



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

**ANDRÉ LUÍS BRAGA BRAZ**

**ESPACIALIZAÇÃO DA INSEGURANÇA HÍDRICA NA BACIA DO RIACHO  
FORQUILHA, SEMIÁRIDO CEARENSE**

**FORTALEZA**

**2025**

ANDRÉ LUÍS BRAGA BRAZ

ESPACIALIZAÇÃO DA INSEGURANÇA HÍDRICA NA BACIA DO RIACHO  
FORQUILHA, SEMIÁRIDO CEARENSE

Artigo apresentado ao Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B839e Braz, André Luís Braga.  
Especialização da insegurança hídrica na bacia do Riacho Forquilha, semiárido cearense / André Luís  
Braga Braz. – 2025.  
31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,  
Curso de Geografia, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos .

1. Insegurança hídrica. 2. Cartografia. 3. Semiárido. I. Título.

CDD 910

---

ANDRÉ LUÍS BRAGA BRAZ

ESPACIALIZAÇÃO DA INSEGURANÇA HÍDRICA NA BACIA DO RIACHO  
FORQUILHA, SEMIÁRIDO CEARENSE

Artigo apresentado ao Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos

Aprovada em: 12/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profª. Me. Leticia de Freitas Vieira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profª. Me. Regina Balbino da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensuravelmente a minha mãe, a quem devo tudo, é esta a grande responsável por estar no caminho que estou hoje. O amor mais gentil.

Agradeço ao meu pai, por fazer tanto por mim enquanto esteve aqui. Saudades.

Agradeço às minhas irmãs e irmãos, principalmente Patrícia e Priscila, por ajudarem a me criar e me ensinarem tanto sobre a vida. Sou muito grato por tudo.

Agradeço aos meus tantos e bons amigos, pelos ótimos momentos, viagens, festas, pelas risadas, pelo alívio. Baruque, Lucas, Duarte, Eduarda, Joyce, Weberty, Brito, Hugo, Juh, Igor. Sou grato a todos vocês por tornarem minha vida mais leve. Destaco dois nomes ainda mais presentes nesse processo, Adriele e Helionardo.

Adriele pelo auxílio durante toda a graduação além dos tantos bons momentos de risos, felicidade e apoio, sou muito grato por sua presença e amizade. Helionardo, meu irmão de outra mãe, agradeço por compartilhar tantos momentos de descoberta, paz e diversão. Vamos por mais.

Agradeço ao meu orientador, professor Jader, pela confiança e apoio, cuja orientação e contribuições tornaram este trabalho possível. Docente e geógrafo de excelência.

Agradeço a todos os professores e funcionários do departamento de Geografia da UFC, alicerce do meu trajeto acadêmico.

Agradeço a Universidade Federal do Ceará e a CNPQ por viabilizarem esta pesquisa.

## RESUMO

A insegurança hídrica é um desafio crescente em regiões semiáridas, comprometendo a qualidade de vida das populações locais. Este estudo espacializa a insegurança hídrica na Bacia do Riacho Forquilha, localizada no município de Quixeramobim, Ceará, por meio de abordagens cartográficas e análises espaciais. Para isso, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento no QGIS e a aplicação de questionários domiciliares baseados na escala HWISE, permitindo avaliar a vulnerabilidade hídrica das residências na área de estudo. Os resultados indicaram a existência de focos críticos de insegurança hídrica, provavelmente associados à falta de infraestrutura adequada e à baixa qualidade da água disponível. A análise estatística realizada demonstra que a distribuição espacial dos dados não influencia os dados de vulnerabilidade apresentados, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas à gestão eficiente dos recursos hídricos. Conclui-se que a cartografia é uma ferramenta fundamental para identificar áreas de intervenção prioritária, contribuindo para um planejamento territorial mais eficaz no enfrentamento da insegurança hídrica.

**Palavras-chave:** insegurança hídrica, cartografia, semiárido.

## ABSTRACT

Water insecurity is a growing challenge in semi-arid regions, compromising the quality of life of local populations. This study spatializes water insecurity in the Riacho Forquilha Basin, located in the municipality of Quixeramobim, Ceará, through cartographic approaches and spatial analyses. For this purpose, geoprocessing techniques in QGIS and household surveys based on the HWISE scale were used to assess the water vulnerability of residences in the study area. The results indicated the presence of critical hotspots of water insecurity, probably associated with inadequate infrastructure and the low quality of available water. The statistical analysis performed shows that the spatial distribution of the data does not influence the presented vulnerability data, reinforcing the need for public policies aimed at the efficient management of water resources. It is concluded that cartography is a fundamental tool for identifying priority intervention areas, contributing to more effective territorial planning in addressing water insecurity.

**Keywords:** water insecurity, cartography, semi-arid.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 Mapas Básicos e sistematização de dados.....	12
2.2 Localização da Bacia do Riacho Forquilha - Quixeramobim.....	13
2.3 Características Ambientais.....	15
2.4 Instrumentos.....	18
2.6 Processo de construção cartográfica.....	19
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino lida com diversas problemáticas ligadas a insegurança hídrica, como processos de colonização, clientelismo histórico e outros movimentos populacionais, administrativos. Quanto as problemáticas ambientais podemos citar as características climáticas da região, favoráveis a escassez de água, assim como o solo, que é mais de 80% formado por material cristalino, que impossibilita a instalação de corpos hídricos subterrâneos devido sua baixa impermeabilidade, com exceção de fraturas ou juntas onde a água pode se acumular (CIRILO , 2008).

O termo “insegurança hídrica” pode ser caracterizado por uma situação em que exista a dificuldade do acesso a água em qualidade e quantidades suficientes para a manutenção do bem estar humano (TOMAZ, 2023), esta definição também é utilizada por outros trabalhos, como Jepson (2017) e Ribeiro (2023). A insegurança hídrica pode ocorrer em uma localidade devido a inúmeros fatores, em alguns casos as próprias características naturais da área dificultam a abundância do recurso hídrico, em outras situações simplesmente a gestão hídrica é mal efetuada, o que culmina na insuficiência de recursos em áreas específicas (LIMA, 2019).

Nos últimos anos, o Semiárido brasileiro tem enfrentado períodos de seca cada vez mais intensos e prolongados, impactando significativamente a disponibilidade hídrica, a produção agrícola e a qualidade de vida da população. No período de 2012 a 2017, a região passou por uma das secas mais severas já registradas, com redução drástica nos volumes dos reservatórios e prejuízos expressivos para a agropecuária.

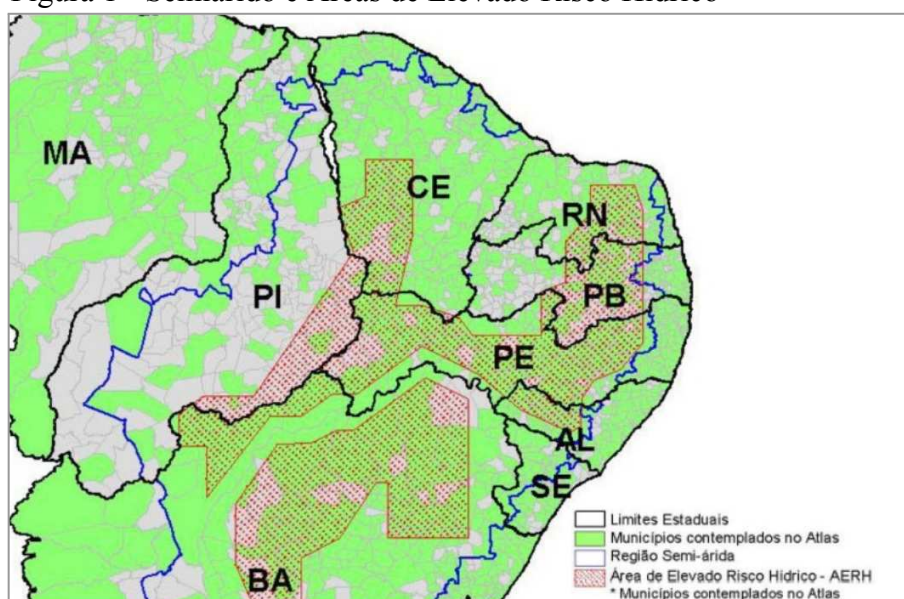
Por lidar historicamente com a escassez, a região semiárida do Brasil vem implementando estratégias e infraestruturas para enfrentamento da situação. Contando com projetos de grande escala como o “Projeto de Integração do Rio São Francisco” (PISF), e o Programa Água Doce que em 2023 instalou 44 sistemas de dessalinização em comunidades rurais do semiárido nordestino (CASA CIVIL, 2024). Ainda no ano de 2023 foi assinado o Pacto pela Governança da Água, firmado entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os Estados e o Distrito Federal, visando o aprimoramento da gestão de recursos hídricos em várias vertentes. Isto posto, é necessário aventar que historicamente diversas outras obras com o objetivo de aprimoramento do sistema hídrico foram aplicadas, porém, tratando do recurso hídrico não apenas instalação, mas também a gestão e

acompanhamento especializado são exigências para que o instrumento em questão possa ser utilizado da melhor forma.

