



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFERSA

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO - PROGRAD

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS - CMC

CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

FÁBIA EMANUELA COSTA CARDOSO

**USO DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISES DE QUALIDADE DA
ÁGUA DO AÇUDE DO SÍTIO MILAGRES EM CAMPO GRANDE/RN**

CARAÚBAS/RN

2022

FABIA EMANUELA COSTA CARDOSO

**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISES DE QUALIDADE DA
ÁGUA DO AÇUDE DO SÍTIO MILAGRES EM CAMPO GRANDE/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Campus Caraúbas, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Neves Bedoya.

CARAÚBAS/RN

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C268u Cardoso, Fábila Emanuela Costa .
Uso De Sensoriamento Remoto Para Análises De
Água Do Açude Do Sítio Milagres Em Campo Grande/RN
/ Fábila Emanuela Costa Cardoso. - 2022.
37 f. : il.

Orientador: Ricardo Neves Bedoya.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Recursos hídricos. 2. Qualidade . 3.
Proriedades. I. Bedoya, Ricardo Neves , orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FÁBIA EMANUELA COSTA CARDOSO

**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISES DE QUALIDADE
DA ÁGUA E DO SOLO DO AÇUDE DO SÍTIO MILAGRES EM CAMPO
GRANDE/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia

Defendida em: 22/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

RICARDO NEVES BEDOYA

Assinado de forma digital por RICARDO

NEVES BEDOYA:

Dados: 2022.11.27 21:36:19 -03'00'

Prof. Dr. Ricardo Neves Bedoya - UFERSA CARAÚBAS
Presidente

EDNA LUCIA
DA ROCHA
LINHARES:

Digitally signed by EDNA LUCIA DA
ROCHA LINHARES:
DN: cn=EDNA LUCIA DA ROCHA
LINHARES,
ou=UFERSA - Universidade Federal
Rural Do Semi-Árido, c=BR
Reason: I am the author of this
document.
Location: UFERSA
Date: 2022.11.29 14:37:37
Foxit Reader Version: 10.0.0

Prof. Dra. Edna Lucia da Rocha Linhares - UFERSA CARAÚBAS
Primeiro Membro Examinador

ANTONIO VITOR

MACHADO:

Assinado de forma digital por ANTONIO

VITOR MACHADO:

Dados: 2022.11.29 15:43:07 -03'00'

Prof. Dr. Antônio Vitor Machado - UFERSA CARAÚBAS
Segundo Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pois sabemos que Ele está presente em nossas vidas em todos os momentos.

Ao meu pai Otaciano e minha mãe Rosa, que são meus pontos de suporte, força e coragem, e por acreditarem que a conquista desse sonho seria possível. Ao meu avô Otacílio, e meu tio Osmar, que não estão mais presentes aqui na terra, mais sempre acreditaram em mim e por todo apoio e palavra de conforto que me deram enquanto estavam comigo.

Aos familiares e amigos por todo incentivo ao longo dessa caminhada, e também ao meu namorado Éricson por estar comigo em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Neves Bedoya pelo apoio e incentivo a minha pesquisa e pela oportunidade de poder desfrutar um pouco de seus conhecimentos.

Não poderia esquecer de agradecer a todos os Professores que se fizeram presentes em todo esse percurso e que foram essenciais para que eu chegasse até aqui, a vocês minha eterna gratidão. Finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão dessa pesquisa e em meu trajeto nesse curso.

RESUMO

A utilização da técnica de sensoriamento remoto foi de fundamental importância para confecção de mapas, com auxílio do Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que possibilitou identificar e revelar dados referenciais importantes, ao estudo limnológico dos recursos hídricos, que é alvo deste estudo. Sendo assim, este trabalho objetivou estudar, analisar e compreender os principais parâmetros de controle de qualidade da água e o seu bom uso, relacionando os dados obtidos em laboratório com o auxílio dos mapas levantados por esta técnica. Foi feita uma pesquisa bibliográfica, sobre a importância da água, bem como as aplicações das tecnologias SIG. A partir da análise das referências, foi feito os mapas da área de interesse desse estudo e a execução do processo de coleta das amostras da água e do solo do entorno do açude Milagres. Os resultados das análises da água e do solo foram bastante reveladores. Após a caracterização da área, foi feito o mapeamento da bacia hidrográfica a montante do açude, identificando sua rede de drenagem. Alguns parâmetros da água e do solo foram correlacionados. Onde se pode verificar que, a água do açude tem dados que revelam salinidade e índice RAS (Razão de Adsorção de Sódio) com valores baixos. O solo no entorno, apresentou pH levemente alto e indica a necessidade de um controle de correção e cuidados. Observando o Açude como todo, notou-se boa claridade pelo índice de turbidez e profundidade Secchi, mas com alguma concentração de plantas aquáticas como os aguapés, e os animais criados soltos no entorno, foram os principais causadores do leve aumento dos coliformes termotolerantes. Portanto, a qualidade da água do açude milagres foi classificada como boa, para irrigação e dessedentação animal.

Palavras-chaves: Recursos hídricos, qualidade, propriedades.

ABSTRACT

The use of the remote sensing technique was of fundamental importance for making maps, with the aid of Geographic Information Systems (GIS), which made it possible to identify and reveal important reference data for the limnological study of water resources, which is the subject of this study. Therefore, this work aimed to study, analyze and understand the main parameters of water quality control and its good use, relating the data obtained in the laboratory with the help of the maps raised by this technique. A bibliographical research was done, on the importance of water, as well as the applications of GIS technologies. Based on the analysis of the references, maps of the area of interest for this study were made and the process of collecting water and soil samples around the Milagres dam was carried out. The results of the water and soil analyzes were quite revealing. After characterizing the area, the watershed upstream of the dam was mapped, identifying its drainage network. Some water and soil parameters were correlated. Where it can be seen that the water from the dam has data that reveal salinity and RAS index (Sodium Adsorption Ratio) with low values. The surrounding soil has a slightly high pH and indicates the need for correction and care control. Observing the dam as a whole, good clarity was noted by the turbidity index and Secchi depth, but with some concentration of aquatic plants such as water hyacinth, and animals raised loose in the surroundings, were the main causes of the slight increase in thermotolerant coliforms. Therefore, the water quality of the Milagres dam was classified as good for irrigation and animal watering.

Keywords: water resources, application, properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Uso da água no município de Campo Grande.....	15
Figura 02: Mapa do açude Milagres.....	16
Figura 03: Diagrama pluviométrico da região do Açude Milagres, Campo Grande/RN.....	17
Figura 04: Mapa da área detalhando as posições de monitoramento da água e do solo.....	18
Figura 05: Amostra do Solo.....	19
Figura 06: Marcação dos pontos de monitoramento do solo no, ajustados por coordenadas geográficas em graus decimais (GPS).....	21
Figura 07: Canoa usada na coleta das amostras de água e medição da profundidade do disco de Secchi nos dias 13/08 e 18/09.....	21
Figura 08: Pontos de monitoramento de águas do açude Milagres na coleta 1 em 13/08/2022.....	22
Figura 09: Pontos de monitoramento de águas do açude Milagres na coleta 2 em 18/09/2022.....	23
Figura 10: Diagrama triangular textural de análise de solo.	32
Figura 11: Mapa da bacia hidrográfica do açude Milagres com as redes de drenagem determinadas.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Classificação das Águas do Município de Campo Grande.....	15
Tabela 02: Coleta de dados Pluviométricos.....	17
Tabela 03: Dados planejados para as coletas do solo 1.....	20
Tabela 04: Resultados do disco de Secchi e do GPS NoteCAM.....	29
Tabela 05: Resultados das análises química de águas para fins de irrigação, coletados em 18/09, realizado no Laboratório de Águas, Departamento de Ciências Agronômica e Florestais, UFRSA, – campus Mossoró.....	29
Tabela 06: Resultados analíticos das propriedades físico-química e microbiológica dos pontos de monitoramento das águas da coleta 1 em 13/08, realizado no Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes do Departamento de Ciências Naturais do IFRN – campus Natal.....	30
Tabela 07: Resultados analíticos das propriedades físico-química e microbiológica dos pontos de monitoramento das águas da coleta 2 em 18/09, realizado no Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes do Departamento de Ciências Naturais do IFRN – campus Natal.....	30
Tabela 08: Análise química do solo realizado por Fluorescência de Raios X pelo LabPeMol do Departamento de Química da UFRN.....	31
Tabela 09: Análises químicas do solo para fins de avaliação da fertilidade do solo realizado pelo laboratório de solos, do Departamento de Ciências Agronômica e Florestais, UFRSA, campus Mossoró.....	31
Tabela 10: Análise granulométrica do solo da coleta 2 em 18/09.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	11
3 REVISÃO TEÓRICA.....	12
3.1 LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DO ESTUDO.....	12
3.2 ASPECTO GEOLÓGICO DA REGIÃO.....	13
3.3 AS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO.....	14
3.4 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS.....	14
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6 CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1- INTRODUÇÃO

A água é a substância mais abundante no planeta, embora disponível em diferentes quantidades e em diferentes lugares. Possui papel fundamental no ambiente e na vida humana, e nada pode substituí-la, pois, sem ela, a vida não pode existir (ARAÚJO, 2008). Com o crescimento populacional e a exploração desenfreada deste recurso vital, veem acarretando várias mudanças no meio ambiente, fazendo com que em algumas regiões tenham escassez de água e outras são agravadas com fortes enchentes.

