



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

CAROLINE DOMINGOS DE AMORIM

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE E DAS CONDIÇÕES
DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE QUIXERAMOBIM,
CE**

FORTALEZA

2023

CAROLINE DOMINGOS DE AMORIM

ANÁLISE DA FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE E DAS CONDIÇÕES DE
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE QUIXERAMOBIM, CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki.

FORTALEZA

2023

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)

A543a Amorim, Caroline Domingos de.

Análise da fragilidade potencial e emergente e das condições de sustentabilidade ambiental no município de Quixeramobim, CE / Caroline Domingos de Amorim. – 2023.
136 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki.

1. Suscetibilidade. 2. Semiárido. 3. Sistemas ambientais. 4. Mapas temáticos. I. Título.

CDD 910

CAROLINE DOMINGOS DE AMORIM

ANÁLISE DA FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE E DAS CONDIÇÕES DE
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE QUIXERAMOBIM, CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Aprovada em: 18/09/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Dra. Caroline Vitor Loureiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Quixadá

Profª. Dra. Marta Celina Linhares Sales
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Antônio e Ivanilda.

Aos meus irmãos, Karine e Wellington.

A minha avó, Raimunda *in memoriam*.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sua proteção, força e orientação em minha vida.

À minha querida família, em especial a minha mãe, Antonia Ivanilda Domingos e meu pai Antonio Ribeiro de Amorim, pelos valiosos conselhos, cuidados e incentivos.

À minha avó Raimunda Brasilino *in memorian*, por sempre ter me encorajado e acreditado que os meus sonhos seriam possíveis. Eternas saudades e queridas lembranças.

À UFC, pelo acolhimento, por todos os subsídios e oportunidades que me proporcionou durante o mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Quero agradecer em especial ao Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki, pelos valiosos ensinamentos e orientações.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia que tive a honra de conhecer, pelo excelente trabalho e conhecimento compartilhado.

As professoras participantes da banca examinadora, Caroline Vitor Loureiro e Marta Celina Linhares Sales, pelas valiosas colaborações.

Aos meus queridos amigos que me ajudaram de alguma forma para a execução dessa pesquisa.

Gratidão a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

“A ótica dinâmica impõe-se em matéria de organização do espaço (...) A ação humana é exercida em uma natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade.” (TRICART, 1977, p.35.)

RESUMO

A ocupação humana nos ambientes naturais frequentemente leva à ocorrência de desequilíbrios ambientais. Compreender essa interação é fundamental para entender os processos que afetam os sistemas ambientais, como é o caso da degradação e as suas consequências expostas por meio de impactos e riscos. Diante de tal questão, destaca-se a relevância do estudo da fragilidade ambiental, o qual utiliza uma abordagem relacionada aos princípios da ecodinâmica, possibilitando uma análise dos componentes ambientais de forma integrada e o conhecimento dos níveis de fragilidade para determinadas áreas. Dessa forma, permite uma avaliação das potencialidades e limitações dos ambientes, assim como a elaboração de um melhor planejamento ambiental e gestão territorial. O recorte espacial de estudo foi o município de Quixeramobim, Ceará, uma área que apresenta expressivas mudanças decorrentes das formas de apropriação do espaço e carece de pesquisas relacionadas a essa temática. A presente pesquisa objetivou analisar a fragilidade ambiental potencial e emergente no município de Quixeramobim, adotando a metodologia proposta por Ross (1994), com algumas adaptações. Considerou-se para a fragilidade ambiental potencial os seguintes componentes naturais: pedologia, cobertura vegetal, pluviosidade, geologia e geomorfologia, e para fragilidade ambiental emergente, incluíram-se as modificações realizadas pela ação humana por meio da variável uso e ocupação da terra. Deste modo, seguem-se algumas etapas metodológicas: pesquisa bibliográfica, levantamento cartográfico e de sensoriamento remoto, trabalho de campo, classificação dos dados, processamento dos dados e a avaliação dos resultados, com base nos critérios utilizados por Souza (2000), relacionando os níveis de fragilidade às condições de sustentabilidade ambiental. Os resultados mostraram que cerca de 34,35% do território municipal possui Fragilidade Potencial Baixa (FPB), 25,60% têm Fragilidade Potencial Média (FPM) e 40,06% exibe Fragilidade Potencial Alta (FPA). Quanto à Fragilidade Emergente, 28,10% possui Fragilidade Emergente Baixa (FEB), 44,17% apresenta Fragilidade Emergente Média (FEM) e 27,17% revela Fragilidade Emergente Alta (FEA). Verificou-se que a sustentabilidade ambiental diminui à medida em que são notadas altas fragilidades. Portanto, colocou-se como essencial o cumprimento e a elaboração de políticas ambientais, políticas públicas e políticas específicas, centrando-se no desenvolvimento sustentável. A falta de medidas sustentáveis pode garantir o aumento da degradação e conseqüentemente da fragilidade.

Palavras-chave: suscetibilidade; semiárido; sistemas ambientais; mapas temáticos.