Podemos observar o movimento atual de preocupação por parte dos governos, em atuar com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de suprir as necessidades hídricas dessas populações vulneráveis, todavia esse esforço ainda se conclui como insuficiente de forma global, muitas famílias ainda enfrentam a problemática da escassez hídrica mesmo que de formas diferentes, algumas famílias têm fácil acesso, porém a água de baixa qualidade, enquanto outros precisam desempenhar grandes esforços (de diversas naturezas) para coletar água potável. Essa realidade faz com que essas populações se tornem mais vulneráveis às secas, especialmente tratando do uso da água no meio rural (CIRILO, 2008).

A área de estudo trabalhada no presente artigo é a região do Vale Forquilha, zona rural de Quixeramobim, Ceará. A região se enquadra no escopo discutido anteriormente por diversos fatores, um deles é seu território se encontrar na área de elevado risco hídrico (Figura 1) delimitada pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2005). Esta delimitação se mostra ainda mais alarmante levando em consideração as mudanças ambientais dos anos recentes, como o aumento da temperatura média global, constatado recentemente pelo Copernicus (2025) (observatório climático da União Europeia) o que agrava e intensifica o problema. Podemos considerar então que o território do município de Quixeramobim se encontra em uma região extremamente propícia às dificuldades hídricas.

Figura 1 - Semiárido e Áreas de Elevado Risco Hídrico



Fonte: Atlas Nordeste (ANA 2005)

O processo de urbanização é um fator crucial a ser considerado, onde intensifica os problemas ambientais a partir de diversos fatores. No contexto hídrico, a urbanização leva ao aumento da demanda por infraestruturas hídricas, desta forma a oferta de água de boa qualidade tende a se tornar cada vez mais insuficiente. No semiárido esse problema pode se dar de forma ainda mais alarmante, a furação de poços artesianos que geralmente é uma alternativa amplamente utilizada para a captação de água em zonas afastadas, é bastante limitada em virtude das características geológicas cristalinas da região, que pode tanto dificultar o processo, como fazer com que a água coletada apresente altos teores de sais, tornando-a imprópria para o consumo (ZANELLA, 2014).

Outra problemática exposta por Zanella (2014) é a má gestão dos esgotos domésticos. O lançamento de efluentes sem tratamento adequado pode provocar a eutrofização das águas, comprometer a biodiversidade e gerar riscos a saúde humana.

Um fator ainda mais agravante da situação do descarte de esgoto é a infiltração de dejetos e consequente agressão a qualidade hídrica das reservas subterrâneas, que já são reduzidas pelos fatores naturais da região. Além disso, as regiões sedimentares do estado que possuem maior capacidade hídrica provavelmente não seriam capazes de suprir a demanda regional, inclusive pela problemática do transporte de grandes níveis de água a grandes distâncias (CIRILO, 2008).

Diante do exposto podemos concluir que a necessidade de entender o real estado de insegurança hídrica dessa região é primordial. Para essas comunidades o acesso à água potável não seria apenas uma conveniência, mas a depender das situações isso pode significar uma real mudança de vida. Ao eliminar a obrigação de despender parte de seu tempo e esforço unicamente para a coleta de água, os moradores podem utilizar esses recursos para diversas outras finalidades, como se dedicar a alguma outra atividade (lucrativa ou não) ou apenas momentos de lazer e descanso, fatores cruciais para uma boa qualidade de vida.

- **Objetivo geral**

- Espacializar a insegurança hídrica da área de estudo, verificando a correlação entre a insegurança hídrica e a distribuição espacial dos dados.

- **Objetivos específicos**

- Produzir cartografia temática que possa servir como base para futuras análises sobre a região;
- Verificação estatística dos dados especializados;
- Identificar de forma clara os principais focos de insegurança hídrica na região,

por meio do uso da cartografia.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

A análise da insegurança hídrica e sua representação cartográfica é uma temática que precisa ser analisada de forma multifatorial, já que diversos fatores podem atuar diretamente no resultado. Para isso, se exige procedimentos e técnicas adequadas, para que os produtos representem a escala do real com sucesso.

A pesquisa foi dividida em diferentes fases, inicialmente o trabalho de gabinete, posteriormente o trabalho de campo para a aplicação do questionário de insegurança hídrica domiciliar, posteriormente o tratamento dos dados coletados e por fim o processo de elaboração das cartografias. Todas as etapas estão descritas nos tópicos a seguir.

### **2.1 Mapas Básicos e sistematização de dados**

O primeiro passo da pesquisa consistiu na caracterização geral do município por meio da cartografia e na sistematização de dados socioambientais, com o objetivo de identificar possíveis potenciais e fragilidades. Para isso, foram coletadas informações sobre demografia, índices de desenvolvimento, vegetação, pedologia e outros aspectos relevantes, utilizando dados de diversos sites governamentais e da prefeitura de Quixeramobim. Essa análise contribui para a identificação de indicadores de degradação, como áreas extensivas de plantio e colheita, zonas de criação de animais, açudes e sua proximidade com as comunidades que deles usufruem. Além disso, feições de relevo e diversos outros fatores também podem ser conclusivos com uma análise de sensoriamento remoto bem realizada (SOUZA et al., 2002).

Após a sintetização dos dados socioambientais, foram construídos mapas temáticos utilizando a plataforma QGIS (versão 3.34.5). O processo se deu com a utilização de imagens de satélite (GOOGLE, 2025), sobrepostas por camadas vetoriais com informações territoriais de diversas naturezas, como hidrografia, solos, vegetação e demais temáticas. Os processos de cada mapa seguiram a mesma padronização, com o intuito de evitar discrepâncias e erros indesejados. O processo aplicado foi o seguinte: Análise e revisão dos dados vetoriais a serem utilizados; Processo de trabalho vetorial para adaptar os shapes ao objetivo (como recorte ou edição de determinadas camadas); Geração de novos produtos

(vetoriais e raster) a partir do que foi sintetizado; Ajustes finais e montagem de layout. A aplicação do mesmo procedimento na geração dos diferentes mapas tende a gerar produtos mais precisos e padronizados.

Os mapas básicos são importantes para a construção e refino do projeto tanto pela visão geral da região que é propiciada, como também pela definição de fatores comuns ao mapa final objetivado, como a escala trabalhada, informações que se enquadram na temática e feições de visualização dos mapas, tendo efeito direto na construção do produto. A temática dos dados utilizados e suas fontes estão expostos na tabela 01.

Tabela 01 - Obtenção de dados

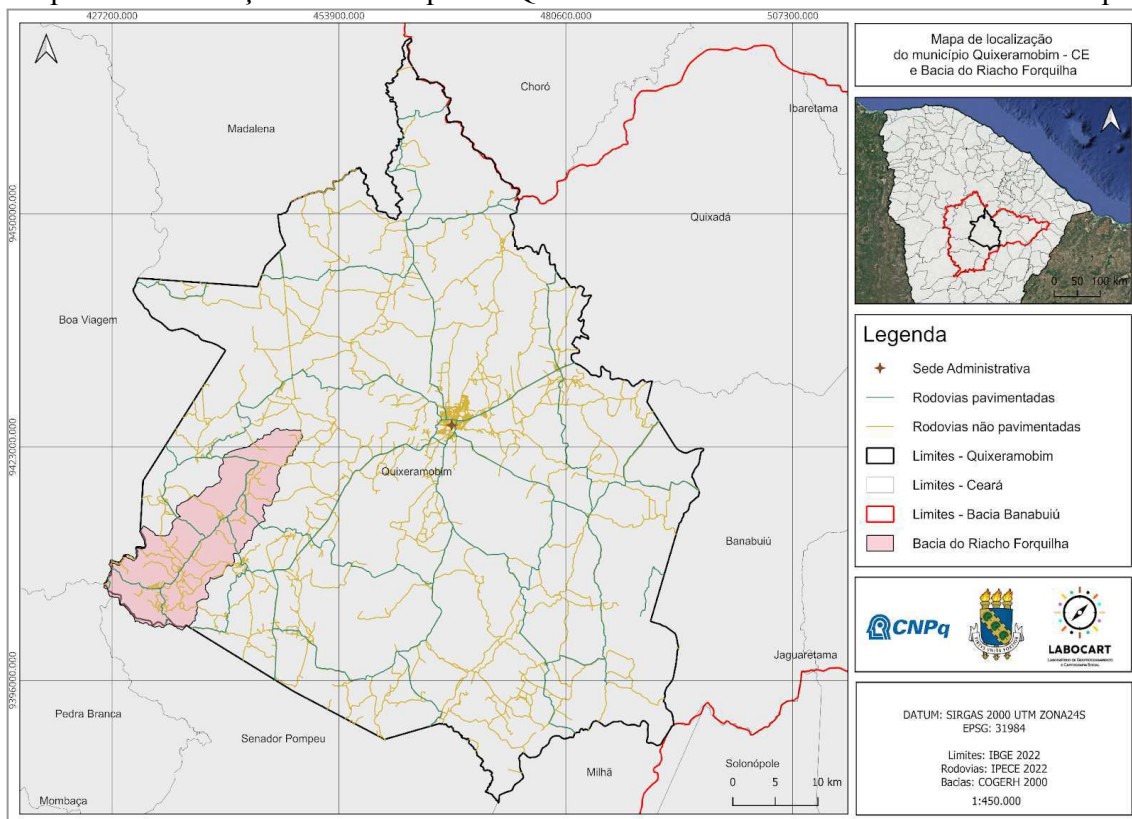
<b>Fonte</b>	<b>Tipos de dados</b>
IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)	Limites municipais, estaduais e federais; Áreas urbanizadas;
IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará)	Rodovias e Ferrovias; Geologia; Compartimentação Geoambiental; Aduadoras; Assentamentos;
EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)	Altimetria;
DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes)	Rodovias pavimentadas e não pavimentadas;
ANA (Agência Nacional de Águas)	Corpos hídricos;
GeoSGB (Serviço Geológico Brasileiro)	Litologia; Estruturas;
COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos)	Bacias; Espelhos d'água;

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.2 Localização da Bacia do Riacho Forquilha - Quixeramobim.