Nos últimos anos, tem sido cada vez maior a degradação dos ecossistemas de águas interiores, com base em despejos de vários tipos de resíduos, por efeitos do desmatamento da bacia hidrográfica e por poluição do ar e posterior chuva ácida. Portanto, a contenção desses processos de deterioração e a correção e prevenção das alterações nas águas interiores só podem ser feitas se uma sólida base de conhecimentos científicos existir (TUNDISI, 1999) e (ARAÚJO, 2008).

O estudo da qualidade da água em corpos d'água é de fundamental importância para determinar a saúde do meio ambiente e, conseqüentemente, a saúde pública. No semiárido brasileiro, tais estudos desempenham um papel crucial na garantia do desenvolvimento econômico e social, uma vez que nesta região a água é um recurso limitante devido à sua escassez e intermitência em quase toda a área hidrográfica. Por isso, é fundamental monitorar a qualidade da água, a fim de evitar que os escassos mananciais desta região se tornem inutilizáveis (DUARTE, 2021).

A qualidade da água pode ser medida usando variáveis físicas, químicas e biológicas. Essas variáveis estão constantemente sujeitas à interferência natural do próprio ecossistema, e à interferência antrópica causada pelas atividades de uso e ocupação do solo. No Nordeste do Brasil, as principais mudanças no uso e ocupação do solo têm sido pela agricultura e pecuária, que, quando de forma inadequada, geram perda de biodiversidade e queda na fertilidade do solo, além de intensificar os processos de erosão. Além disso, os padrões de uso e ocupação do solo modificam os cursos d'água e afetam a qualidade do meio ambiente, bem como a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas, mesmo no longo prazo (DUARTE, 2021).

Nos ecossistemas aquáticos, a saúde do ambiente pode ser inferida com base na caracterização de sua estrutura (elementos biológicos e sua interação com variáveis químicas) e função (processos fundamentais para a manutenção da biodiversidade, como a produção,

consumo e decomposição de matéria orgânica). Assim, vários estudos têm utilizado o sensoriamento remoto para quantificar os efeitos que diferentes usos do solo e mudanças temporais na estrutura da paisagem têm causado à saúde dos corpos d'água (DUARTE, 2021).

Sensoriamento remoto aliado à medição de variáveis físicas, químicas e biológicas é uma ferramenta para melhorar a gestão dos recursos hídricos (DUARTE, 2021), (LOPES, 2014).

No semiárido brasileiro, as mudanças na qualidade da água de reservatórios artificiais de superfície frente a impactos antrópicos têm sido estudadas com auxílio de sensoriamento remoto (DUARTE, 2021), (CHAVES, 2019).

Este trabalho tem como meta avaliar a dinâmica dos processos físicos, químicos, biológicos e geológicos como variáveis que influenciam na qualidade das águas do rio intermitente a montante do açude Milagres, e da água acumulada na barragem do açude Milagres, que se enquadra como um reservatório de superfície artificial na região semiárida, e verificar quais os fatores causam a degradação da água armazenada no período máximo da seca. Serão verificados o tipo de manejo do solo pelo povoado agrícola, que residem no entorno do açude, o modo de pecuária no entorno e o tipo de agricultura de várzea empregada, o tipo de fossas das casas nas proximidades do açude Milagres. Será feito um levantamento da rede de drenagem da bacia hidrográfica por sensoriamento remoto e serão identificados alguns pontos de coleta de amostras da água e do solo para posterior análise.

2. OBJETIVOS

✓ OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade da água do açude dos milagres para o consumo na agricultura familiar e dessedentação de animais domésticos.

✓ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorar os atributos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos da água;
- Estabelecer um Índice de Qualidade de Água do Açude do Sítio Milagres;
- Apresentar melhor aplicação de aprimoramento do uso da água no cultivo de plantação e na criação de suínos, caprinos e bovinos.

3. REVISÃO TEÓRICA

A busca pelos recursos naturais vem aumentando em todos os dias, principalmente pelos recursos hídricos, os fatores que tem contribuído para isso é o aumento da densidade demográfica e o desenvolvimento econômico (COSTA, 2016).

A construção de reservatórios hidrológicos têm sido uma das alternativas para armazenar água provinda das precipitações, essas por sua vez, variando de local para a local. O método de armazenamento de água nesses açudes vem sendo feitos há anos e constantemente são aprimorados para destinar ao uso humano e animal, bem como na irrigação das lavouras. Dessa forma, o meio ambiente no entorno desses açudes, vem sofrendo alterações com o desenvolvimento da agricultura, no abastecimento público da água nos lugarejos e cidades, no uso como bebedouro de animais e aplicação nas indústrias, vem aumentando o uso dessa água (TUNDISI, 2008), (COSTA, 2016).

O semiárido nordestino brasileiro contém o polígono das secas, onde apresenta um nível de precipitação pluviométrica baixa, com características por chuvas irregulares, espaçadas e periódicas, concentrando na maioria das vezes no primeiro semestre a cada ano. Necessitando assim, maior amparo de órgãos governamentais e de subsídios para implantação de uma gestão visando à racionalização do uso de suas águas com base nessa realidade (COSTA, 2016), (BELTRÃO, 2005).

Esse quadro de escassez poderia ser modificado em determinadas regiões, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz substancialmente as possibilidades de seu manejo, inviabilizando uma gestão eficiente. Além disso, as decisões sobre a implementação de ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, caracterização e disponibilidade das fontes de água superficiais e subterrâneas (BELTRÃO, 2005).

3.1 LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DO ESTUDO

Criado pela lei nº 114 de 14/09/1858, o município de Augusto Severo, hoje Campo Grande, foi desmembrado do município de Assú, pertence à microrregião denominada de “Médio Oeste” (IBGE), e está enquadrado nas Serras Centrais, segundo o planejamento de zonas homogêneas do Estado. (IDEC – 1997). O município possui um clima do tipo tropical chuvoso, com verão seco adiantando-se para o outono, precipitação pluviométrica anual de

577,7 mm, período chuvoso de fevereiro a junho, temperatura média anual em torno de 28,1°C e umidade relativa média anual de 70%.

Limitando-se com os municípios de Upanema, Jucurutu, Triunfo Potiguar, Paraú, Messias Targino, Janduís e Caraúbas e com o Estado da Paraíba, abrangendo uma área de 852 km², inseridos nas folhas Augusto Severo (SB.24-X-D-IV) e Caicó (SB.24-Z-B-I) na escala 1:100.000, editadas pela SUDENE. A sede do município tem uma altitude média de 96m e coordenadas 05°51'50,4" de latitude sul e 37°18'36,0" de longitude oeste, distando da capital cerca de 264 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através das rodovias pavimentadas BR-304 e RN-233 (BELTRÃO, 2005).

Quanto à formação vegetal, o município possui Caatinga Hiperxerófila vegetação de caráter mais seco com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixas e espalhadas, exemplos: jurema preta, mufumbo, facheiro, faveleiro, xique-xique e marmeleiro, Carnaubal – vegetação natural onde a espécie predominante é a palmeira, a carnaúba. Os carnaubais são espaçados e iluminados. O solo predominante é: Bruno não Cálcico Vértico. O município possui de 200 a 400 metros de altitude. (Fonte: IDEMA - 1999).

3.2 ASPECTO GEOLÓGICO DA REGIÃO

Geologicamente inserido na Província Borborema, o município de Campo Grande, está constituído por litótipos do Complexo Caicó, granitóides das suítes Poço da Cruz e Itaporanga, rochas da Formação Jucurutu, pertencente ao Grupo Seridó, granitóides diversos de quimismo indiscriminado (NP3g3i e NP3g4i), além de sedimentos das formações Açu e Serra dos Martins, como pode ser observado na Figura 4. O Complexo Caicó está representado na região por ortognaisses dioríticos a graníticos, com restos de supracrustais (PP2gcai). A Suíte Poço da Cruz (PP3gpc), está representada por augen-gnaisses graníticos e leuco-ortognaisses quartzo monzoníticos a graníticos.

A Formação Jucurutu (NP3sju) inclui gnaisses, mármore e calcissilicáticas. A suíte calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga (NP3g2cm), está constituída por granitos e granodioritos, associados a dioritos. A Formação Açu (Ka), está constituída por arenitos variegados, folhelhos e argilitos relacionados a leques aluviais e sistemas fluviais. A Formação Serra dos Martins (Esm), que constitui a Serra de Santana, feição geomorfológica de destaque no norte do município, está representada por arenitos médios a conglomeráticos, com raras intercalações de pelitos.

3.3 AS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO

O município possui 84,46 % de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró e 15,54 % nos domínios da bacia hidrográfica Piranhas-Assú. O município é banhado pela Sub-Bacia do Rio Upanema, que o atravessa de W a NE.