ABSTRACT

Human occupation in natural environments often leads to the occurrence of environmental imbalances. Understanding this interaction is fundamental to comprehend the processes that affect environmental systems, such as degradation and its exposed consequences through impacts and risks. In the face of such a question, the relevance of studying environmental fragility is highlighted, which employs an approach related to the principles of ecodynamics, enabling an integrated analysis of environmental components and the knowledge of fragility levels for specific areas. Thus, it allows an assessment of the potentialities and limitations of the environments, as well as the development of better environmental planning and territorial management. The spatial study area was the municipality of Quixeramobim, Ceará, an area that presents significant changes due to forms of spatial appropriation and lacks research related to this theme. The present research aimed to analyze potential and emerging environmental fragility in the municipality of Quixeramobim, adopting the methodology proposed by Ross (1994), with some adaptations. The following methodological steps were undertaken: bibliographic research, cartographic and remote sensing survey, fieldwork, data classification, data processing, and the evaluation of results, based on criteria used by Souza (2000), relating fragility levels to conditions of environmental sustainability. The results indicated that approximately 34.35% of the municipal territory has Low Potential Fragility (LPF), 25.60% has Medium Potential Fragility (MPF), and 40.06% exhibits High Potential Fragility (HPF). Regarding Emerging Fragility, 28.10% has Low Emerging Fragility (LEF), 44.17% presents Medium Emerging Fragility (MEF), and 27.17% reveals High Emerging Fragility (HEF). It was verified that environmental sustainability decreases as high fragilities are noted. Therefore, the fulfillment and elaboration of environmental policies, public policies, and specific policies, focusing on sustainable development, were considered essential. The lack of sustainable measures can ensure the increase of degradation and consequently of fragility.

Keywords: susceptibility; semiarid; environmental systems; thematic maps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo	18
Figura 2 – Síntese para a compreensão dos sistemas ambientais	22
Figura 3 – Fatores que impulsionam a fragilidade nos ambientes	24
Figura 4 – Etapas para obtenção do ICR	37
Figura 5 – Câmara municipal de Quixeramobim	52
Figura 6 – Casa de Antônio Conselheiro	53
Figura 7 – Entrada do Memorial Antônio Conselheiro	53
Figura 8 – Estação ferroviária	54
Figura 9 – Ponte metálica	54
Figura 10 – Prefeitura municipal de Quixeramobim	55
Figura 11 – Marco do centro geográfico do Ceará	55
Figura 12 – Açude Engenheiro José de Cândido de Paula Pessoa	56
Figura 13 – Igreja matriz	56
Figura 14 – Potencialidade do turismo aventura em Quixeramobim	58
Figura 15 – Pirâmide etária do município de Quixeramobim (2010)	60
Figura 16 – Delimitação ilustrativa da Zona urbana de Quixeramobim	61
Figura 17 – Alguns empreendimentos em Quixeramobim	64
Figura 18 – Fábrica de calçados	65
Figura 19 – Área Q	65
Figura 20 – Hospital Regional do Sertão Central	68
Figura 21 – Climograma do município de Quixeramobim (1991-2020)	69
Figura 22 – Mapa de intensidade pluviométrica	70
Figura 23 – Mapa de hidrografia	72
Figura 24 – Vegetação do município de Quixeramobim	76

Figura 25 – Vegetação com influência fluvial e vegetação rupícola	77
Figura 26 – Mapa das classes de solo de Quixeramobim	78
Figura 27 – Mapa das unidades litoestratigráficas do município de Quixeramobim	81
Figura 28 – Unidades Geomorfológicas de Quixeramobim	89
Figura 29 – Vista da depressão sertaneja em meio aos relevos residuais	90
Figura 30 – Relevos residuais	90
Figura 31 – Mapa de ICR do município de Quixeramobim	92
Figura 32 – Mapa de fragilidade potencial	93
Figura 33 – Mapa de fragilidade emergente	94
Figura 34 – Mapa de uso e ocupação do solo de Quixeramobim	99
Figura 35 – Plantações de milho e feijão na depressão sertaneja	99
Figura 36 – Criação de gado na depressão sertaneja aplainada	100
Figura 37 – Avanço da urbanização na planície fluvial do Rio Quixeramobim	100
Figura 38 – Plantação de milho nas margens do Rio Quixeramobim	101
Figura 39 – Área cercada dentro do rio Quixeramobim	102
Figura 40 – Resíduos domésticos	102
Figura 41 – Placa de sinalização e lixeira personalizada	103
Figura 42 – Canalização do rio (Quixeramobim, Planalto Nova Pompeia, zona urbana)	104
Figura 43 – Gravura e pintura rupestre	105
Figura 44 – Mineração desativada na pedra do corte	106
Figura 45 – Mineração desativada de calcário dolomítico	107
Figura 46 – Extração ilegal de granito	108
Figura 47 – Empresa Cal Viva mineração e indústria	108
Figura 48 – Processo de obtenção de rubelita na mina do Condado	109
Figura 49 – Mina de feldspato do pegmatito de Berilândia	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – População de Quixeramobim 1991-2022	61
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores de ICR global	38
Quadro 2 – Valores de fragilidade das unidades litoestratigráficas	39
Quadro 3 – Valores de fragilidade para a variável solo	40
Quadro 4 – Classes de fragilidade pluviométricas	41
Quadro 5 – Níveis hierárquicos dos comportamentos de IP	42
Quadro 6 – Valores de fragilidade para a variável uso e ocupação	43
Quadro 7 – Considerações sobre a fragilidade e a sustentabilidade ambiental	44
Quadro 8 – Distritos do município de Quixeramobim	48
Quadro 9 – População residente em 1991, 2000 e 2010	59
Quadro 10 – Açudes do município de Quixeramobim	71
Quadro 11 – Ordem, etimologia e características principais dos solos do município	79
Quadro 12 – Descrição das unidades litoestratigráficas	82
Quadro 13 – Características dominantes das unidades geomorfológicas/geoambientais ..	88
Quadro 14 – Área e percentual referente às classes de fragilidade potencial e emergente	94
Quadro 15 – Relação fragilidade e sustentabilidade ambiental dos subsistemas ambientais	95
Quadro 16 – Potencialidade, limitações, uso/ impactos dos sistemas/subsistemas ambientais	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
APPs	Áreas de Preservação Permanente
BDIA	Banco de Dados de Informações Ambientais
CCM's	Complexos Convectivos de Mesoescalas
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COCALQUI	Cooperativa de Trabalho da Indústria de Calçados de Quixeramobim
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EMATERCE	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESA	European Space Agency
FACISC	Faculdade de Ciências da Saúde do Sertão Central
FE	Fragilidade Emergente
FEA	Fragilidade Emergente Alta
FEB	Fragilidade Emergente Baixa
FEM	Fragilidade Emergente Média
FF	Frentes Frias
FP	Fragilidade Potencial
FPA	Fragilidade Potencial Alta
FPB	Fragilidade Potencial Baixa
FPM	Fragilidade Potencial Média
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GeoSGB	Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil
HRSC	Hospital Regional do Sertão Central
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICR	Índice de Concentração da Rugosidade
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH	Índice de desenvolvimento Humano

IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDM	Índice de Desenvolvimento Municipal
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPHAN	Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LI	Linhas de Instabilidade
MDE	Modelo Digital de Elevação
NEB	Nordeste do Brasil
OL	Ondas de Leste
ONU	Organização das Nações Unidas
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PEDEA	Plataforma Estadual de Dados Espaciais Ambientais do Ceará
PIB	Produto Interno Bruto
SDA	Secretaria do Desenvolvimento Agrário
SEINFRA	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIGs	Sistemas de Informações Geográficas
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UECE	Universidade Estadual do Ceará
USGS	United States Geological Survey
VCAS	Vórtice Ciclônico de Ar Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCQ	Zona de Cisalhamento de Quixeramobim
ZCSP	Zona de Cisalhamento de Senador Pompeu
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Abordagem Sistêmica e Ecodinâmica	21
2.2	Fragilidade ambiental	24
2.3	A relação fragilidade e sustentabilidade ambiental	28
2.4	A questão da degradação ambiental em ambientes semiáridos	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	Procedimentos para elaboração do mapa de fragilidade ambiental	35
3.1.1	<i>Aplicação do modelo proposto para a análise da fragilidade potencial e emergente e descrição dos produtos cartográficos utilizados na elaboração dos mapas temáticos</i>	36
3.1.1.1	<i>Geomorfologia</i>	36
3.1.1.2	<i>Geologia</i>	38
3.1.1.3	<i>Pedologia</i>	40
3.1.1.4	<i>Pluviosidade</i>	41
3.1.1.5	<i>Cobertura vegetal e uso da terra</i>	43
3.2	CrITÉrios para análise dos resultados de fragilidade e a relação com a sustentabilidade ambiental conforme compartimentação geomorfológica ..	44
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	46
4.1	Localização	46
4.2	História do município	46
4.2.1	<i>O ciclo do gado</i>	49
4.2.2	<i>O ciclo do algodão</i>	50
4.3	Aspectos histórico-culturais e turísticos	51
4.4	Aspectos socioeconômicos	59
4.4.1	<i>Demografia</i>	59
4.4.2	<i>Economia</i>	62
4.4.3	<i>Trabalho e Rendimento</i>	66
4.4.4	<i>Índices de desenvolvimento</i>	67
4.4.5	<i>Saúde</i>	67
4.4.6	<i>Educação</i>	68

4.5	Aspectos hidroclimáticos	69
4.6	Cobertura vegetal	75
4.7	Os Solos	78
4.8	Aspectos geológicos	80
4.9	Aspectos geomorfológicos	88
5	CONSIDERAÇÕES SOBRE A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE QUIXERAMOBIM	93
6	SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL	111
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
	REFERÊNCIAS	121

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, ficam cada vez mais evidentes as transformações e consequências da atuação humana na natureza. Dessa forma, o entendimento dessa inter-relação homem/natureza é necessária para a compreensão dos diferentes processos atuantes sobre os sistemas ambientais. Dessa complexa relação surge a necessidade de ocupação dos espaços naturais e, também, a necessidade de assegurar a funcionalidade sistêmica desses ambientes, tendo em vista a redução de riscos (SANTOS, 2015).

Essa interferência humana nos sistemas contribui de fato para os desequilíbrios ambientais e conseqüentemente para o surgimento de problemas ambientais, que não apresentam soluções fáceis, pois os sistemas ambientais são complexos e dinâmicos, constituídos de vários elementos.