O município de Quixeramobim (Mapa 1) está situado na mesorregião dos Sertões Cearenses, especificamente no sertão central. Além de Canindé e Santa Quitéria é o município com mais divisas na região, fazendo fronteira com Quixadá, Choró, Madalena, Pedra Branca, Senador Pompeu, Milhã e Banabuiú, sete no total, o que torna Quixeramobim um município de grande influência local em diversos setores. Quixeramobim se encontra a 183 km em linha reta para a capital do estado, sendo ligado a Fortaleza principalmente pelas BRs 020 e 122. Quixeramobim possui uma área aproximada de 3.275,6 km<sup>2</sup> e altitude média de 191,7m (IBGE 2022).

Mapa 1 - Localização do Município de Quixeramobim-CE e do Bacia do Riacho Forquilha



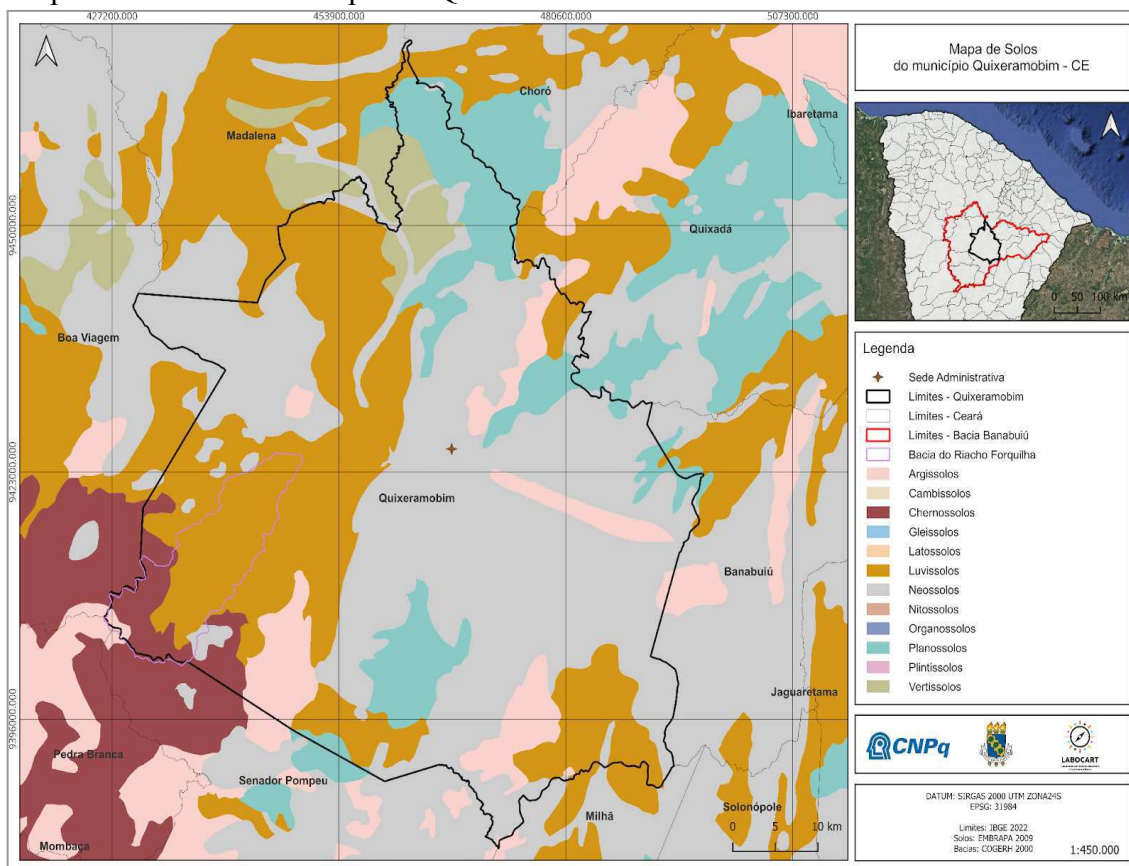
Fonte: Elaborado pelo autor.

O vale do riacho Forquilha se encontra na região sudoeste de Quixeramobim (Mapa 1). O aquífero aluvial dessa região foi estimado em aproximadamente 6 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 2,7% da área total da bacia (221km<sup>2</sup>), dentro dessa área, existem mais de 70 reservatórios superficiais intermitentes, com capacidades variando entre 10<sup>3</sup> e 6,7.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, além de quatro reservatórios com capacidade superior a 0,9.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (BURTE. 2008). Desde 1999, a irrigação para horticultura e fruticultura no vale tem se expandido, impulsionada pela construção de poços tubulares manuais, com uma profundidade média de 7 metros e uma vazão média de 20.000 litros por hora. Como resultado, o aquífero aluvial tem sido amplamente explorado para irrigação na planície aluvial. A população da bacia do Forquilha é composta por 16 comunidades, concentradas em pequenas vilas com populações entre 20 e 130 famílias. Em 1998, a população totalizava cerca de 700 famílias, sendo que 90% estavam estabelecidas em uma área de aproximadamente 30 km<sup>2</sup> ao longo do leito do riacho (CAITANO. et, al, 2015).

### 2.3 Características Ambientais

Quixeramobim está incluído em uma zona de clima Tropical Quente Semiárido, geralmente registra pluviosidade média de 707,7 mm anuais segundo a FUNCEME e IPECE. O município tem seu período chuvoso geralmente marcado entre os meses de fevereiro e abril e temperaturas figurando entre 26° e 28° na maior parte do ano. No que respeita aos aspectos geomorfológicos, o município tem a maior parte do seu território em zona de Depressões Sertanejas e Maciços Residuais com a ocorrência de *Inselbergs* (SILVA, 2024). Conforme documentado por levantamento efetuado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) em 1973, os tipos de solos mais prevalentes compreendem Neossolos, Luvisolos e Planossolos, essas informações podem ser verificados no mapa a seguir (Mapa 3).

Mapa 3 – Solos do Município de Quixeramobim-CE

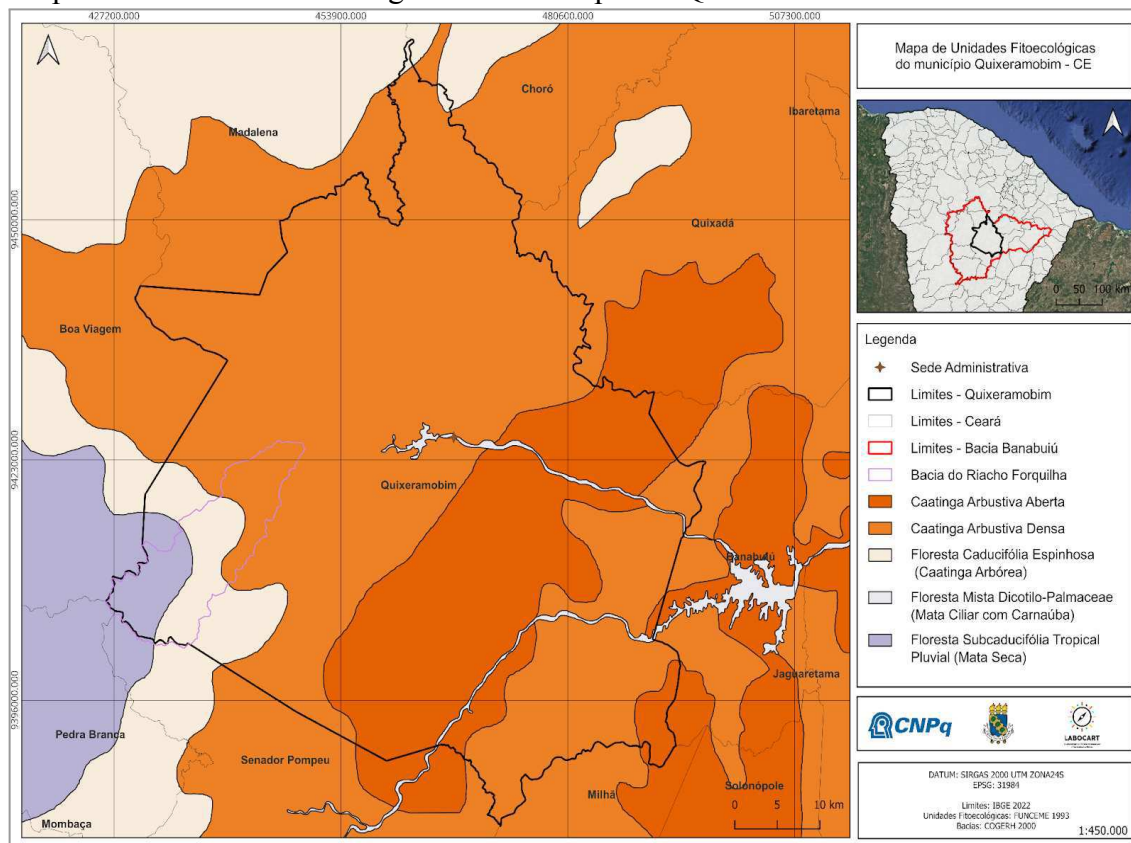


Fonte: Elaborado pelo autor

A vegetação predominante da região é ligada às atividades agrárias locais e divide essa maior porcentagem do solo local com a Caatinga arbustiva densa e aberta (Mapa 4). A flora é composta principalmente por espécies da caatinga hiperxerófila, que se encontram

principalmente no domínio semiárido dos Sertões Cearenses. Além das plantas arbustivas, também é possível encontrar árvores como o pau-branco, o juazeiro, a oiticica, o pau-d'arco, a aroeira e o jatobá (CPRM 2018).