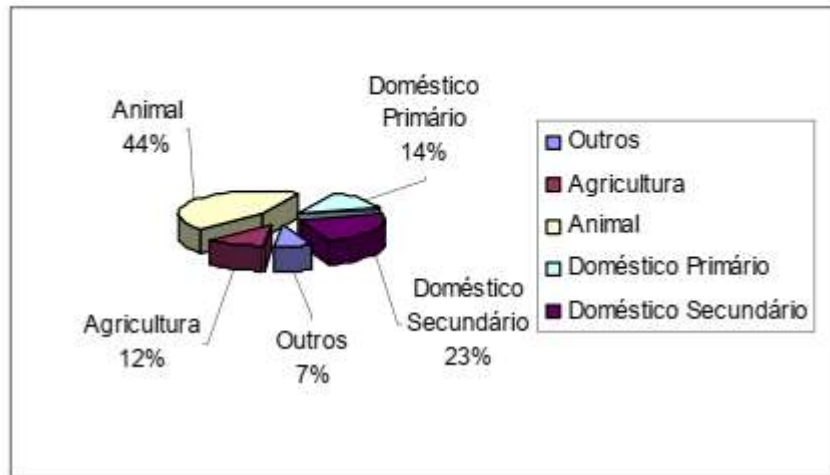
Seus principais tributários são, a N, os riachos: Salgado, dos Pombos, Tabuleiro Limpo, Perdição e do Silva; na porção central, o Córrego Poço de Oiticica, os riachos: da Cachoeirinha, da Serraria, Pitombeira e do Angico; nas porções S/SW: Rio do Adquinhão e os riachos: do Saco, do Correio, Goiabal, da Tapera, das Croás, do Jirau, do Roçado e os córregos do Mirador, das Cacimbas e do Tapuio.

Na porção W, os riachos Pedra, do Juá, Grande Fortuna e da Orada. Observa-se nas porções Centro-N, E e SE do município, uma concentração de açudes de pequeno a médio porte, alimentados pela drenagem. Os mais importantes são: o açude do Morcego (7.900.000 m³) (público) e Pimenta (381.750 m³), Velho (213.700 m³) e São Paulo (100.000 m³) (comunitários). Todos os cursos d'água no município são intermitentes e a drenagem é predominantemente do tipo dendrítica. (BELTRÃO, 2005).

3.4 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS

Sobre seus Domínios, têm-se: Hidrogeológico Intersticial e Hidrogeológico Fissural. O Domínio Intersticial é composto de rochas sedimentares da Formação Serra dos Martins, Formação Assú e dos Depósitos Aluvionares. O Domínio Fissural é formado de rochas do embasamento cristalino que englobam o subdomínio rochas metamórficas constituído do Complexo Caicó e da Formação Jucurutu e o subdomínio rochas ígneas dos Granitóides, Suíte calcialcalina Itaporanga e da Suíte Poço da Cruz (BELTRÃO, 2005).

Em relação ao uso da água, 14 % dos pontos cadastrados são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano para beber), 23 % são utilizados para o consumo doméstico secundário (água de consumo humano para beber e uso geral), 44 % para dessedentação animal, 12 % para a agricultura e 7 % para outros usos. conforme mostra a **Figura 1.**

Figura 01: Uso da água no município de Campo Grande

Fonte: BELTRÃO (2005).

Sobre a qualidade das águas dos pontos cadastrados, foram realizadas, *in loco*, medidas de condutividade elétrica, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica estando diretamente ligada ao teor de sais dissolvidos sob a forma de íons. Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 a 0,75, gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD) na água.

Para as águas subterrâneas analisadas, a condutividade elétrica multiplicada pelo fator 0,65 fornece o teor de sólidos dissolvidos. Conforme a Portaria no 1.469/FUNASA, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, o valor máximo permitido para os sólidos dissolvidos (STD) é 1000 mg/l. Teores elevados deste parâmetro indicam que a água tem sabor desagradável, podendo causar problemas digestivos, principalmente nas crianças, e danifica as redes de distribuição. Para efeito de classificação das águas dos pontos cadastrados no município, foram considerados os seguintes intervalos de STD (Sólidos Totais Dissolvidos). Conforme mostra a **Tabela 01**.

Tabela 01: Classificação das Águas do Município de Campo Grande

0 a 500 mg	Água doce
501 a 1.500 mg	Água salobra
> 1.500 mg	Água salgada

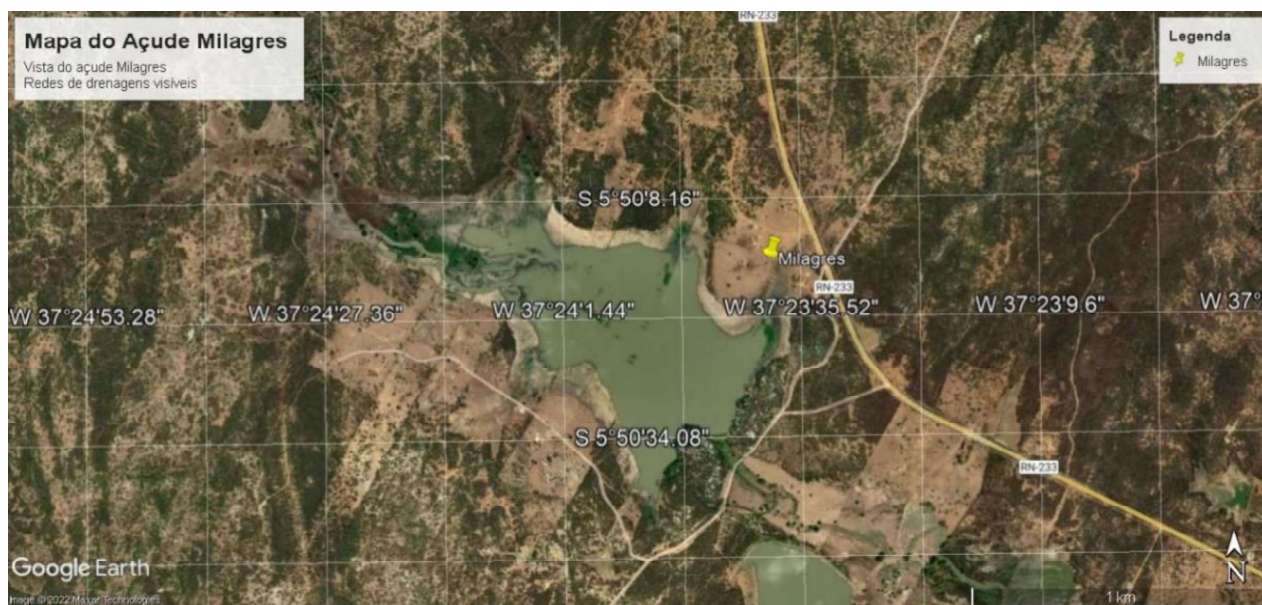
Fonte: BELTRÃO (2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho pretendeu realizar uma Análise da qualidade da Água do Açude do Sítio Milagres em Campo Grande/RN, por meio da técnica de Sensoriamento Remoto, tendo em vista que a partir da análise é possível verificar e identificar um vasto número de elementos que podem contaminadores da água e assim, determinar a possibilidade sua utilização. Dessa forma, ele foi realizado a partir do empregado do software QGIS, para obter as imagens por satélite, e ainda de um levantamento do comportamento pluviométrico dos anos de 2021 e 2022, usando o software Origin.

Este estudo foi realizado no entorno do açude da comunidade de Milagres, situado no município Campo Grande, RN. Foi empregado o software QGIS com o tratamento de imagens por satélite para a criação do mapa da área de interesse, que pode ser visto na **Figura 02**.

Figura 02: Mapa do açude Milagres



Fonte: Google Earth (2022).

Para entender o efeito da natureza sobre a qualidade da água nos períodos de estiagem, foi feito inicialmente, o levantamento do comportamento pluviométrico do ano de 2021 e na sequência no ano de 2022, alvo do estudo deste trabalho.

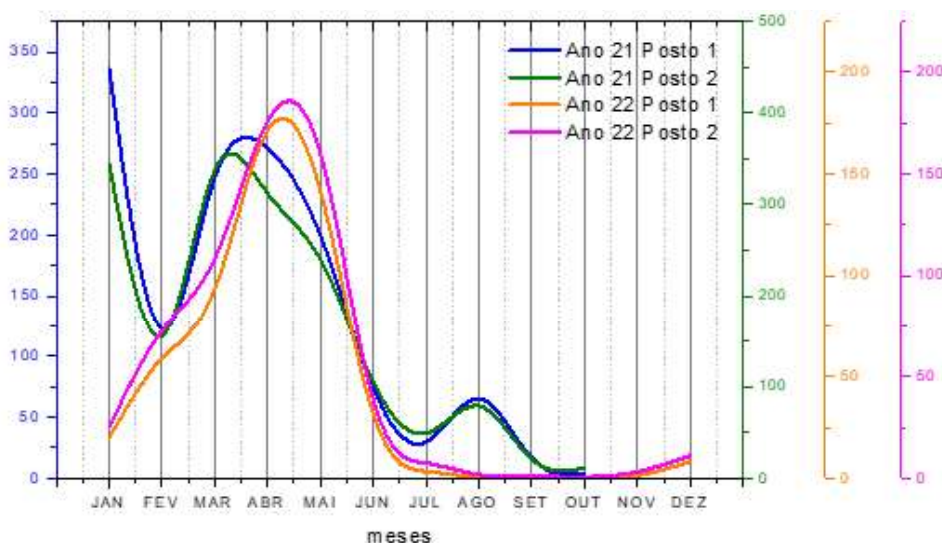
A precipitação pluviométrica (mm) foi coletada em dois postos da EMPARN, na região de Campo Grande, RN, como é vista na **Tabela 02**.