Dessa forma, os significativos danos causados ao meio ambiente pela ação humana têm afetado a própria qualidade de vida das pessoas e a saúde do planeta. Isto porque, as comunidades humanas sempre buscaram desenvolvimento, poder econômico e domínio territorial. Estas buscas, por um lado, produziram grandes avanços e melhorias, mas por outro tem contribuído, dentre outros fatores, para a degradação do meio ambiente (FIERZ, 2008).

Um exemplo disso, é o caso da região semiárida do Brasil, onde os impactos das atividades socioeconômicas sobre os ambientes frágeis têm causado danos irreparáveis na paisagem local, como aborda Crispim (2016). O ambiente semiárido apresenta-se fortemente degradado em virtude, entre outros fatores, da expansão histórica das fronteiras agrícolas e do extrativismo vegetal (SOUZA, 2000).

Os desequilíbrios ambientais têm se manifestado nos diferentes ambientes semiáridos, expondo, em alguns casos, condições de desertificação. As marcas do antropismo podem ser identificadas por manifestações variadas, como o desmatamento indiscriminado, o manejo inadequado dos recursos dos solos e dos recursos hídricos, a intensificação do assoreamento dos rios, entre outros (SOUZA, 2000).

Assim, as condições ambientais presentes em grande parte do semiárido, compreendem um conjunto dinâmico de uso, correspondente a um processo de formação territorial que historicamente vem intensificando a degradação ambiental, que se associa também aos fatores naturais, mas é principalmente evidenciada pela apropriação inadequada dos elementos naturais (CRISPIM, 2016).

Essa pressão exercida pelas atividades humanas, como por exemplo, as atividades agropecuárias e expansão urbana nas áreas mais frágeis, sem as devidas medidas compatíveis,

vem a intensificar a fragilidade dos sistemas, necessitando de estudos que possam avaliar os níveis de fragilidade de tais áreas.

Nesse sentido, o estudo da fragilidade ambiental corresponde a uma metodologia de investigação que busca proporcionar uma análise dos componentes ambientais de forma integrada, sinteticamente tratadas e representadas no território (SANTOS; ROSS, 2012).

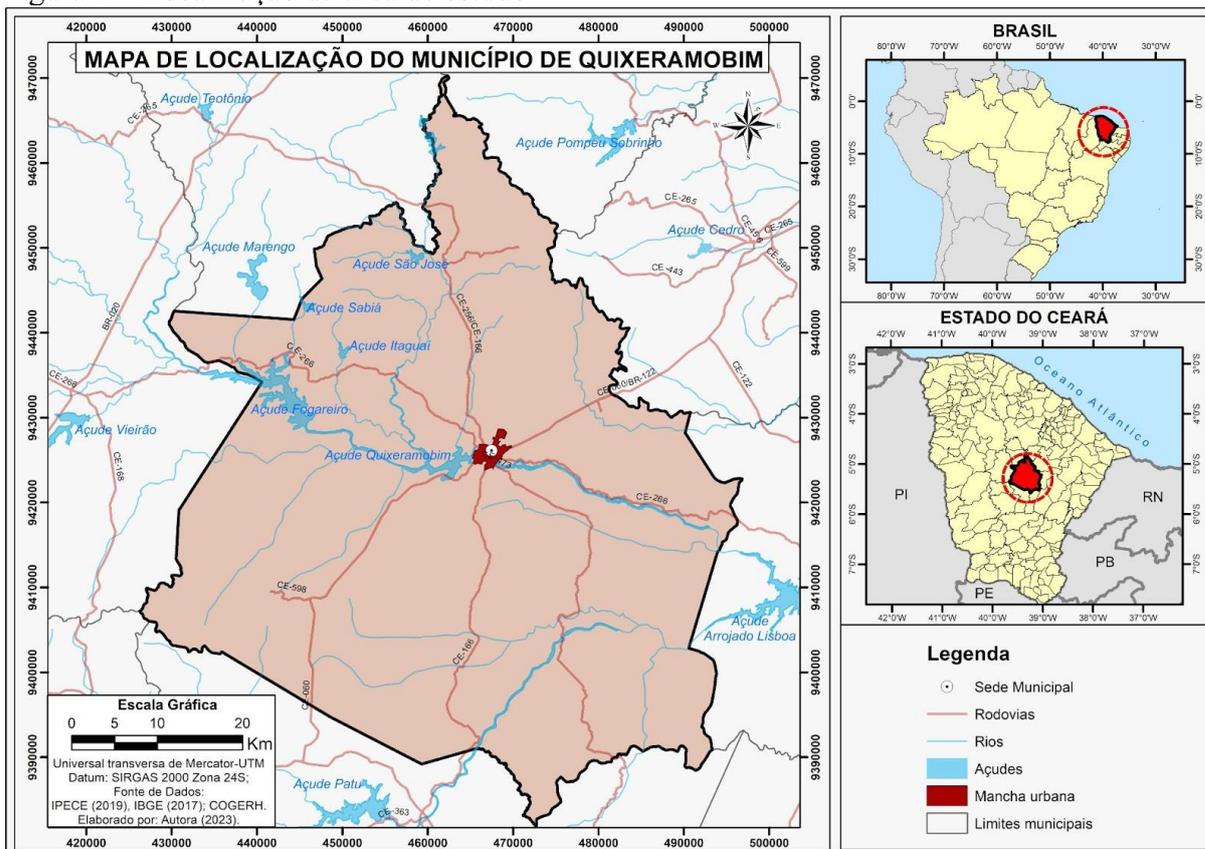
Esse tipo de investigação utiliza uma abordagem relacionada aos princípios da ecodinâmica (SANTOS, 2015) instituídos por Tricart (1977) e, é uma proposta de classificação que tem como princípio fundamental determinar níveis de fragilidade dos ambientes naturais ou alterados pela ação antrópica face ao desenvolvimento das atividades humanas (SANTOS; ROSS, 2012).

