C. M. Variabilidade espacial e temporal da qualidade da água de poços no perímetro irrigado do Baixo Acaraú - CE. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.11, n.2, p.1348-1357, 2017a. DOI: 10.7127/rbai.v11n200623

CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/125-variaveis-dequalidade-das-aguas-e-dos-sedimentos>>. Acesso em: 18 jan. 2013.

Chaves, Alan Dél Carlos Gomes. Caracterização da águas usadas na irrigação de hortaliças em comunidades rurais de Pomba/PB/ Alan Dél Carlos Gomes Chaves Pombal, 2014. 74fls.

DNOCS. **Relatório do DNOCS**. João Pessoa, Paraíba, 1996.

FAO. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW): managing systems at risk. Rome: FAO; London: Earthcan, 2011. 285 p. Disponível em: [HTTP://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf](http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf).

FAO. Food and Agricultural Organization. Unlocking the water potential for agriculture: Rome, Italy, 2003. 62 p.

FREITAS, Kátia Gonçalves de. Agricultura Irrigada e (DES) construção de Territórios – Ocaso de São Gonçalo, Sousa/PB. Dissertação de Mestrado. UFPB, Campina Grande, 1999. HOWELL T.A., Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. Agron J. v. 93, p. 281–289, 2001.

FEITOSA, A, A. F. M. A.; FREITAS, M. I. A. **Estudos ecológicos, socioambientais e culturais da sub-bacia do rio Piranhas, sertão paraibano.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Campina Grande. Anais. 2004.

GREGORIO, M. A. **Caracterização das águas dos escoamentos pluviais, por meio do modelo analítico probabilístico e da avaliação do índice de qualidade da água (IQA-AP): estudo de caso do Ribeirão das Anhumas- Campinas- SP.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. 2019.

IBGE, 2010. CENSO DEMOGRÁFICO – 2000, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** Tradução de C. H. B. A. Prado e A. C. Franco. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, dispõe sobre a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 01 jul. 2022.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Ed. Átomo–Campinas – SP. 2005.

LIMA, J. E. F. W. Recurso hídrico no Brasil e no mundo; Planaltina: Embrapa Cerrado 2001b. 46 p.

LOMBA, A.; STROHBACH, M.; JERRENTROP, J. S.; DAURBER, J.; KLIMEK, S.; McCracken, D. I. Making the best of both worlds: Can high-resolution agricultural administrative data support the assessment of High Nature Value farmlands across Europe? Ecological Indicators, v.72, p.118-130, 2017. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.08.008

MAGNAN, R. B. Análise da viabilidade técnica e financeira da substituição do coagulante cloreto férrico por policloreto de alumínio durante o processo físico-químico no tratamento de

efluente de abatedouro avícola. 2010. 54 p. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)– Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010.**

MARENGO, J. A.. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. *Parcerias estratégicas*, v.13, n.27, p.149-176, 2010.

Ministério da Integração Nacional. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/relatorio-de-impacto-ambiental-rima>> Acesso em 20 de junho 2022

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

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Rev. Saúde Pública*, v. 36, n.3, p. 370-374, 2002.

MORAES, A. J. **Manual para avaliação da qualidade da água**. São Carlos: Rima, 2001. 43p.

NASCIMENTO, Deisy. Baixo São Francisco contará com programa de monitoramento de qualidade da água. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**, vídeo conferência, 2021. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/baixo-sao-francisco-contara-com-programa-de-monitoramento-de-qualidade-da-agua/>. Acesso em: 4 jul. 2022.

OLIVEIRA, M. A. de. **Governança na gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica Piranhas-Açu: uma investigação jurídica, institucional e ambiental**, Campina Grande, 2013. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, 2013.

PHILIPPI JÚNIOR, A. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura indústria, município e recarga de aquíferos. In: Mancuso, C.S.A; Santos, H.F. (editores) *Reuso de água*. Barueri, SP: Manole, 2003,37-95p.

PIVELI, R. P., & KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. Editora ABES. São Paulo, 2006.

RELATÓRIO TÉCNICO. **PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU**: Anexos Digitais do Resumo Executivo do PRH Piancó-Piranhas-Açu. Brasília-DF. 2016. Disponível em: http://piranhasacu.ana.gov.br/produtos/PRH_PiancoPiranhasAcu_RelatorioTecnicoAnexosDigitais.pdf. Acesso em: 24 jul. 2022.

Resende, Álvaro Vilela de, Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato / Alvaro vilela de Resende. – Planaltin: Embrapa Cerrado 2002. 29 p. – (Documentos / Embrapa Cerrado, ISSN 1517-5111: n.57)

Rossiter, K. W. L., Marques, E. A. T., Sobral, M. C. M., & Vasconcelos, I. E. (2021). Transposição do Rio São Francisco: avaliação da influência do Rio Pajeú na qualidade da água da captação do eixo leste. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 18, e25. <https://doi.org/10.21168/rega.v18e25>

SANTI, G. M.; FURTADO, C. M.; MENEZES, R. S.; KEPPELER, E. C. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. *Ecología Aplicada*, v.11, n.1, p.23-31, 2012.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; DE JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.13, n.3, p.329-338, 2008.

SILVA, I.N.S *et al.* Qualidade De Água Na Irrigação. **ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**, v.07, n 03 julho/setembro, p. 01 – 15, 2011.

SINGH, A. Environmental problems of salinization and poor drainage in irrigated areas: management through the mathematical models. *Journal of Cleaner Production*, v.206, p.572-579. 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.09.211

SOUSA, C. A. *et al.* AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO TUCUTU DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO . **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, Florianópolis-SC, v. 01, n. 01, p. 1-2, jul./2017. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/60/PAP022129.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

RELATÓRIO TÉCNICO. PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU: Anexos Digitais do Resumo Executivo do PRH Piancó-Piranhas-Açu. Brasília-DF, 2016. Disponível em: http://piranhasacu.ana.gov.br/produtos/PRH_PiancoPiranhasAcu_RelatorioTecnicoAnexosDigitais.pdf. Acesso em: 24 jul. 2022.

TUNDISI, F. G. Recursos hídricos: o futuro dos recursos. *Multiciência*, v.1, out., 2003. VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. Ecorregiões propostas para o bioma caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste (APNE); Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002.

VIEIRA, A. S. **Modelo de simulação quali-quantitativo multiobjetivo para o planejamento integrado dos sistemas de recursos hídricos.** Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

XIE, Y. L.; XIA, D. X.; JI, L.; HUANG, G. H. An inexact stochastic-fuzzy optimization model for agricultural water allocation and land resources utilization management under considering effective rainfall. *Ecological Indications*, v.92, p301-311, 2018. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.09.026