Tabela 02: Coleta de dados Pluviométricos

Precipitação Pluviométrica (mm)				
Posto	P1	P2	P1	P2
Ano	2022	2022	2021	2021
JAN	336,8	344,9	19,7	25
FEV	26,4	41,8	64,8	79,2
MAR	293,6	421,3	74,4	94,6
ABR	279,4	297	198,2	192,9
MAI	215,6	264,2	161,4	189,5
JUN	54,8	84,5	5,7	8,1
JUL	6,5	24,7	3,5	9,1
AGO	96,0	111,8	0	0
SET	0	0	0	1,3
OUT	3,8	11,5	0	0
NOV	ND	ND	0	2,1
DEZ	ND	ND	8,3	11,1

Fonte: EMPARN (2022).

Através destes dados foi montado um gráfico (Figura 03) sobre os índices pluviométricos na região do açude Milagres, para melhor avaliação usando o software Origin. No ano de 2022, os períodos novembro e dezembro não foram determinados (ND).

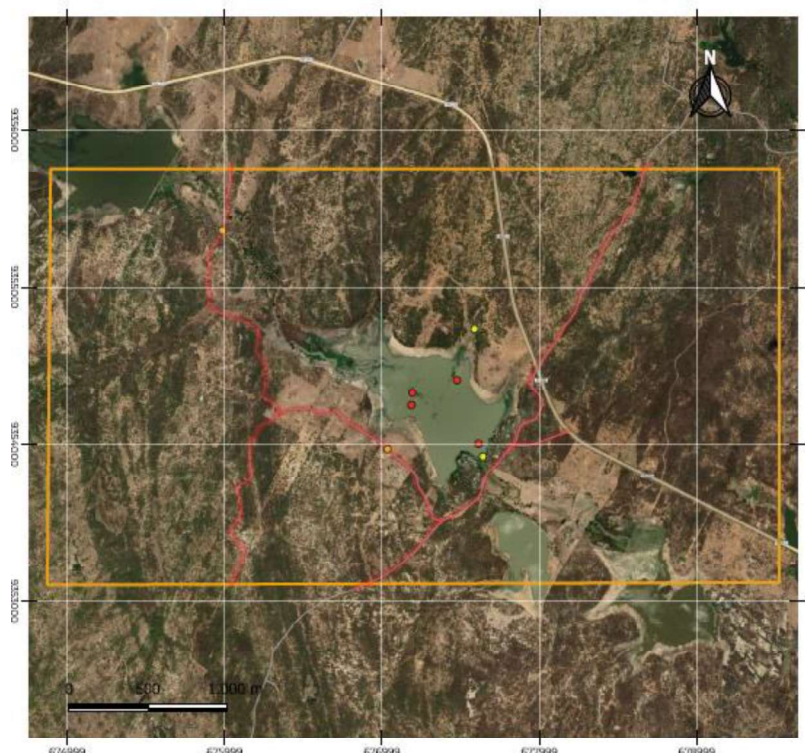
Figura 03: Diagrama pluviométrico da região de Açude Milagres, Campo Grande/RN

Fonte: Autora (2022).

Com base nestes gráficos do comportamento pluviométrico do ano de 2021, notou-se o início do período de estiagem a partir de junho, onde observa-se forte queda da curva pluviométrica nos dois postos. No ano de 2022, foi observado o mesmo comportamento, diminuição do período chuvoso em junho. Foi planejado a primeira coleta em julho, após a primeira sangria. Mas, devido a problemas logístico, ficou para agosto. E por sorte, houve um aumento de chuvas no início de agosto, que provocou a segunda sangria. Então, após a reunião estratégica com o pessoal do laboratório de águas do IFRN, para adquirir informações do procedimento de coleta das amostras de água, foi realizado a primeira coleta no dia 13/08.

Paralelo a este período, foi feito o mapa da área (**Figura 04**) de interesse, que é a região do entorno do açude Milagres, na região de Campo Grande, RN, usando a tecnologia SIG (Sistema de Informação Geográfica) e por meio do software QGIS, versão 3.22.8, que é uma ferramenta de tratamento de imagens de satélite, para fazer os mapas e delimitar os pontos de monitoramento de águas e de solo. Foi usado o GPS do aplicativo “NoteCam” para marcar as posições georreferenciadas dos pontos de coletas da água e do solo, em GD (Graus Decimais), onde foram planejadas e marcadas as coordenadas da longitude e latitude dos referidos pontos de estudo na **Figura 04**.

Figura 04: Mapa da área detalhando as posições de monitoramento da água e do solo



Fonte: Autora (2022).

O trabalho de coleta das amostras (**Figura 05**) foi previamente discutido e planejado, junto ao pessoal do laboratório de águas e da geologia do IFRN. No planejamento da coleta do solo, foi sugerido a caracterização da bacia hidrográfica, onde está situado o açude Milagres, bem como a delimitação a rede drenagem para compreender as principais calhas de alimentação, afim de localizar os pontos de monitoramento do solo, nas calhas identificada no mapa para possibilitar futuras correções destes pontos, usando o aplicativo “Avenza Maps” e identificar alguns contaminantes da água.

Figura 05: Amostra do Solo



Fonte: Autora (2022).

Foi necessário utilizar o laboratório de química da UFRN, para concluir a análise do solo, por meio do difratômetro de raios x e da análise química do solo por fluorescência de raios x. Foi utilizado ainda o laboratório de águas e de solo do departamento de engenharia agrônômica do campus Mossoró, para água e para o solo, na segunda coleta.

Com relação a água, foi planejado o procedimento da coleta da água com auxílio do laboratório de água do IFRN. O pessoal do laboratório participou na escolha dos principais parâmetros de controle de qualidade da água em laboratório.

A primeira coleta foi feita no dia 13 de agosto no ano de 2022. Iniciou às 7:30 da manhã até às 14:00 horas da tarde. As primeiras coletas foram do solo, foram marcados com baliza os pontos de monitoramento do solo. Foram cavados buracos com 50 cm, depois

pegamos uma quantidade de solos que foram botados em sacos pretos, a quantidade de solo foi de 1 kg. Em seguida, foi feito a coleta das amostras de água, usando uma canoa da comunidade. Durante a coleta das amostras de água, foi usado o disco de Secchi, afim de medir a análise de turbidez com a cristalinidade da água no local de coleta. Essa medida da profundidade de visibilidade do disco de Secchi, medida em centímetro, será confrontada com o valor da análise de turbidez determinada em laboratório, na unidade nefelométrica de turbidez (UNT).

O disco de Secchi foi desenvolvido pela própria equipe deste trabalho. As coletas a serem feitas foram organizadas a partir dos dados planejados mostrados na Tabela 3.

Tabela 03: Dados planejados para as coletas do solo 1

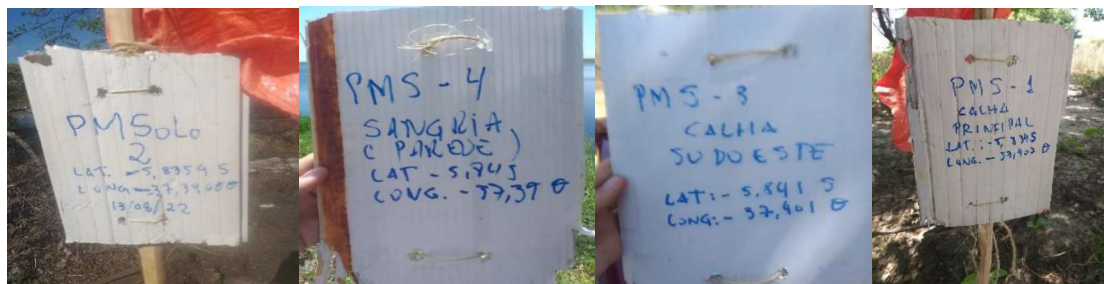
Dados planejado para coleta 1 e 2 do Solo								
Amostra de Solo	Nome Local	Coordenadas Geográfica	Latitude Sul	Longitude Oeste	Col. 01 - 13/08		Col. 02 - 18/09	
					Altitude	Altura Desv.	Altitude	Altura Desv.
					(m)	(m)	(m)	(m)
PMS-01	Calha Principal	GD	-5,829839	-37,410513	137,02	6,2	116,02	15,9
		UTM (m)	9.355.357,34	675.983,65				
		GMS	5°49'47,42"	37°24'37,85"				
PMS-02	Calha Norte	GD	-5,835438	-37,396022	138,00	3,3	137,00	5,9
		UTM (m)	9.354.733,64	677.586,71				
		GMS	5°50'7,58"	37°23'45,68"				
PMS-03	Calha Sudoeste	GD	-5,841571	-37,401986	135,01	7,3	132,01	6,7
		UTM (m)	9.354.057,30	676.924,30				
		GMS	5°50'29,66"	-37,401986				
PMS-04	Sangria (parede)	GD	-5,842768	-37,395545	131,01	7,5	143,01	7,8
		UTM (m)	9.353.923,26	677.640,36				
		GMS	5°50'34,00"	37°23'44,00"				

Fonte: Autora (2022).

O primeiro ponto da coleta do solo foi feito no ponto de marcação 2, com coordenadas: latitude: -5,8354 S e longitude: -37,600 O.

Essa ordenação, foi feito seguindo o planejamento dos pontos de monitoramentos previamente marcado no mapa e na prática de campo, estrategicamente, foi escolhido o ponto 2, assim foi feito uma sequência no sentido horário de contorno do açude milagres, sendo o próximo, o ponto 4, na sequência os pontos 3 e por fim o ponto 1, como é visto na **Figura 06**.