Tais análises vêm reforçar a importância de estabelecer critérios de uso e monitoramento das áreas, evidenciando o potencial ambiental e restrições de usos (CRISPIM, 2016). Sendo assim, os estudos de fragilidade ambiental são geralmente realizados em áreas bem delimitadas e indicam, o grau, o risco, e a suscetibilidade de determinada área a instabilidade ambiental (RAMOS, 2016), analisando uso e ocupação da terra, a geomorfologia, a pedologia, a vegetação, entre outros fatores que são considerados para a criação de mapas de fragilidade.

Os mapas de fragilidade são elementos importantes na elaboração do planejamento territorial ambiental, porque avaliam a fragilidade e a potencialidade e sintetizam as características naturais do ambiente com suas restrições (KAWAKUBO et al., 2005).

É partindo dessa perspectiva que foi possível observar a importância de estudar a fragilidade ambiental no município de Quixeramobim (Figura 1) no estado do Ceará, uma área que carece de pesquisas relacionadas a essa temática, permitindo assim, fornecer uma tendência de evolução do município conforme os usos e ocupações existentes.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quixeramobim possui uma das maiores áreas territoriais dentre os municípios do estado do Ceará, e tem apresentado expressivas mudanças decorrentes das formas de apropriação do espaço geográfico, que se evidenciam também como mudanças em seu quadro ambiental.

Esta pesquisa busca a validação da hipótese de que os componentes ambientais sofrem modificações significativas em seu quadro ambiental devido à forte pressão em decorrência das atividades humanas, a qual contribui para o aumento da fragilidade. Em vista disto, nos ambientes que possuem alta fragilidade podem ser notados baixa sustentabilidade ambiental.

As observações sobre a fragilidade ambiental, bem como as considerações sobre as potencialidades e limitações da área de estudo, são de grande relevância para auxiliar em planejamentos voltados a um melhor ordenamento territorial e políticas de desenvolvimento sustentável.

Deste modo, coloca-se como foco neste estudo os seguintes questionamentos: Quais os níveis de fragilidade ambiental presentes no município de Quixeramobim/CE? Como as atividades humanas têm influenciado para as mudanças significativas nos

geoambientes? Estão sendo tomadas medidas para diminuição dos problemas ambientais? Há um modelo de desenvolvimento pautado na sustentabilidade ambiental? Tais questões fazem parte da problemática deste estudo e deverão ser trabalhadas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Para atender tais questionamentos torna-se relevante a produção de mapas de fragilidade ambiental para a área de estudo. Nesse sentido, é importante entender que para a geração dos mapas de fragilidade, é comum no Brasil a utilização ou adaptação das principais metodologias de fragilidade, que assim como as metodologias de vulnerabilidade ambiental, surgiram sobre as concepções da ecodinâmica de Tricart (1977) (GUIRRA; SANTOS; NOGUEIRA, 2016), sendo dois principais modelos bastante utilizados, o de Ross (1994) e Crepani et al. (1996).

Esses dois modelos foram utilizados e adaptados por muitos autores atendendo diferentes áreas de estudo. Destaca-se por exemplo o trabalho de Alves et al. (2017), Abrão e Bacani (2018), Melo e Santos (2010), Alves, Scopel e Martins (2017), Nörnberg e Rehbein (2020), Cruz et al. (2016), Santos e Martins (2018), Lopes e Saldanha (2016), Ribeiro e Campos (2007), Moura et al. (2017), Silva, Schuler e Falcão (2019).

Nesta pesquisa, utiliza-se a metodologia de Ross (1994), considerando a fragilidade potencial (FP) e a fragilidade emergente (FE). O autor adota para o mapa de fragilidade potencial as variáveis: dissecação do relevo ou declividade, solos, cobertura vegetal e pluviosidade. Já para o mapa de fragilidade emergente, inclui-se o uso e ocupação da terra. Algumas adaptações são realizadas na modelo de Ross (1994) para realização deste trabalho, melhor explicitadas no item da metodologia.

Desta maneira, com os valores de fragilidade gerados pretende-se contribuir de modo complementar para uma avaliação entre a relação fragilidade e sustentabilidade ambiental, a qual caracteriza uma interação entre a utilização dos elementos naturais e a sua capacidade de resistir a uma dinâmica de uso efetuada (CRISPIM, 2016). Esta abordagem é realizada com base na metodologia de Souza (2000), a qual estabeleceu os graus de suscetibilidade dos ambientes para o estado do Ceará.