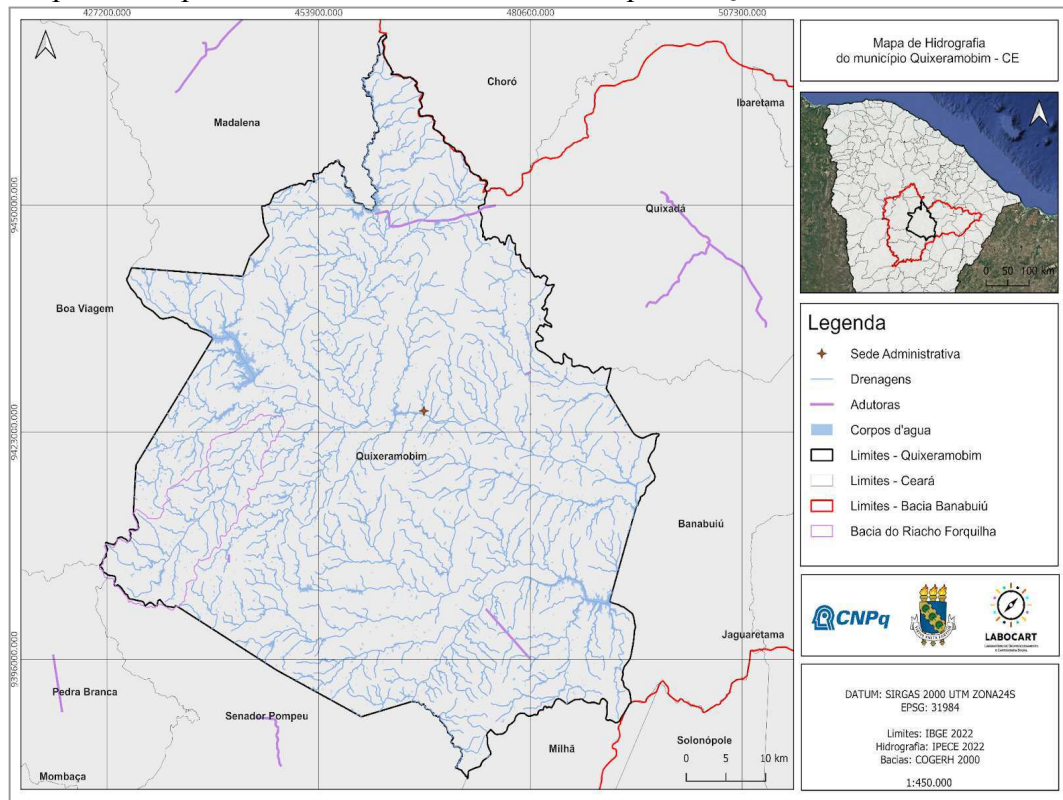
Mapa 4 – Unidades Fitoecológicas do Município de Quixeramobim-CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

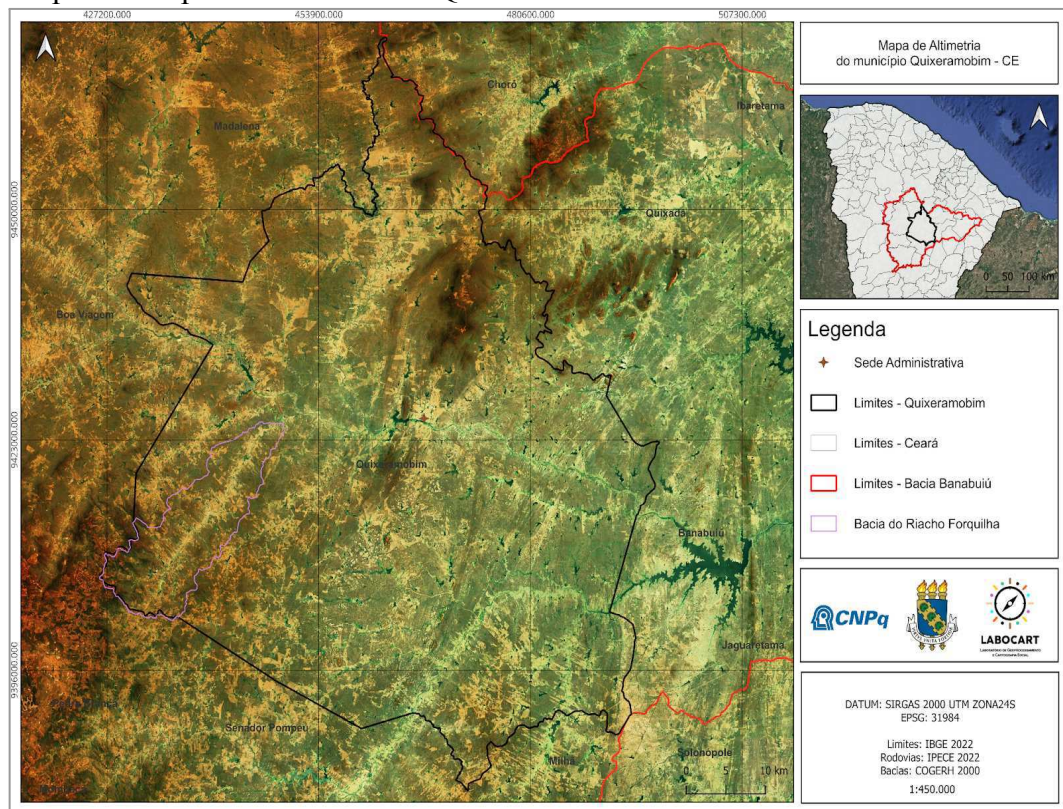
A rede de drenagem da região (Mapa 5) é composta por cursos d'água sazonais e intermitentes com características energéticas relativamente baixas, com o mapa de altimetria (Mapa 6) podemos ainda verificar sobreposições entre os principais cursos d' água e suas congruências com relevo local. O Município está inserido na sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú, e possui duas principais drenagens superficiais, sendo elas os rios Banabuiú e Quixeramobim, apresentando também outras drenagens de menor expressão como os riachos Forquilha, Boa Vista, Quinin e outros. Quanto aos domínios hidrológicos é possível distinguir dois na região, sendo eles o de rochas cristalinas e depósitos aluvionares, o que se caracteriza como um fator negativo de certa forma, as características geológicas de uma formação cristalina acabam por dificultar o armazenamento de água no subsolo que geralmente é potencializada em estruturas porosas e altamente fraturadas, como já abordado anteriormente.

Mapa 5 – Mapa de Recursos hídricos do Município de Quixeramobim-CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Mapa 6 – Mapa de Altimetria de Quixeramobim - CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.4 Instrumentos

É necessário inserir o fato de que o presente trabalho faz parte das pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Geoprocessamento e Cartografia Social (LABOCART), agindo em parceria com demais pesquisadores, alunos de doutorado, mestrado e graduação, do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará. A pesquisa possui como material central o Questionário de Insegurança Hídrica Domiciliar, aplicado na região do vale Forquilha em Quixeramobim.

O instrumento se trata de um questionário elaborado com base no trabalho desenvolvido pela rede “Household Water Insecurity Experiences” (HWISE) e publicado em Young et al. (2019). O protocolo tem o objetivo de facilitar a coleta e análise de dados relacionados às problemáticas hídricas, contendo diversas variáveis para possibilitar a melhor avaliação possível da insegurança hídrica local. Trata-se de um questionário com questões diretas e indiretas divididas por uma escala de mensuração que utiliza de nota 0 a 5, onde 0 representa a situação de menor vulnerabilidade, e o valor mais alto, o oposto (TOMAZ, 2023).

Quanto a amostragem populacional utilizada, seu cálculo foi baseado na quantidade de famílias em cada comunidade da Bacia do Forquilha, apresentando um total inicial de 994, resultando em uma primeira meta amostral de 213 questionários, distribuídos proporcionalmente conforme o peso de cada estrato. Diante da dificuldade de suprir essa meta inicial, foi realizada uma adaptação, a bacia foi dividida em territórios de água, selecionando-se a comunidade mais populosa de cada território. Com essa adaptação o total de famílias reduziu para 455 e a amostra final passou para 170 questionários.