Figura 06: Marcação dos pontos de monitoramento do solo, ajustados por coordenadas geográficas em graus decimais (GPS)



Fonte: Autora (2022).

Em cada ponto de monitoramento do solo, foi registrado suas coordenadas geográficas por GPS, usando o software NoteCam, que funciona como uma câmera de aplicativos combinados com informações de GPS (incluindo latitude, longitude, altitude e precisão), e comentários. Onde, foi retirado uma amostra de solo e condicionado em sacos pretos, e previamente rotulados e encaminhados ao laboratório.

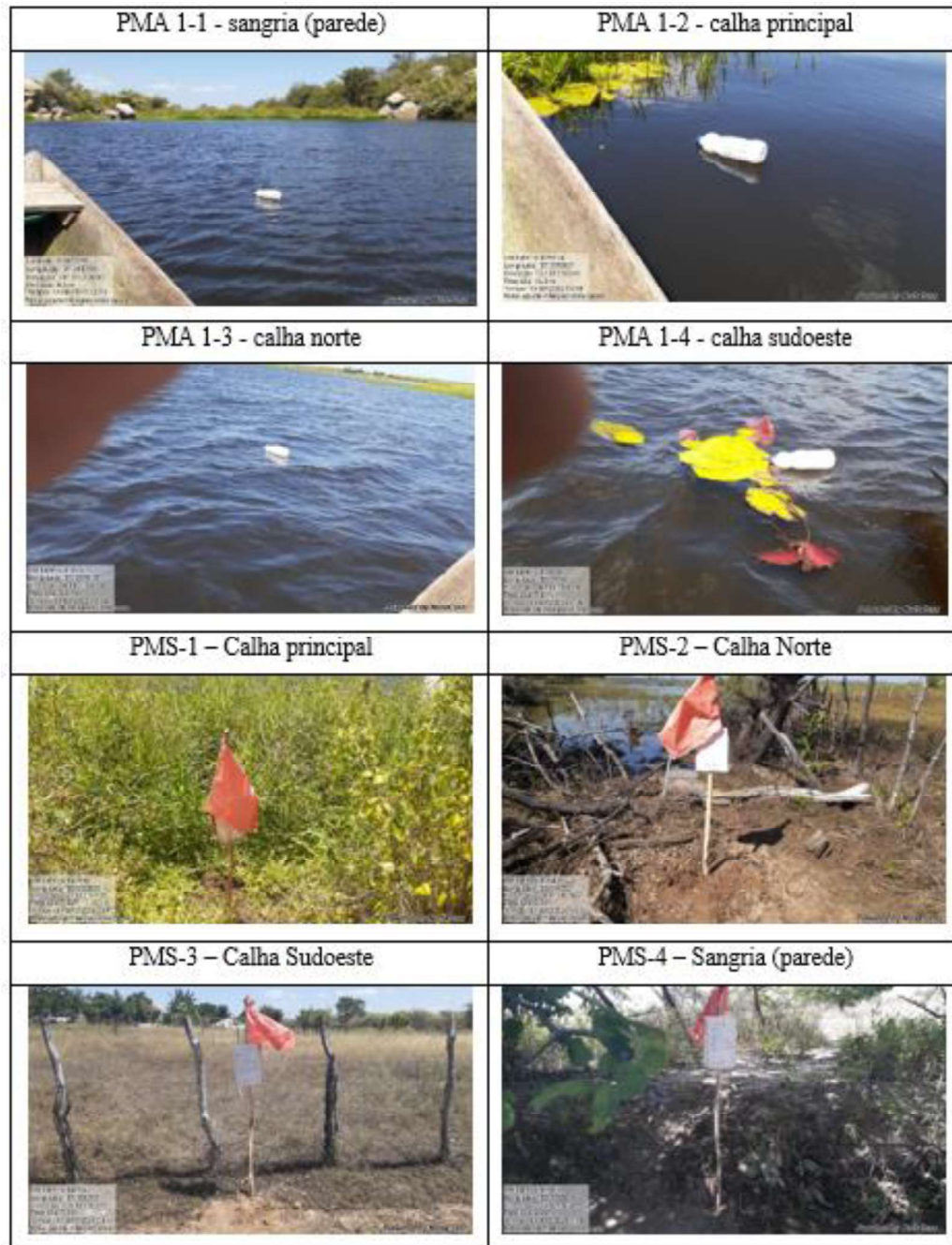
Em seguida, foi feita a coleta das amostras de água do açude Milagres, seguindo a indicação das coordenadas previamente planejadas, nos 4 pontos da superfície do corpo d'água do açude. As amostras foram coletadas com uso de uma canoa da comunidade, foram usadas 4 garrafas de plástico de volume de 1,5 litros, para análise físico-química e 4 frascos menor de 300 ml, para análise microbiológica. Todas as amostras de água foram coletadas a 30 cm abaixo da superfície. Após a coleta encerrada, foram feitas a etiquetagem dos frascos e armazenadas em uma caixa térmica de isopor e colocado sob gelos para mantê-los resfriados. No dia seguinte, foram levadas para o laboratório de águas do IFRN, campus Natal. As imagens da canoa (**Figura 07**) utilizada para a realização da coleta de água, bem como dos pontos de monitoramento (**Figura 08**), podem ser vistas a seguir.

Figura 07: Canoa usada na coleta das amostras de água e medição da profundidade do disco de Secchi nos dias 13/08 e 18/09.



Fonte: Autora (2022).

Figura 08: Pontos de monitoramento de águas do açude Milagres na coleta 1 em 13/08/2022

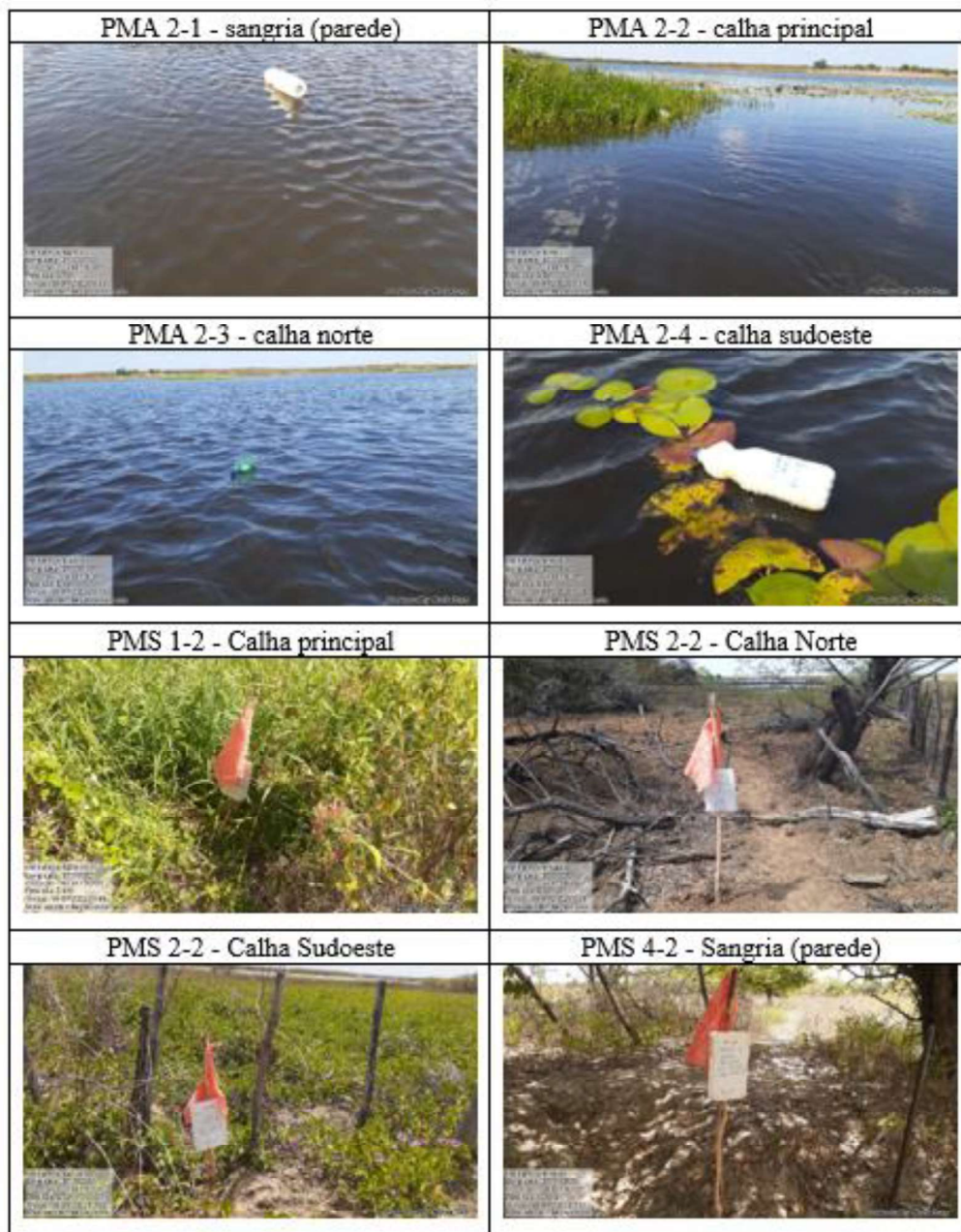


Fonte: Autora (2022).