Tais procedimentos metodológicos tornam-se fundamentais para atender ao objetivo geral da pesquisa que é analisar a fragilidade potencial e emergente no município de Quixeramobim. Além do objetivo principal, busca-se contemplar os seguintes objetivos específicos:

- Compreender os processos históricos e socioeconômicos importantes para o entendimento da formação do território;
- Estabelecer relação entre fragilidade ambiental e sustentabilidade ambiental; indicando as potencialidades e limitações das unidades ambientais identificadas;
- Avaliar os resultados dos mapas de fragilidade ambiental potencial e emergente do município de Quixeramobim, conforme realidades vistas em campo;
- Propor subsídios ao ordenamento territorial e planejamento ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Abordagem Sistêmica e Ecodinâmica

A proposta de estudo de fragilidade ambiental parte de uma perspectiva sistêmica e holística, ou seja, de estudos integrados do ambiente, permitindo a compreensão da dinâmica ambiental.

Os estudos integrados têm cumprido papel importante nas ciências da natureza, fato esse que se justifica pelos diversos trabalhos que buscam a visão sistêmica do ambiente. A Geografia nesse sentido assume papel importante neste processo (COSTA; OLIVEIRA, 2019).

Esses estudos integrados da natureza receberam colaboração de muitos autores, como Bertalanffy (1975), Christofolletti (1979), Sotchava (1976), Bertrand (1969), Tricart (1977), Souza (2000), dentre outros, que tiveram suas contribuições teóricas e metodológicas para realização de pesquisas relacionadas aos geossistemas.

A abordagem geossistêmica deriva da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (LOPES; SILVA; GOULART, 2014), que influenciou sobremaneira os roteiros traçados pela geografia, sobretudo a geografia física (FIERZ, 2008) possibilitando um aperfeiçoamento do caráter metodológico, até então indefinido e complexo (LOPES; SILVA; GOULART, 2014).

O caráter sistêmico concedeu métodos e metodologias de abordagens ambientais influentes até hoje no desenvolvimento da ciência geográfica (FIERZ, 2008). O método geossistêmico representou um amplo esforço proporcionando e estimulando o estudo integrado da paisagem com base nas inter-relações dos elementos físicos, biológicos e antrópicos (LOPES; SILVA; GOULART, 2014).

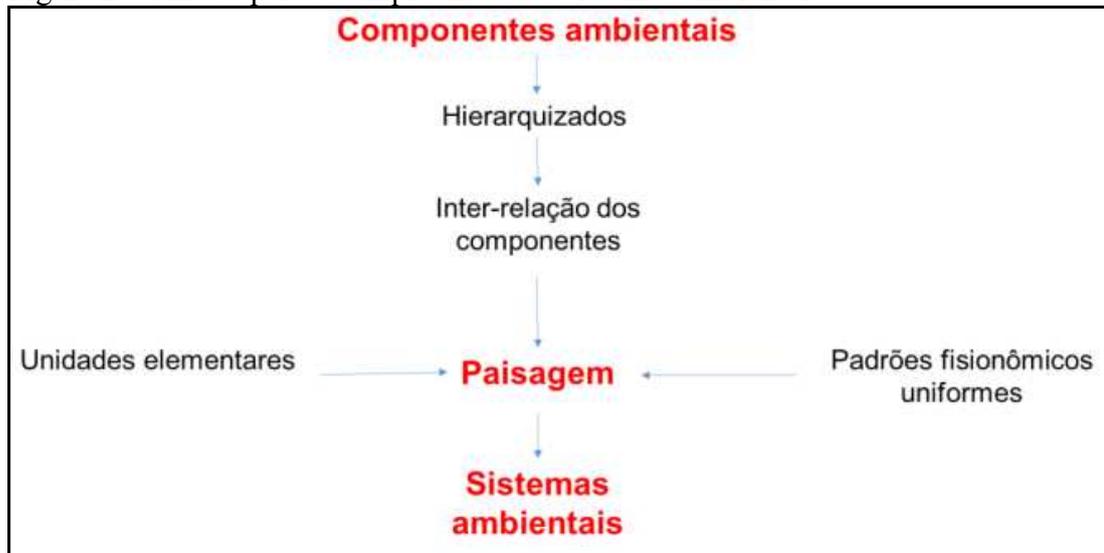
Posto isto, cabe entender os conceitos de geossistemas e sistemas ambientais. O Geossistema é o conjunto dos componentes, processos e sistemas do meio ambiente físico, representa um complexo geográfico e a dinâmica do conjunto geoambiental (SOUZA, 2000).

Um sistema, como ressalta Tricart (1977, p. 19), “é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos”. O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas ambientais (TRICART, 1977).

Dessa forma, os sistemas ambientais, são identificados e hierarquizados de acordo com a inter-relação de seus componentes, suas dimensões e características de origem e evolução (SANTOS; SOUZA, 2014). Cada um dos sistemas apresenta uma unidade de

organização do ambiente natural no qual existe um relacionamento harmônico entre seus componentes dotados de potencialidades e limitações próprias sobre o ponto de vista dos recursos ambientais (SOUZA et al. 2009). Observa-se na Figura 2 uma síntese para a compreensão desses sistemas.

Figura 2 – Síntese para a compreensão dos sistemas ambientais



Fonte: Costa, Oliveira e Santos (2019).

Conforme Bertrand (1969), para delimitar cada sistema, a concepção de paisagem assume um significado e encerra o resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.