Os dados populacionais foram obtidos por meio de contatos e entrevistas com associações locais, utilizando a autodeclaração das comunidades.

Com o objetivo de tornar as viagens a campo mais fluidas e otimizadas, as questões do questionário e suas formulações foram debatidas pela equipe e refinadas, pensando no público-alvo que seria abordado e nas condições de aplicação. Sempre com o fito de manter a qualidade e precisão final que instrumento poderia proporcionar.

## 2.5 Campo e Tabulação

Para identificar a insegurança hídrica local, é essencial compreender as dinâmicas que influenciam esse problema. Algumas ferramentas, como os mapas temáticos, podem ser úteis para identificar áreas com deficiências de corpos hídricos, ou expressar zonas de seca.

No entanto, o trabalho de campo se mostra fundamental para uma análise mais precisa e segura da insegurança hídrica domiciliar.

Foram realizadas três visitas à zona rural de Quixeramobim, onde questionários foram aplicados a moradores da região do vale Forquilha. Para participar do questionário foram considerados apenas residentes maiores de 18 anos, com conhecimento sobre a obtenção e manejo da água em sua casa.

Durante as três viagens de campo, os questionários foram aplicados em residências escolhidas aleatoriamente, com a participação voluntária dos moradores. A coleta de dados ocorreu de forma tranquila, frequentemente em formato de entrevista, permitindo obter informações adicionais sobre a dinâmica comunitária, como o sistema de distribuição de água. As entrevistas duraram entre 30 minutos e 1 hora. A aplicação ocorria em dois turnos, com cada aplicador realizando, em média, seis entrevistas diárias. Com uma equipe de aproximadamente dez membros (variando entre as viagens), foram aplicados cerca de 180 questionários, atingindo a meta estabelecida para a região da pesquisa. Após a coleta, os dados foram tabulados em um formulário online, pela mesma equipe de aplicação, facilitando sua organização e análise.

## **2.6 Processo de construção cartográfica**

Todo o processo cartográfico realizado na pesquisa teve como principal instrumento o software QGIS (versão 3.34.5), programa gratuito de software livre. Além disso, o programa conta com diversos complementos específicos que foram utilizados como facilitadores de diversos processos, como o “QuickMapServices”, “Numerical Digitize”, “Cluster Analysis” e outros.

A etapa inicial para a elaboração dos mapas consistiu na organização e esquematização das coordenadas coletadas em campo, que foram posteriormente inseridas no software para tratamento. Os pontos foram classificados com base em 12 variáveis do sistema HWISE, como exposto na Tabela 02. A análise utilizou o sistema de pontuação da HWISE Scale, baseado na frequência com que um domicílio experimenta dificuldades relacionadas à água nas últimas quatro semanas e nos últimos quatro meses, categorizando a insegurança hídrica em três níveis: Segurança, Insegurança Leve e Insegurança Média, a classificação de pontos é exposta na Tabela 03.

Tabela 02 - 12 Variáveis do sistema HWISE

Nº	Variável	Pergunta
1	Preocupação	Com que frequência você ou alguém em sua casa se preocupou por não ter água suficiente para todas as necessidades domésticas?
2	Interrupção do Fornecimento	Com que frequência sua principal fonte de água foi interrompida ou limitada?
3	Lavagem de roupas	Com que frequência problemas com a água impediram que as roupas fossem lavadas?
4	Mudança de rotina	Com que frequência você ou alguém em sua casa teve que mudar planos devido a problemas com a água?
5	Alimentação	Com que frequência você ou alguém em sua casa precisou mudar o que estava sendo comido por problemas com a água?
6	Higiene das mãos	Com que frequência você ou alguém em sua casa ficou sem lavar as mãos após atividades sujas devido a problemas com a água?
7	Higiene Corporal	Com que frequência você ou alguém em sua casa ficou sem lavar o corpo devido a problemas com a água?
8	Água para beber	Com que frequência não houve tanta água para beber quanto você ou alguém da sua casa gostaria?
9	Raiva	Com que frequência você ou alguém em sua casa se sentiu com raiva por causa da situação da água?
10	Dormir com sede	Com que frequência você ou alguém em sua casa foi dormir com sede por falta de água?
11	Falta total de água	Com que frequência não havia nenhuma água utilizável ou potável na sua casa?
12	Vergonha/Estigma	Com que frequência problemas com água fizeram você ou alguém em sua casa sentir vergonha, exclusão ou estigma?

Fonte: Young et al. 2019

Tabela 03 - Sistema de pontuação HWISE

Frequência	Pontuação
Nunca (0 vezes)	0
Raramente (1-2 vezes)	1
Às vezes (3-10 vezes)	2
Frequentemente (11-20 vezes)	3
Sempre (mais de 20 vezes)	3

Fonte: Young et al. 2019

O escore final do domicílio é calculado somando os pontos obtidos em todas as 12 variáveis. O resultado varia de 0 a 36, onde valores mais altos indicam maior insegurança hídrica. Esse método permite identificar populações vulneráveis, monitorar tendências e avaliar o impacto de políticas públicas voltadas à segurança hídrica (YOUNG et al. 2019).

No total, aproximadamente 180 coordenadas foram inseridas no software QGIS, com o auxílio do complemento “Numerical Digitize”, permitindo a geração precisa dos pontos em uma camada predefinida.

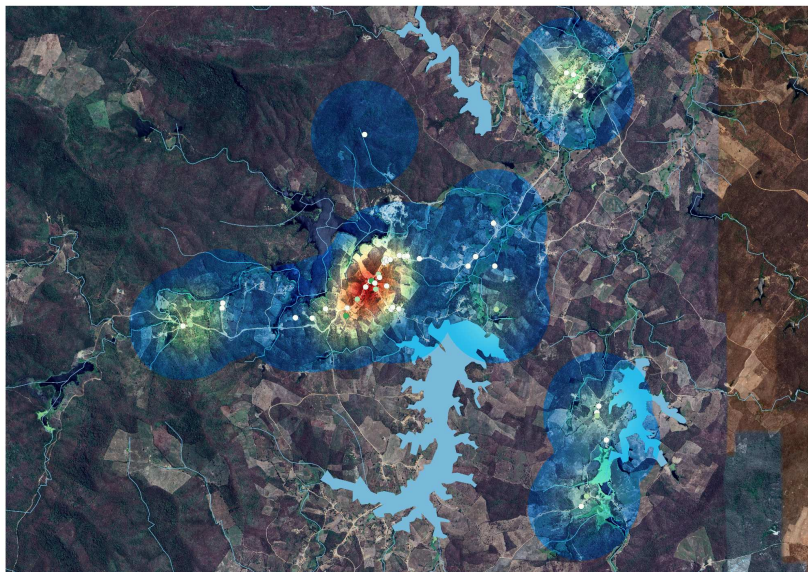
Concluída a fase de geração da camada inicial, foi necessário estudar e avaliar métodos de espacialização que permitissem uma demonstração satisfatória dos dados coletados, a grande quantidade de pontos acaba gerando um excesso de informações visuais, o que dificulta a representação e interpretação desses dados. Com o objetivo de construir um produto de fácil entendimento, mesmo por pessoas que não tenham experiência com a leitura de mapas, essa problemática precisou ser contornada.

Para facilitar a visualização dos dados, além das camadas de pontos os dados também foram especializados em forma de Mapa de Calor, essa metodologia pode ser resumida como um processo de análise espacial, utilizando o modelo Kernel Density Estimation (KDE), o KDE calcula a densidade de pontos em uma determinada área, aplicando uma função de suavização (kernel) para gerar uma superfície contínua, classificando essas áreas por meio da coloração, gerando assim uma imagem raster em escala de cinza. Sendo assim a área que apresentar uma densidade mais baixa terá uma cor mais clara e em zonas de maior densidade serão observados tons mais escuros.

Na construção específica, o *heatmap* de insegurança foi construído utilizando uma escala de pesos para a análise dos pontos, com base nos valores da escala de classificação e nas variáveis da rede HWISE. Os pesos foram classificados de forma que as feições de segurança apresentavam peso 0, Insegurança leve peso 4 e os pontos de Insegurança média foram considerados como peso 10. Já o *heatmap* realizado com base nos pontos de segurança seguiu o procedimento padrão, ou seja, sem a definição de peso por pontos, considerando apenas a densidade de pontos por área.

Para tornar a visualização mais intuitiva, os heatmaps passaram por um processo de estilização, utilizando um gradiente de cores de azul a vermelho para representar intensidades. Além disso, foi necessário ajustar a transparência das imagens, pois seu preenchimento padrão é sólido e poderia ocultar informações de fundo. Para solucionar isso, foi aplicada a opção “Sobrepor”, que mistura a imagem raster com o fundo sem alterar as cores do *heatmap*, garantindo um resultado visual mais claro e informativo (Figura 2).