No trabalho de campo, foi balizado as coordenadas previamente planejadas no mapa, nas possíveis calhas observadas no mapa obtido por satélite e marcados pelo software QGIS. Essa primeira amostragem de solo foi para o laboratório de geologia do IFRN. Mas, ao ser revisado novamente no mapa pelo computador usando o QGIS, foi detectado que a amostra 2 do solo, denominado PMS-3 ficou fora da calha sudoeste detectada pelo mapa.

Foi determinado que na coleta 2 (demonstrada na **Figura 09**), teria que ser refeita a coleta de solo 2 junto com a da água, para efetuar a correção das coordenadas da posição da coleta dentro da calha sudoeste. E essa coleta teria que ser duplicada. Pois, uma amostragem foi enviada ao laboratório de química da UFRN e a outra para o laboratório de solo do Departamento de Ciências Agrônômica e Florestais da UFRSA, campus Mossoró.

Figura 09: Pontos de monitoramento de águas do açude Milagres na coleta 2 em 18/09/2022



Fonte: Autora (2022).

Neste trabalho foi feito mapas usando a tecnologia do sensoriamento remoto e do Sistema de Informações Geográficas (SIG) para delinear as redes de drenagem que alimenta o açude Milagres.

Para isso feito um estudo sobre o sensoriamento remoto e a sua aplicação nos recursos hídricos no açude Milagres. Onde, com o mapa da área de interesse delineado no software QGIS, foram feitas as marcações dos pontos de coletas de amostras de solo, procurando fixar dentro das calhas de alimentação do açude Milagres e a marcação dos pontos de monitoramento de águas na superfície do corpo d'água foram marcados próximos dessas referidas calhas identificadas no mapa e georreferenciados com as coordenadas geográficas de latitude e longitude.

As amostras dos solos da coleta 2, foram enviadas para o laboratório de análise química e mineralógica da UFRN e para o laboratório de solos da UFERSA, campus Mossoró.

Os dados foram analisados e postos em tabelas de acordo com suas análises. Estes dados serão interpretados juntamente com a análise de imagens obtidas por sensoriamento remoto e em seguida foram feitas análises e discussões dos resultados.

Onde, com esses resultados, espera identificar os agentes causadores dos problemas gerado no açude Milagres no período extremo da estiagem. Que são a alta salinidade da água, turbidez elevada, odor fétido da água tornando a água inadequada para o uso humano e para uso em bebedouro para os animais e também para irrigação.

Os parâmetros de controle de qualidade da água pesquisado neste trabalho, foram os seguintes:

Condutividade elétrica

A condutividade, CE, é uma medida da capacidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica, dado em ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Método: APHA - 2510 A, B.

Temperatura da água

A temperatura em graus Célsius ($^{\circ}\text{C}$), influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. APHA, 2012.

Cor aparente

A cor das águas superficiais e subterrâneas, dado em ($\text{mg Pt-Co}/\text{L}$) resulta principalmente da presença de matéria orgânica natural, principalmente matéria húmica aquática. APHA - 2120 A, B e C.

Turbidez

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, dado em (UTN). Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.) (APHA - 2130 A, B).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9.

Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados (APHA - 4500-H+).

Salinidade

A salinidade é uma importante propriedade sem unidade das águas industriais e naturais. Unidade não determinada (adimensional). Foi originalmente concebido como uma medida da massa de sais dissolvidos em uma determinada massa de solução (APHA – 2520)

Resíduo Total

É a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Sólidos Total Dissolvidos dado em (mg/L). Não determinado durante esse trabalho.

Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido, dado em (mg/L O₂) é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos (ex: peixes) precisam de oxigênio para respirar (APHA - 4500-NH₃ B, C; 4500-Norg. A, B).

Demanda Química de Oxigênio

A Demanda Química de Oxigênio, dado em (mg/L O₂), identificada pela sigla DQO, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) consumido em meio ácido que leva à degradação de matéria orgânica, sendo essa biodegradável ou não (APHA - 5220 A, C)

Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio, dado em (mg/L O₂), representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia (APHA - 2120 A, B e C; 4500-O, C).

Nitrogênio Total

Nos corpos d'água o nitrogênio, dado em (mg/L N), pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato (APHA - 4500-NH₃ B, C; 4500-Norg. A, B).

Fósforo Total

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo, dado em (mg/L P), é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas (APHA - 4500-P: A, B, E).

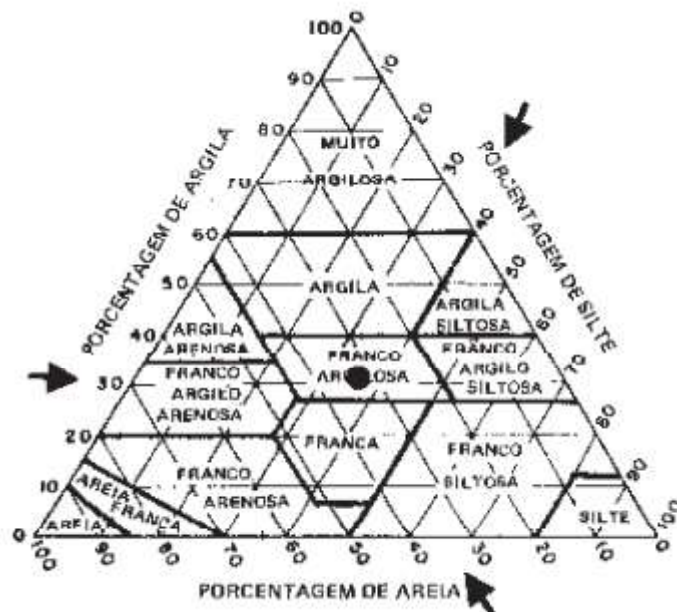
Coliformes termos tolerantes

As bactérias coliformes termotolerantes, dado em (NMP/100 mL), método microbiológico NMP (Número Mais Provável), ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadores de poluição por esgotos domésticos de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifoide, cólera). Método: (APHA - 9221 B, C).

Os parâmetros de controle de qualidade do solo pesquisado neste trabalho, foram os seguintes: Compostos óxidos e componente em (%), feito no LABPMol da UFRN, campus Natal e estes outros: N, (nitrogênio), pH, O pH em água é determinado na relação solo: água de 1:2,5. CE do extrato solo: água, na relação 1:2,5. M.O. (material orgânico). Os elementos P, K⁺, Na⁺, são extraídos com o extrator Mehlich-1 na relação solo: extrator de 1:10. Os elementos Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, são extraídos com KCl de 1 mol/L na relação solo: extrator de 1:10. (H+Al) = acidez potencial extraída com acetato de cálcio de 0,5 mol/L na relação de 1:15. SB = Soma das Bases, t=CTC efetiva. CTC=CTC (capacidade de troca catiônica) do solo ou CTC a pH ,0. V=Saturação por bases, m=saturação por alumínio. PST=porcentagem de sódio trocável. Estes parâmetros foram feitos no laboratório de fertilidade do solo e nutrição das plantas da UFERSA, campus Mossoró, todos seguiram os protocolos padrões dos respectivos laboratórios.

Para interpretação dos resultados da análise granulométrica do solo, foi usado o diagrama triangular textual, para classificação das amostras de solo, onde são classificadas de acordo com as porcentagens de argila, silte e areia encontrados em cada amostra de solo.

Figura 10: Diagrama triangular textural de análise de solo



Fonte: Nascimento, 2014

Identificação das classes texturais de amostras de terra pelo triângulo textural. As setas estão indicando a maneira com que é feita a identificação da classe textural. No exemplo, a classe textural francoargilosa (ponto compreendido por um ponto) é identificada quando da convergência das setas representantes dos teores de areia (30%), argila (35%) e silte (35%).

Fonte: Lemos e Santos (1996)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação a tabela 4, mostra os resultados do disco de Secchi junto com o GPS e o aplicativo NoteCam, os pontos de marcação com datas, horas, altitude, latitude e longitude.

Tabela 04: Resultados do disco de Secchi e do GPS NoteCam

Número	Local	Data	Hora	Secchi			Altitude		Latitude	Longitude
				(desce)	(sobe)	média	(ANM)	Desv.P.	Sul	Oeste
Unidade	ND	dd/mm	hh:mm	cm	cm	cm	m	m	GD	GD
PMA 1-1	sangria (parede)	13/8	11:23	88,0	ND	88,0	141,01	4,60	-5,842028	-37,395769
PMA 1-2	calha principal	13/8	10:58	83,0	ND	83,0	137,00	16,30	-5,839114	-37,399567
PMA 1-3	calha norte	13/8	10:44	91,5	ND	91,5	141,00	3,20	-5,838352	-37,397018
PMA 1-4	calha sudoeste	13/8	11:06	89,0	ND	89,0	141,01	7,00	-5,839841	-37,399615
PMA 2-1	sangria (parede)	18/9	08:13	90,0	83,0	86,5	133,01	3,70	-5,842037	-34,395772
PMA 2-2	calha principal	18/9	08:39	108,0	94,0	101,0	133,10	2,50	-5,839077	-37,399578
PMA 2-3	calha norte	18/9	08:53	105,0	96,0	100,5	126,01	5,30	-5,838716	-37,397197
PMA 2-4	calha sudoeste	18/9	08:28	89,0	98,0	93,5	127,01	8,80	-5,839783	-37,399659

Fonte: Autora (2022).