O termo paisagem como destaca Fierz (2008, p. 56) “tem sido um elo entre a teoria dos sistemas e a geografia, e se transformou em um objeto muito utilizado nas designações a respeito da abordagem sistêmica em geografia.” Assim, o termo paisagem é adequado para descrever determinadas áreas e as características dos elementos componentes, como o relevo, a vegetação, o solo, o clima e as transformações antrópicas (FIERZ, 2008).

Tricart (1977) apresenta os princípios ecodinâmicos da paisagem, propondo um modelo de classificação para avaliação da dinâmica do ambiente, no qual são divididos em três categorias de meio ecodinâmico: medianamente estáveis; de transição ou intergrades; e instáveis. Esses termos estão associados a variação de relevo no qual relaciona-se a morfogênese e a pedogênese.

No meio medianamente estável a relação atmosfera-litofera evolui vagarosamente, existindo uma maior estabilidade, é onde atua os processos pedogenéticos de

forma lenta. O ambiente de transição é marcado pela passagem dos meios medianamente estáveis e os meios instáveis, atuando nesse espaço o processo de morfogênese e pedogênese de modo concorrente. Nos meios instáveis, a morfogênese é o elemento predominante, sendo notado uma forte instabilidade (TRICART, 1977).

Sobre as concepções de Tricart (1977), o conceito de ecodinâmica no Brasil foi fundamental para estabelecer o que viriam a ser os princípios do zoneamento ecológico-econômico (ZEE), contribuindo também para o desenvolvimento de metodologias de análise da fragilidade e vulnerabilidade ambiental (GUIRRA; SANTOS; NOGUEIRA, 2016).

Duas metodologias foram bastante empregadas no Brasil: a de Ross (1994) para análise da fragilidade ambiental e a de Crepani et al. (1996, 2001) para análise da vulnerabilidade ambiental. São métodos bastante utilizados para estudos em diferentes áreas, como municípios, e bacias hidrográficas, por exemplo.

São duas metodologias que podem apresentar uma certa convergência em seus conceitos (VESPUCCI, 2020), mas que por vezes são usadas equivocadamente como sinônimos (SANTOS, 2017). Deste modo, mesmo que na literatura sejam encontrados trabalhos utilizando os termos como sinônimos, é importante observar que há uma distinção entre esses termos, sendo que a fragilidade estaria associada ao grau de sensibilidade de uma variável a qualquer tipo de dano enquanto a vulnerabilidade estaria relacionada ao grau de sensibilidade à perda de solo (SOUZA; COSTA; CARVALHO, 2011).

Dessa forma, existem várias semelhanças e diferenças entre tais conceitos. A principal característica comum entre essas metodologias é a forma de avaliar os níveis de impactos ambientais através de uma avaliação de vários critérios, considerando diversos aspectos de um ambiente, como o solo, geologia, clima, entre outros (SANTOS, 2017). Por outro lado, as diferenças entre as metodologias estão no modo de calcular e aplicar os pesos para os diferentes aspectos do ambiente.

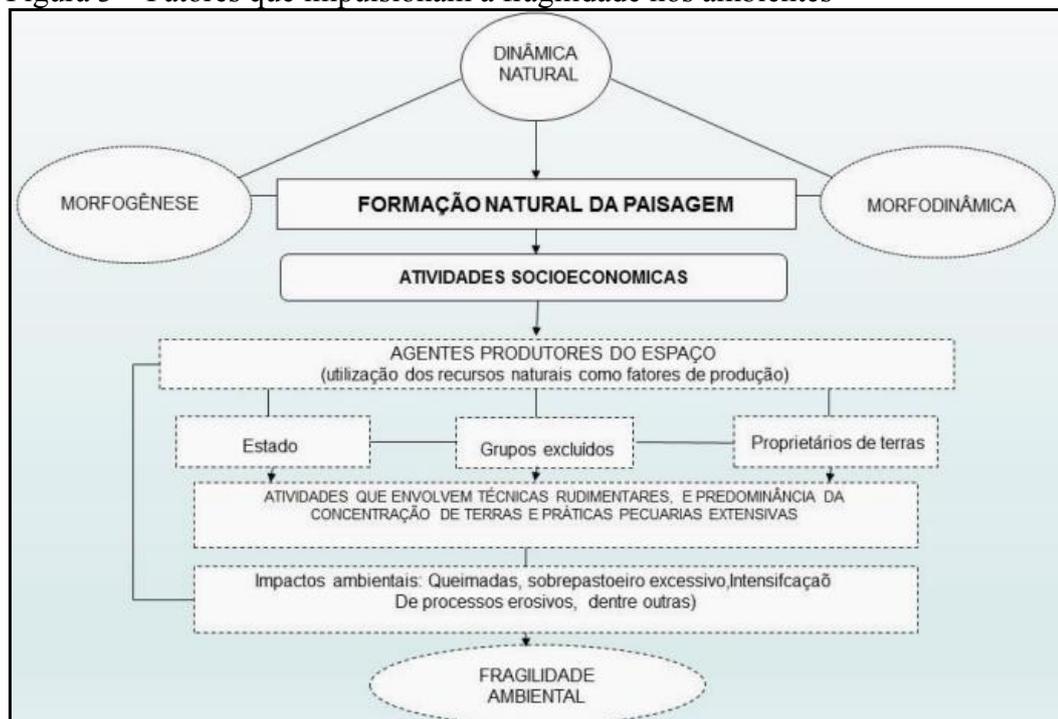
Além disso, observa-se que tais métodos, como ressalta Santos (2017), contribuem para o desenvolvimento da sociedade em geral e são usadas como forma de prevenir, impedir e reduzir as negativas transformações no meio ambiente.