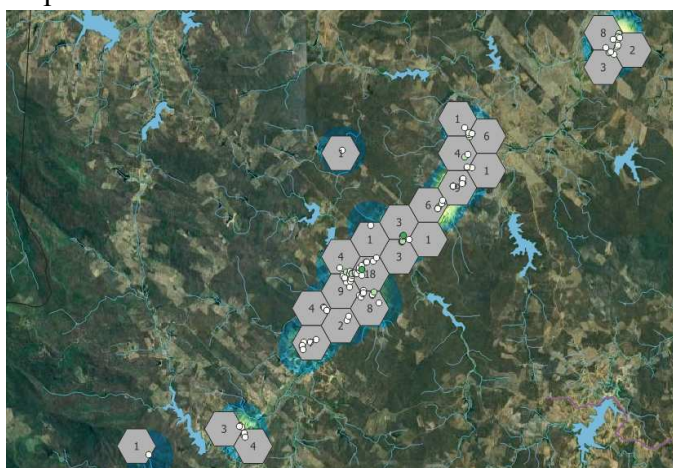
Figura 2 - Recorte do mapa de calor estilizado.



Fonte: Elaborado pelo autor

O Styled density map (Figura 3) foi utilizado com dois objetivos principais, facilitar a visualização da quantidade de pontos por área e para dividir a área dos pontos em núcleos, que será extremamente útil para a verificação principal desta pesquisa, que é a correlação entre a densidade de pontos presentes numa área e seu valor final de insegurança hídrica. O raio utilizado para limitar a área dos polígonos foi de 700 metros na escala real, o que gerou um total de 41 hexágonos (Figura 3), que para efeitos práticos chamaremos de “núcleos”. É a partir desses núcleos de densidade que serão feitas as comparações entre a média total de insegurança e a quantidade de pontos.

Figura 3 - Visualização de projeto da camada density map



Fonte: Elaborado pelo autor

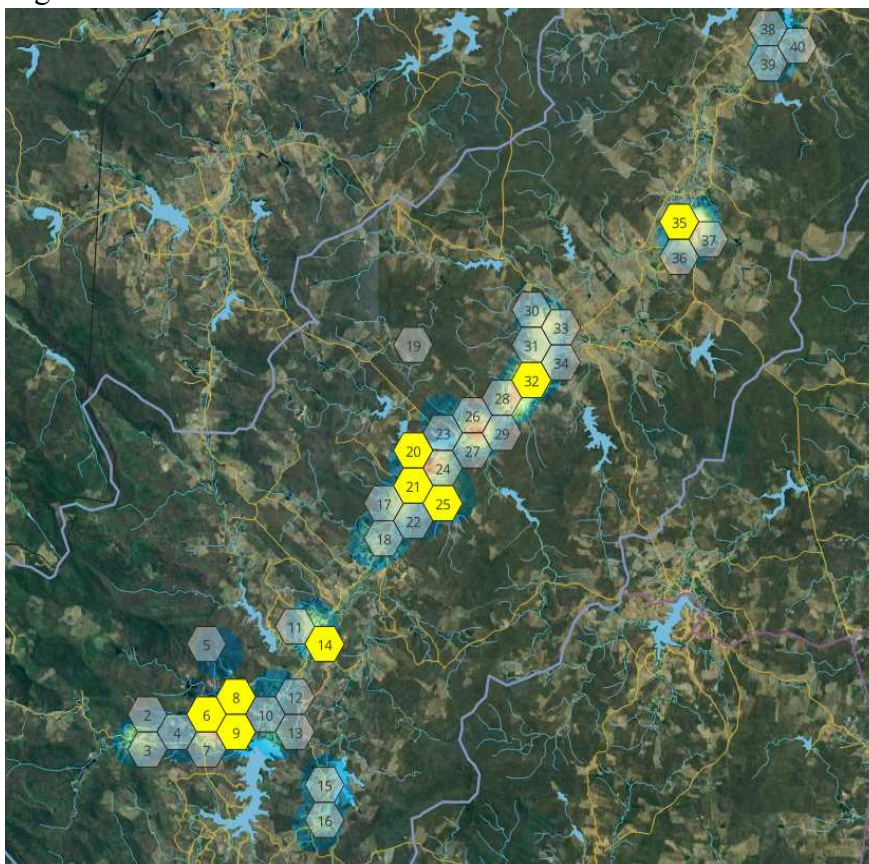
Desta forma foram obtidos os núcleos, que serão importantes para o processo de verificação da relação entre a densidade e os valores de insegurança. Após a conclusão do processo de divisão dos pontos por núcleo o próximo passo se deu na realização da amostragem dos pontos em relação ao mapa de calor, por meio da função “Amostrar valores do raster”, onde é selecionada uma camada de pontos e após o processo é gerada uma nova camada vetorial igual a selecionada, com as informações do valor do raster correspondente a sua localização exata, ou seja, um ponto que esteja localizado em uma região do mapa de calor com intensidade 7,237 terá esse valor precisamente discriminado na tabela de atributos na coluna “SAMPLE\_1” por padrão.

## **2.7 Verificação da correlação Vulnerabilidade x Densidade**

Com os processos realizados até esse ponto obtemos uma separação por núcleo da área com uma boa distribuição de pontos, e uma camada vetorial dos pontos com seus respectivos valores amostrais de insegurança. Para verificar a correlação dos valores de insegurança e a densidade de pontos, o método escolhido consiste em realizar a comparação entre o valor médio de insegurança entre núcleos de mesma quantidade de pontos, aplicando posteriormente o cálculo do coeficiente de Pearson. Deste modo caso fosse verificada relação diretamente proporcional entre a média de insegurança e a quantidade total de pontos isso indicaria que o valor de insegurança estaria sendo diretamente influenciado pelo número de pontos analisados.

Para realizar a análise foram escolhidos 9 núcleos, 3 com 9 pontos em sua área, outros 3 com 8 pontos cada e 3 outros núcleos com 4 pontos (Figura 4). Cada núcleo tiveram seus pontos, com os respectivos valores de insegurança amostrados, listados em planilha onde foi calculada a média da insegurança de cada núcleo. Os núcleos selecionados para a análise estão apresentados a seguir identificados pelos ID's 6, 8, 9, 14, 20, 21, 25, 32 e 35 .

Figura 4 - Núcleos utilizados na análise.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os núcleos foram selecionados utilizando como principal critério a quantidade de pontos, para verificar o desvio do valor de vulnerabilidade em núcleos diferentes com uma mesma quantidade de pontos. Os núcleos com 9 pontos correspondem aos de ID 8, 21 e 32, com 8 pontos os núcleos 9, 25 e 35 e com 4 pontos foram selecionados os ID's 6, 14 e 20 (Figura 4).

Esses núcleos foram tabulados com os pontos e seus respectivos valores de insegurança, como demonstrado na Figura 5, informando os núcleos e seus respectivos pontos, ambos identificados pelo seu ID da camada vetorial, o valor da amostragem de insegurança também foi listado na planilha. A média dos valores foi calculada utilizando o próprio programa de planilhas do Google.

Figura 5 - Quadro de núcleos analisados.

Pontos Núcleo (ID8)	Amostragem	Pontos Núcleo (ID21)	Amostragem	Pontos Núcleo (ID32)	Amostragem
1	16,93346405	29	15,84365082	4	19,90620422
46	16,33181763	45	7,662371159	28	18,5609169
47	15,6428442	57	17,07275391	30	18,72345543
79	14,74829388	61	10,79073811	40	19,90620422
80	13,88840675	64	12,52375221	73	19,86493301
83	8,747745514	87	11,99198914	128	19,86493301
97	7,056732178	107	14,28344822	129	19,90620422
99	5,51970005	137	12,19319153	130	18,04005432
102	1,725015283	142	12,92180634	144	19,03440857
Média:	11,17711328	Média:	12,80930016	Média:	19,31192377
Pontos Núcleo (ID35)	Amostragem	Pontos Núcleo (ID9)	Amostragem	Pontos Núcleo (ID25)	Amostragem
7	16,76710129	12	23,62612343	14	3,999995947
19	16,76284218	24	21,81156349	62	3,054327726
33	16,22821236	48	19,60441589	65	1,758132696
34	14,90094852	84	22,15562248	67	2,754408836
105	8,619581223	85	23,85051155	88	3,85144949
148	16,39300537	134	9,081216812	111	1,701005816
157	16,13822556	135	5,450385094	118	2,280072927
158	15,85544395	140	9,193802834	119	3,784748554
Média:	15,20817006	Média:	16,8467052	Média:	2,898017749
Pontos Núcleo (ID6)	Amostragem	Pontos Núcleo (ID20)	Amostragem	Pontos Núcleo (ID14)	Amostragem
25	22,65759277	139	7,415139198	151	6,103762627
39	23,99544144	27	16,22252274	149	6,814780235
113	24,16319084	109	18,78065872	35	6,992934227
51	24,81185532	138	19,67853546	150	7,133831024
Média:	23,90702009	Média:	15,52421403	Média:	6,761327028

Fonte: elaborado pelo autor

Para não utilizar apenas a análise básica de média dos valores, em adição, será utilizado o coeficiente de Pearson para aumentar a confiança da análise, este método estatístico é amplamente utilizado para mensurar a força e direção da relação linear entre duas variáveis quantitativas (FILHO, 2009).

Em termos estatísticos, duas variáveis se associam quando apresentam semelhanças na distribuição de seus valores. Mais precisamente, elas podem se associar a partir da distribuição das frequências ou pelo compartilhamento de variância. No caso da correlação de Pearson vale esse último parâmetro, ou seja, ele é a medida de uma variância compartilhada entre duas variáveis (FILHO, 2009).