Foram mostrados os resultados das análises para fim de irrigação. Dados realizados no segundo dia de coleta. Onde foi encontrado o RAS (razão da absorção) que é de 0,6, que mostra um resultado excelente para irrigação mostrado na **Tabela 05**.

Tabela 05: Resultados das análises química de águas para fins de irrigação, coletados em 18/09, realizado no Laboratório de Águas, Departamento de Ciências Agronômica e Florestais, UFERSA, – campus Mossoró.

Nº do código		PMA-1	PMA-2	PMA-3	PMA-4
Localização		Sangria (parede)	Calha Principal	Calha Norte	Calha Sudoeste
Amostra	Unidade	Água 1	Água 2	Água 3	Água 4
pH	(água)	6,70	6,60	6,70	6,60
K ⁺	mmolc/L	0,11	0,11	0,11	0,11
	mg/L	19,82	19,82	19,82	19,82
Na ⁺	mmolc/L	0,11	0,11	0,11	0,11
	mg/L	19,82	19,82	19,82	19,82
Ca ²⁺	mmolc/L	0,43	0,42	0,42	0,42
	mg/L	77,48	75,68	75,68	75,68
Mg ²⁺	mmolc/L	0,80	0,60	0,60	0,40
	mg/L	144,15	108,11	108,11	72,07
CO ₃ ²⁻	mmolc/L	0,00	0,00	0,00	0,00
	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	mmolc/L	1,20	1,30	1,10	1,30
	mg/L	216,22	234,24	198,20	234,24
P	mg/L	---	---	---	---
RAS	---	0,6	0,6	0,6	0,6
Dureza	mg/L	55,00	55,00	55,00	55,00
Cátions	mmolc/L	1,60	1,40	1,40	1,30
Ânions		2,40	2,30	2,30	2,30

Fonte: Autora (2022).

Com relação a **Tabela 06**, mostram os resultados analíticos das propriedades físico química e microbiológicas das amostras de água, coletados no primeiro dia. Os resultados da condutividade elétrica, próximos de 115 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indica boa qualidade de água. Observando os resultados do pH neutro em todos pontos de monitoramento da água, salinidade baixa, em torno de 0,1 g/L, em termos de coliformes termotolerantes, foram obtidos variados resultados, com 13 NMP/100mL na sangria, 4,5 NMP/100 mL na calha principal e 23 NMP/100mL nas calhas norte e sudoeste. Esse resultado indica que nas calhas norte e sudoeste se concentram os animais.

Tabela 06: Resultados analíticos das propriedades físico-química e microbiológica dos pontos de monitoramento das águas da coleta 1 em 13/08, realizado no Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes do Departamento de Ciências Naturais do IFRN – campus Natal.

Amostra	Unidade	PMA 1-1	PMA 2-1	PMA 3-1	PMA 4-1
Local	ND	sangria (parede)	calha principal	calha norte	calha sudoeste
CE	μS/cm	111,6	115,7	114,8	116,1
Temperatura* (estimado)	°C	25	25	25	25
Cor Aparente	mg Pt-Co/L	96,90	103,00	99,20	102,00
Turbidez	UTN	10,81	11,75	10,81	11,75
pH	ND	6,15	6,02	6,33	6,27
Salinidade	g/L	0,106	0,108	0,108	0,108
Resíduo Total	mg/L				
OD	mg/L O ₂				
DQO	mg/L O ₂	31,68	79,2	15,84	31,68
DBO	mg/L O ₂	10,76	10,1	4,71	11,44
Nitrogênio Total	mg/L N	0,66	0,77	0,82	0,40
Fosforo Total	mg/L P	0,05	0,05	0,07	0,05
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	13,00	4,50	23,00	23,00
Latitude Sul	GD Sul	-0,584203	-5,839114	-5,838352	-5,839841
Longitude Oeste	GD Oeste	-37,39577	-37,399567	-37,397018	-37,399615

Fonte: Autora (2022).

Com relação a **Tabela 07**, mostram também os resultados analíticos das propriedades físico química e microbiológicas das amostras de água, coletados no mês seguinte, em setembro de 2022. Os resultados da condutividade elétrica, próximos de 139 μS/cm, indicando um aumento em relação a tabela 06, mesmo assim, indica boa qualidade da água. Observando os resultados do pH que continua neutro em todos pontos de monitoramento da água, bem como a salinidade baixa, em torno de 0,1 g/L, em termos de coliformes termotolerantes, foram obtidos variados resultados, com 220 NMP/100mL na sangria, 79 NMP/100 mL na calha principal e 70 NMP/100mL na calha norte e 49 NMP/100mL sudoeste. Esse resultado indica que houve um aumento na concentração de coliformes em todos pontos de monitoramento da água. Onde nota-se o maior aumento da concentração de coliformes na sangria (parede), podendo comprometer a qualidade da água.

Tabela 07: Resultados analíticos das propriedades físico-química e microbiológica dos pontos de monitoramento das águas da coleta 2 em 18/09, realizado no Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes do Departamento de Ciências Naturais do IFRN – campus Natal.

Amostra	Unidade	PMA 1-2	PMA 2-2	PMA 3-2	PMA 4-2
Local	ND	sangria (parede)	calha principal	calha norte	calha sudoeste
CE	µS/cm	138,50	139,70	139,60	139,80
Temperatura* (estimado)	°C	25	25	25	25
Cor Aparente	mg Pt-Co/L	97,30	96,70	98,00	98,20
Turbidez	NTU	10,19	11,75	10,19	11,13
pH	ND	6,33	6,29	6,63	6,80
Salinidade	g/L	0,118	0,119	0,119	0,118
Resíduo Total	mg/L	0	0	0	0
OD	mg/L O ₂	0	0	0	0
DQO	mg/L O ₂	112,00	16,00	32,00	112,00
DBO	mg/L O ₂	11,63	4,59	3,52	9,49
Nitrogênio Total	mg/L N	0,83	0,85	0,78	0,66
Fósforo Total	mg/L P	0,05	0,05	0,05	0,05
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	220,00	79,00	70,00	49,00
Latitude Sul	GD	-5,842030	-5,839114	-5,838352	-5,839841
Longitude Oeste	GD	-37,3958	-37,399567	-37,397018	-37,399615

Fonte: Autora (2022).

Na **Tabela 08**, mostram os resultados da análise química feita pela técnica de fluorescência de Raios-X, no laboratório de peneira molecular (LabPMol), da UFRN. No geral, o solo no entorno do açude Milagres, é um sílico aluminoso, com concentrações em ordem decrescente dos óxidos majoritários, que são os seguintes: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, CaO, Na₂O, MgO, TiO₂.

Tabela 08: Análise química do solo realizado por Fluorescência de Raios X pelo LabPeMol do Departamento de Química da UFRN.

Compostos óxidos e componente (%)	Pontos de Monitoramentos dos Solos			
	PMS-01	PMS-02	PMS-03	PMS-04
SiO ₂	65,55%	56,60%	63,57%	70,43%
Al ₂ O ₃	17,22%	18,73%	18,20%	15,13%
Fe ₂ O ₃	5,36%	10,62%	5,10%	4,14%
K ₂ O	3,92%	2,61%	4,57%	5,53%
CaO	2,50%	3,17%	3,03%	2,34%
Na ₂ O	2,10%	3,20%	2,10%	0,00%
MgO	1,60%	2,60%	1,60%	0,00%
TiO ₂	0,97%	1,37%	0,93%	1,38%
Cl	0,26%	0,36%	0,29%	0,30%
SO ₃	0,23%	0,30%	0,31%	0,35%
ZrO ₂	0,10%	0,10%	0,12%	0,30%
SrO	0,05%	0,09%	0,06%	0,05%
MnO	0,03%	0,07%	0,04%	0,04%
Cr ₂ O ₃	0,03%	0,10%	0,03%	0,00%
NiO	0,01%	0,02%	0,00%	0,00%
ZnO	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
SnO ₂	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
CuO	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%
Cr ₂ O ₃	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%
V ₂ O ₅	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%

Fonte: Autora (2022).

Os resultados da **Tabela 09**, indica que o solo da calha norte apresenta nível (PST) de 20% indicando como classe de solo sódico, enquanto que os da calha principal com PST de 4%, sangria com PST de 3% e calha sudoeste com PST de 2% são considerados solos normais.

Quanto ao teor de P, a calha principal com 13% apresentou o maior teor, considerado como médio, a calha norte com 3,7%P, apresentou o teor mais baixo, sendo considerado nível baixo. Calha sudoeste tem 9,7%P, foi considerado nível bom e a sangria (parede) obteve 7,1%P, sendo considerado nível bom.

Os solos da calha principal, norte e sudoeste apresentaram Ph acima de 7,0 somente o solo da sangria (parede) apresentou um Ph de 6,7, próximo do neutro.

Tabela 09: Análises químicas para fins de avaliação da fertilidade do solo, realizado pelo laboratório de solos, do Departamento de Ciências Agrônômica e Florestais, UFRSA, campus Mossoró.

Elemento	Unidade	PMS 1	PMS 2	PMS 3	PMS 4
Local	ND	calha principal	calha norte	calha sudoeste	sangria (parede)
N	g/kg	0,11	0,27	0,31	0,56
pH	(água)	8,80	9,10	7,80	6,70
CE	dS/m	0,10	0,25	0,06	0,07
M.O.	g/kg	0,83	2,48	3,31	1,24
P	mg/dm ³	13,0	3,7	9,7	7,1
K ⁺		27,2	38,4	33,3	76,8
Na ⁺		137,9	797,5	25,6	21,6
Ca ²⁺	cmolc/dm ³	11,00	8,60	2,20	2,90
Mg ²⁺		4,10	5,00	0,90	2,00
Al ³⁺		0,00	0,00	0,00	0,00
H+Al		0,00	0,00	0,00	0,66
SB		15,77	15,77	3,30	5,19
t		15,77	15,77	3,30	5,19
CTC		15,77	15,77	3,30	5,85
V	%	100	100	100	89
m		0	0	0	0
PST		4	20	3	2

Fonte: Autora (2022).

Os resultados da **Tabela 10**, mostra a análise granulométrica do solo da coleta 2.

Tabela 10: Análise granulométrica do solo da coleta 2 em 18/09

Número	Local	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila
Unidade	ND	Fração granulométrica (kg/kg)				
PMS - 1	calha principal	0,11	0,32	0,43	0,38	0,20
PMS - 2	calha norte	0,35	0,27	0,63	0,16	0,21
PMS - 3	calha sudoeste	0,62	0,23	0,85	0,09	0,06
PMS - 4	sangria (parede)	0,57	0,26	0,83	0,09	0,07

Fonte: Autora (2022).

Analisando os resultados da tabela 10 e empregando o uso do diagrama textural de classificação do solo, foram identificadas as seguintes classes:

Solo PMS – 1 é classe 8 - Franca

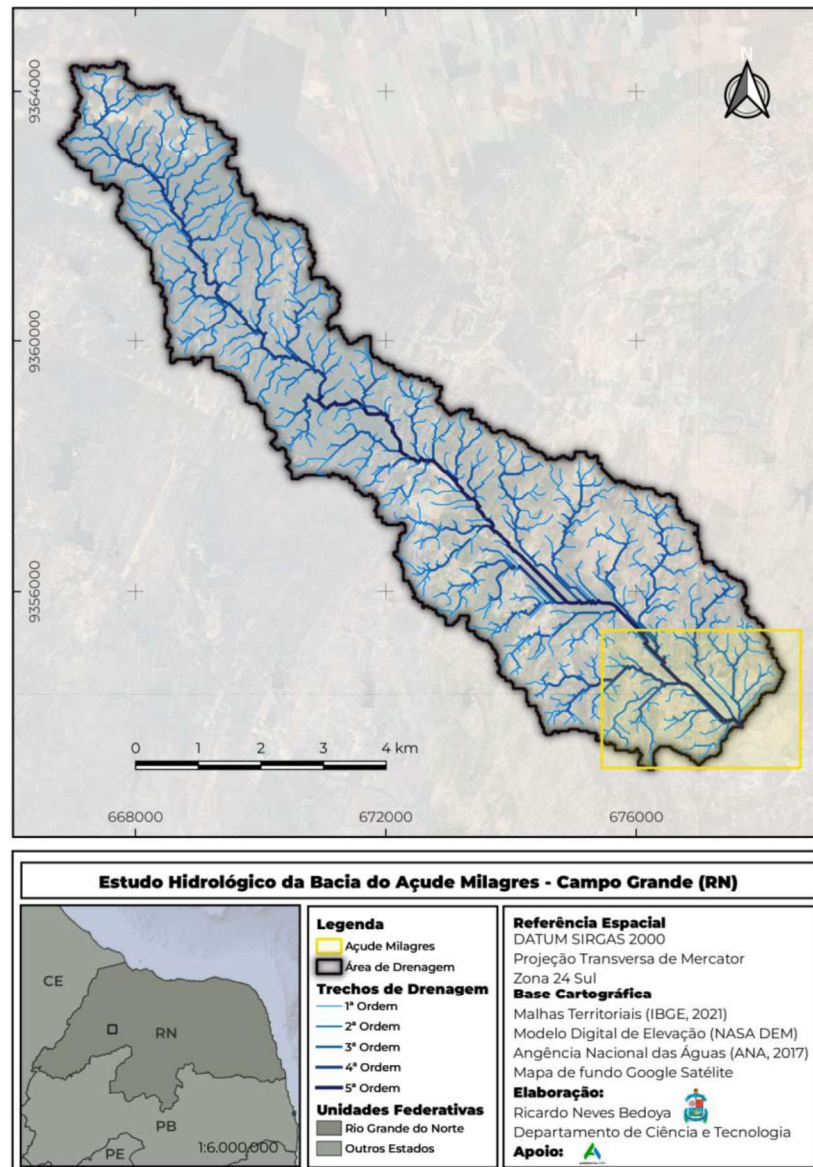
Solo PMS – 2 é classe 7 - Franco Argilo Arenosa

Solo PMS – 3 é classe 12 - Areia Franca

Solo PMS – 4 é classe 12 - Areia Franca

Determinação da bacia hidrográfica (**Figura 11**) onde está inserido o açude Milagres, com as redes de drenagem caracterizada por sensoriamento remoto usando as ferramentas do software QGIS.

Figura 11: Mapa da bacia hidrográfica do açude Milagres com as redes de drenagem determinadas.



Fonte: Autora (2022).

A bacia hidrográfica levantada a montante do açude Milagres apresenta os trechos de drenagem de 1ª ordem até a 5ª ordem. O mapa desenvolvido com as ferramentas do software QGIS, com referência espacial DATUM SIRGAS 2000, Projeção Transversa de Mercator, Zona 24 Sul. Foi usado base cartográfica das malhas territoriais do IBGE, 2021. Foi usado do modelo digital de elevação, NASA DEM, foi usado dados da Agência Nacional das Águas, ANA, 2017. E o mapa de fundo da Google satélite.

6. CONCLUSÕES

Os resultados interpretados neste trabalho indicam que a qualidade da água do açude dos milagres é adequada para irrigação e na dessedentação de animais. A água, portanto apresenta mais adequado o uso da água na irrigação das plantações e na criação de suínos, caprinos e bovinos.

O índice de qualidade de água não foi possível a completa determinação, devido a falta de coleta de alguns parâmetros chave mostrado nos resultados.

Com isso, e ressaltando a importância tanto da técnica aplicada, como da análise da água para fins de qualidade de vida, bem-estar e ainda saúde da população, foi levada em consideração a realização dessa pesquisa no Açude dessa comunidade. Onde foi comprovada a eficiência da água para uso animal, irrigação, uso doméstico, todavia não é recomendada para beber.

E, por fim, em trabalhos futuros, por exemplo, pode-se realizar novamente a análise, com outras medidas de parâmetros chave encontradas neste trabalho, para verificação se a água continua sendo apta para os usos citados e maior conscientização das pessoas para fazerem bom uso desse bem, preservando-a.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. C. e FERREIRA, D. A. C., **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicado a Recursos Hídricos**. Note Técnica, 2010.
- ANDRADE, E. M., et all, **Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil**. Ciência Rural, Santa Maria, 2007.
- APHA et al. (2012). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th Washington D C: American Public Health Associations, 2012, disponível em <https://www.standardmethods.org/>, acessado em outubro, 2022.
- ARAÚJO, L. F. P., et al., **Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento**. Revista Ciência Agronômica, 2008.
- ARAÚJO, M. D., et all. **Integrando a Modelagem da Alocação de Água ao Sistema de Indicadores FPEIR: Aplicação ao Semiárido do Brasil**. Eng Sanit Ambient, 2019.
- BELTRÃO, B. A., et all, **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do Município de Augusto Severo (Campo Grande) – RN**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Recife, Setembro, 2005.
- CAMPOS, S., et all, **Geoprocessamento Aplicado no Planejamento de Bacias Hidrográficas**. Atena Editora, 2019.
- CHAVES, L. C. G., et all, **Water quality and anthropogenic impact in the watersheds of servisse reservoirs in the Brazilian semi-arid region**. Revista Ciência Agronômica, 2019.
- COSTA, D. F. S., et all, **Uso de SIG na Análise dos Recursos Hídricos no Município de Caicó (RN)**. Geoambiente on-line, ISSN 1979-9860, UFG, Jataí-GO, 2016.
- DUARTE, M. R. N., et all, **Limnological dynamics in an artificial reservoir and intermittent river in the semi-arid region as a function of land use and occupation**. Revista Ciência Agronômica, 2021.
- INPE. **Calculadora Geográfica**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/calcula/> Acesso em: 15 set. 2022.
- LIMA, J. O. G., et all, **A Salinidade das Águas Superficiais e Subterrâneas na Bacia da Gameleira, Município de Aiuaba/CE**. Águas Subterrâneas, 2006.
- LOPES, F. B., et all, **Modelagem da qualidade das águas a partir de sensoriamento remoto hiperespectral**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, (Suplemento), 2014.
- NASCIMENTO, G. B., et al., **Determinação da Classe Textural de Amostras de Terra Através de Planilha Eletrônica**. Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 23, n. 1, jan.-jun., p. 27-30. 2003.
- PNQA.ANA. **Indicadores do índice de qualidade da água**. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn0 Acesso em: 15 out. 2022.
- SILVA, A.P.C., **Biomonitoramento da qualidade da água e percepção ambiental na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, RN**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, p.84, 2013. TUNDISI, J.G., e TUNDISI T. M., *Limnologia*, São Carlos: São Paulo: Oficina de Textos, 2008.