O coeficiente da correlação de Pearson varia de -1 a 1, onde sinal indica se a relação é positiva ou negativa e o valor sugere a força dessa relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (FILHO, 2009).

O coeficiente de Pearson (r) é calculado pela seguinte expressão:

$$r = \frac{\sum(X_i - \underline{X})(Y_i - \underline{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \underline{X})^2 \sum(Y_i - \underline{Y})^2}}$$

Onde:

- $X_i$  representa o número de pontos em cada núcleo,
- $Y_i$  é a média de insegurança hídrica no núcleo,
- $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  são as respectivas médias das variáveis.

O numerador representa o somatório dos produtos das diferenças entre cada valor individual e sua média correspondente. Isso mede a covariância entre as variáveis. O denominador é o produto da raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças de cada valor em relação à média. Isso normaliza a covariância, garantindo que o coeficiente esteja entre -1 e 1. Desta forma: Valores próximos de 1 indicam correlação positiva forte; Valores próximos de -1 indicam correlação negativa forte; Valores próximos de 0 indicam pouca ou nenhuma correlação.

A análise foi realizada utilizando código Python, o coeficiente obtido permite compreender se a quantidade de pontos em cada núcleo influencia a insegurança hídrica média. Além disso, o resultado do coeficiente indica a significância estatística da correlação encontrada, determinando se a relação observada é confiável ou fruto do acaso (p-valor).

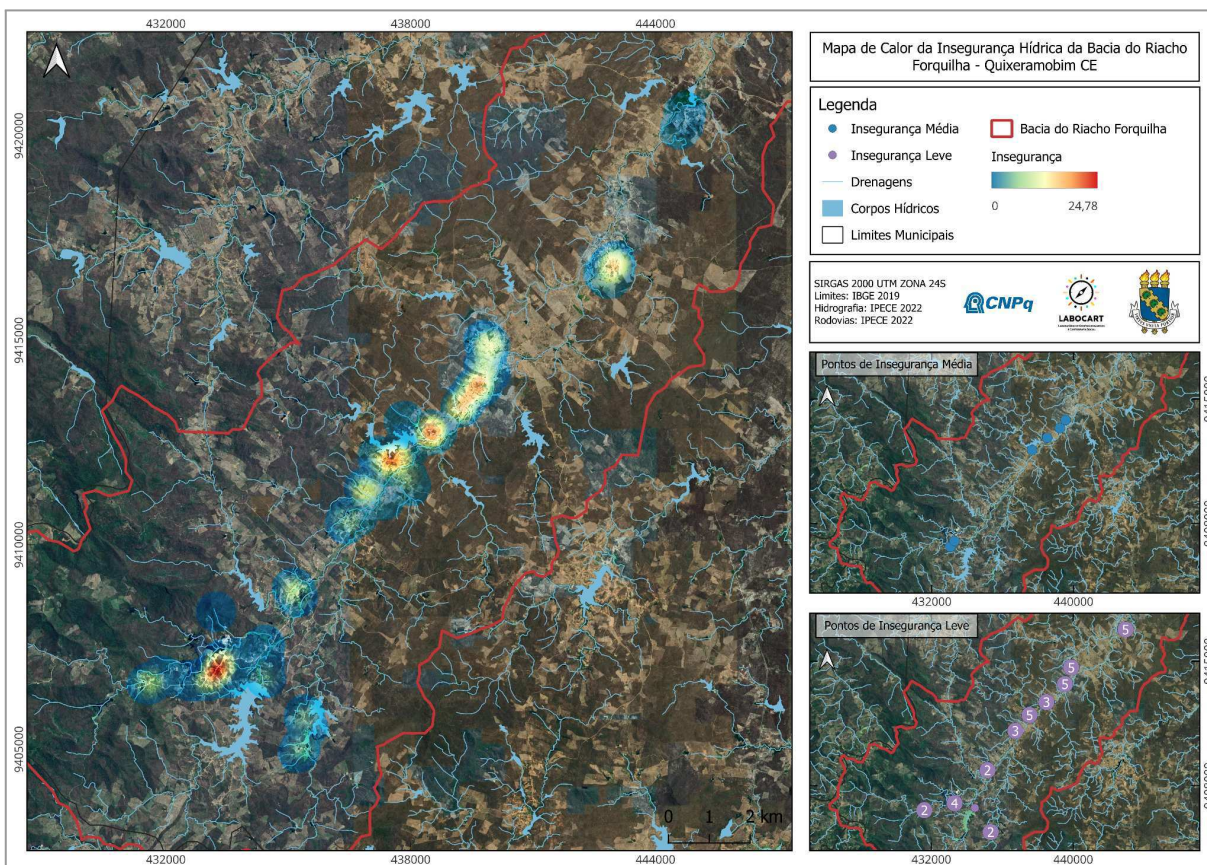
Esse método fornece uma abordagem quantitativa para explorar padrões na distribuição da insegurança hídrica, auxiliando na identificação de fatores que possam influenciar a vulnerabilidade dos núcleos estudados.

### 3. RESULTADOS

Os primeiros objetivos alcançados, e conseqüentemente os primeiros produtos resultantes da pesquisa se deram ainda no início, a sistematização dos dados socioambientais e o coletivo dos mapas temáticos elaborados. Essa produção apresenta uma síntese completa de todos os elementos gerais da região, culminando em uma descrição geral do município, dessa forma algumas feições ambientais podem ser identificadas ou verificadas, como a formação de vale da região, que pode ser visualizada ao analisarmos informações dos mapas de relevo, hidrologia e localização. O primeiro demonstra a declividade no centro da região e suas “bordas” elevadas, o mapa de hidrologia nos informa o curso de rio presente no vale, além dos trechos de estradas que também seguem o mesmo curso.

Posteriormente as fases de campo e tabulação, processo fundante do objetivo final, o próximo objetivo alcançado foi a construção da cartografia principal deste trabalho, a representação cartográfica dos níveis de insegurança hídrica na região da Bacia do Riacho Forquilha, vide mapa 7.

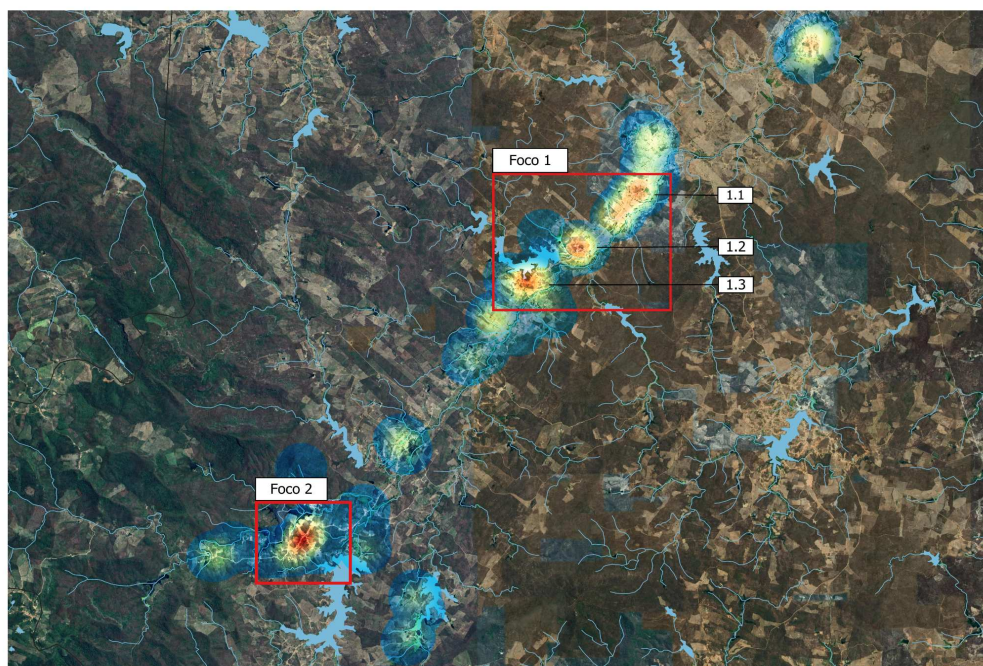
Mapa 7 - Mapa de Calor da Insegurança Hídrica da Bacia do Riacho Forquilha - Quixeramobim CE



Fonte: Elaborado pelo autor

A cartografia apresentada expressa de forma clara e objetiva os focos de insegurança hídrica na região. Podemos concluir que as residências ocorrem na região central da área da bacia, acompanhando o curso do rio. Para tratarmos dos focos de insegurança é facilitador primeiramente identificá-los, verifique a figura a seguir.

Figura 6 - Principais focos de insegurança.



Fonte: Elaborado pelo autor

Por meio da representação do mapa de calor, podemos verificar claramente nos tons mais quentes, a concentração de duas principais zonas de insegurança hídrica em diferentes locais, uma região ao sudeste do mapa concentrada em uma área relativamente pequena, enquanto a segunda zona abrange um área maior. Para fins práticos identificamos a região mais ao sul como 2 e a central como 1, nesta segunda individualizando ainda três focos menores no seu interior, designados por 1.1, 1.2, e 1.3 do mais ao norte para o mais ao sul respectivamente.

A zona 1 apresenta uma tonalidade mais leve (o que indica menor vulnerabilidade) em comparação a zona 2, porém abrangendo um espaço maior, nela podemos visualizar três focos mais concentrados, o foco 1.1 apresentando a menor vulnerabilidade e sendo o maior dentre os três. Ademais os focos 1.2 e 1.3 tem configurações bem parecidas, uma concentração pontual de insegurança mais acentuada. A julgar a proximidade da região com corpos hídricos é possível que a insegurança observada na zona 1 aconteça devido a problemas de distribuição, analisando a configuração espacial e o nível alto/moderado de vulnerabilidade, podemos inferir que se trate de uma região abastecida por uma mesma estrutura já degradada e/ou apresentando problemas constantes que afetem a qualidade da água ou sua distribuição, caso em que a melhoria dessa infraestrutura poderia trazer melhores condições para os moradores dessa região. A priori isso não pode ser colocado com precisão, mas é destacável que o produto possa viabilizar essas análises.

Ademais podemos encontrar regiões de tonalidade mais clara, amarelada ou azulada, que representam um nível médio/baixo de preocupação, indicando que as residências dessas zonas podem experimentar interrupções momentâneas da distribuição ou situações em que a água não demonstre qualidade ideal, porém numa frequência ou gravidade em que esses acontecimentos não caracterizam nível crítico de vulnerabilidade.

Na zona 2 podemos visualizar o que seria o foco de vulnerabilidade mais crítico da região, expressivo tanto na área que abrange como também na coloração apresentada. Essas características indicam que essa área sofre com as piores condições hídricas da região estudada na pesquisa, podemos chegar a conclusões diversas para a causa desse ponto de destaque, como poluição do principal reservatório utilizado, ou questões ligadas ao desgaste ou distanciamento das infraestruturas hídricas e diversos outros fatores que poderiam se colocar como causadores dessa situação. Apesar dessa análise se caracterizar como multifatorial, de qualquer forma podemos concluir a necessidade de melhorias na região, para que essas populações que atualmente se encontram em zonas de insegurança possam usufruir de uma qualidade de vida adequada.

Como resultado da pesquisa, temos a verificação da correlação entre a Insegurança hídrica e a densidade de pontos por área. Seguindo a metodologia apresentada anteriormente, foi chegado ao seguinte resultado (tabela 4).

Tabela 4 - Média de insegurança e quantidade de pontos dos núcleos analisados.

Núcleo analisado	Nº de pontos	Média de Insegurança
ID 8	9	11,1771
ID 21	9	12,8093
ID 32	9	19,3119
ID 35	8	15,2081
ID 9	8	16,8467
ID 25	8	2,8980
ID 6	4	23,9070
ID 20	4	15,5242
ID 14	4	6,7613

Fonte: Elaborado pelo autor

Como se pode observar a média de insegurança variou bastante entre os núcleos amostrados, demonstrando desvio padrão de 4,3035 nos núcleos com 9 pontos, 7,6244 nos núcleos com 8 pontos e 8,5735 nos núcleos com 4 pontos.

Já o cálculo do coeficiente de Pearson ( $r$ ) nos trouxe ao resultado: -0.146, com um p-valor de 0.707.

O valor de -0.146 indica uma correlação negativa e considerada fraca entre as variáveis, ou seja, um leve padrão onde mais pontos no núcleo podem estar associados a menores médias de insegurança, contudo, essa relação é muito fraca para considerar uma influência direta entre variáveis. Dancey e Reidy (2005) apontam para a seguinte classificação;  $r = 0,10$  até  $0,30$  (fraco);  $r = 0,40$  até  $0,60$  (moderado);  $r = 0,70$  até  $1$  (forte) variando positiva e negativamente conforme o sinal. Desta forma o resultado obtido se encaixa na classificação de fraca ligação.

O p-valor de 0.707 também sugere que essa correlação não é estatisticamente significativa, basicamente indicando que há uma probabilidade de 70,7% de que esses dados sejam observados mesmo em uma hipótese em que definitivamente não exista correlação real (geralmente, um p-valor abaixo de 0.05 indicaria significância). Como essa chance é muito alta, podemos concluir que não há ligação estatística significativa entre as variáveis, ou seja, não há relação diretamente proporcional entre o número de pontos e a média de insegurança calculada.

#### **4. CONCLUSÃO**

Este estudo buscou espacializar a insegurança hídrica na bacia do riacho Forquilha por meio de abordagens cartográficas, oferecendo uma compreensão visual dos desafios enfrentados pela região estudada.

Os resultados demonstraram que a distribuição dos esforços relacionados à disponibilidade de recursos hídricos, segue carecendo de aprimoramentos em regiões mais afastadas dos grandes centros, evidenciando disparidades entre diferentes áreas.

O aprimoramento da infraestrutura regional poderia se colocar como objeto principal de uma mudança permanente na qualidade de vida dessas populações, que teria sua rotina amplamente facilitada caso as problemáticas relacionadas ao acesso à água fossem remediadas.

Ao longo da pesquisa, foi possível atingir os objetivos propostos, incluindo a elaboração de mapas temáticos que ilustram características gerais do município de Quixeramobim, e a espacialização da insegurança hídrica local, que foi realizada de forma clara e satisfatória.

Quanto ao objetivo principal, a análise espacial permitiu identificar áreas críticas que necessitam de intervenções prioritárias, o que pode contribuir para a formulação de políticas públicas mais eficazes, e a verificação estatística concluiu que os valores finais de insegurança são confiáveis e não possui correlações que poderiam prejudicar a análise.

Dessa forma, este trabalho reforça a importância da cartografia como ferramenta para análises de vulnerabilidades socioambientais e planejamento territorial, evidenciando a necessidade de uma gestão mais igualitária e sustentável dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

- ANA, Agência Nacional de Águas. **ATLAS Nordeste – Abastecimento Urbano de Água – Relatório Síntese – Dezembro/2005** / Agência Nacional de Águas, estudos realizados pelo Consórcio Engercops /Projetec/ Geoambiente / Riverside. --- Brasília: ANA, SPR, ‘2005. 188p.
- BURTE, Julien D.P. **Os Pequenos aquíferos aluviais nas áreas cristalinas semi-áridas: funcionamento e estratégias de gestão: estudo de caso no Nordeste brasileiro = Les petits aquifères alluviaux en zones semi-arides: fonctionnement et stratégies de gestion. Etude de cas dans le Nordeste brésilien.** 2008. 289f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará / Université Montpellier. Fortaleza, 2008.
- CIRILO, José A. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido.** Estudos avançados 22 (63), 2008.
- COSTA, Fabiane H.S. et al. **Determinação da vulnerabilidade ambiental na bacia Potiguar, região de Macau (RN), Utilizando sistemas de informações geográficas.** Revista Brasileira de Cartografia No 58/02, Agosto, 2006
- FILHO, Dalson B.F. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson** ®. UFPE. Revista Política Hoje, Vol. 18, n. 1, 2009.
- INSA, Instituto Nacional do Semiárido. **Recursos hídricos em regiões semiáridas.** Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p.
- LIMA, Antonia Ádonna Guedes de. **Insegurança hídrica domiciliar em comunidades suscetíveis a seca no município de Maranguape - Ce / Antonia Adonna Guedes de Lima.** - 2019. 269 f.: il. color. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2019.
- MEDEIROS, Cleyber N. **Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia (CE): Subsídios ao ordenamento territorial.** 2014. Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2014.
- RODRIGUEZ, José M.M. **Geoeecologia das paisagens [livro eletrônico] : uma visão geossistêmica da análise ambiental.** / José Manuel Mateo Rodriguez, Edson Vicente da Silva, Agostinho de Paula Brito Cavalcanti. 6. ed. – Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.
- RIBEIRO, Sidnei L. **Considerações iniciais sobre a segurança hídrica do Brasil.** Rev. Bra. Est. Def. v. 4, nº 1, jan./jun. 2017, p. 155-180.
- SANTOS, Jader de Oliveira. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial.** 2011. 331f. Tese (doutorado) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.
- SILVA, Geovannia.; RODRIGUES, Luana.; CAVALCANTI, Andréa.; SANTOS, Jader. **Caracterização ambiental do município de Quixeramobim - CE como subsídio ao**

**planejamento ambiental e territorial.** Revista Equador (UFPI), Vol. 13, Nº 1, Ano 2024, p.70-92.

TOMAZ, Paula A.; SANTOS, J.O.; JEPSON, W. **Insegurança Hídrica Domiciliar e Vulnerabilidade Social em Contexto Municipal do Semiárido Cearense.** Sociedade & Natureza. Uberlândia, MG. v.35. e69988. 2023.

TOMAZ, Paula Alves. **Insegurança hídrica domiciliar no município de Forquilha, Ceará, Brasil.** 2019. 225f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

YOUNG SL, Boateng GO, Jamaluddine Z, et al. **The Household Water InSecurity Experiences (HWISE) Scale: development and validation of a household water insecurity measure for lowincome and middle-income countries.** BMJ Global Health 2019;4:e001750. doi:10.1136/ bmjgh-2019-001750

ZANELLA, Maria E. **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino.** Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 126-142, 2014.