Neste trabalho propõe-se a análise da fragilidade ambiental, termo melhor explicitado no tópico seguinte.

2.2 Fragilidade ambiental

O termo fragilidade ambiental pode ser compreendido levando-se em consideração os conceitos relacionados aos princípios da teoria geral dos sistemas, nos quais, os elementos da natureza são considerados como de interação mútua (FIERZ, 2008). Observa-se na Figura 3 os fatores que contribuem para a fragilidade.

Figura 3 – Fatores que impulsionam a fragilidade nos ambientes



Fonte: Crispim (2016).

A fragilidade ambiental é uma metodologia que busca proporcionar uma análise dos componentes ambientais de forma integrada, sinteticamente tratados e representados no território (SANTOS; ROSS, 2012).

Esse tipo de investigação, como apresentado no tópico anterior, utiliza uma abordagem relacionada aos princípios da Ecodinâmica (SANTOS, 2015) e é explicitada pelas possíveis quebras na interação entre os elementos do sistema natural (FIERZ, 2008). Essa quebra no equilíbrio dinâmico, conforme destaca Ross (1994), está associada aos eventos provocados pela atuação humana no meio ambiente. Destaca-se que

A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais (ROSS, 1994, p. 63).

A quebra no equilíbrio dinâmico afeta a fragilidade dos ambientes em função de sua característica genética (ROSS, 1994). É o que também evidencia Fierz (2008), ao abordar que a fragilidade pode ser entendida como a tendência de o relevo sofrer alteração em seu estado de equilíbrio dinâmico com facilidade, seja naturalmente, ou seja em decorrência de intervenções antrópicas.

Vitte e Mello (2009) também destacam que a fragilidade está relacionada a fatores que causam desequilíbrio, tanto de ordem natural, quanto social. Dessa forma, observa-se que a fragilidade está associada ao grau de sensibilidade de uma variável (solo, clima, geomorfologia, etc.) a qualquer tipo de dano, como apresentado por Souza, Costa e Carvalho (2011) e Tamanini (2008).

Assim, quando se considera os ambientes dotados de alta fragilidade ambiental, ocupações irregulares causam diversas ordens de desequilíbrios, colaborando para uma maior ocorrência de impactos e riscos (SANTOS, 2015).

Posto isto, cabe compreender a noção de risco e impactos ambientais. A noção de risco, especificamente o risco ambiental, é normalmente confundido com a de impacto ambiental (BRILHANTE, 2002). Apesar de estarem relacionados possuem significados diferentes. De acordo com Brasil (1986), o impacto ambiental assume a seguinte definição:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- IV - a qualidade dos recursos ambientais.

Santos (2015, p. 81) aborda que o “impacto corresponde a uma interferência num ambiente, podendo essa ser positiva ou negativa. Já o risco assume sempre um efeito negativo”.

A noção de risco é comumente associada a um perigo imediato, mas o risco não significa necessariamente uma situação de perigo (SANTOS, 2015). A noção de perigo é diferente da ideia de risco. O risco é uma percepção de indivíduos em relação à probabilidade da ocorrência de eventos perigosos e causadores de danos, já o perigo está associado à possibilidade ou a ocorrência de um evento gerador de prejuízos (ALMEIDA, 2010).

Compreendidos tais conceitos, entende-se que a fragilidade se relaciona à suscetibilidade dos ambientes de sofrerem algum tipo de agravo. À vista disso, essa abordagem considera estudos sobre as potencialidades e limitações dos ambientes em relação às atividades humanas.

Este fato é analisado por Santos (2015, p.77), ao enfatizar que os estudos de fragilidade ambiental têm como objetivo “a classificação dos ambientes para que as intervenções antropogênicas sejam realizadas de acordo com as potencialidades e limitações dos recursos naturais, em razão dos riscos possíveis e da degradação ambiental.”

A avaliação da fragilidade ambiental requer estudos básicos sobre uso da terra, relevo, solo, clima, entre outros. Esses estudos passam por levantamentos de campo, serviços de gabinete e geram produtos cartográficos temáticos de geologia, pedologia, geomorfologia, climatologia, uso da terra e vegetação (ROSS, 1994). Neste caso, consideram-se em um estudo de fragilidade ambiental:

As características que levam um sistema a se apresentar mais ou menos frágil diante de certos distúrbios que podem vir a ocorrer, seja pela transformação do material de origem ou pela variação dos processos que imprimirão na paisagem as mudanças que possam vir a ser adversas aos fenômenos naturais e que ocorram em magnitude e frequência de intensidades diversas aquelas que ocorrem constantemente (FIERZ, 2008, p. 93).

Para a realização de estudos envolvendo fragilidade é necessária a utilização de metodologias de fragilidade ambiental. No Brasil, a primeira metodologia de fragilidade ambiental foi criada por Ross (1994). Dois modelos são apresentados pelo autor, para a análise empírica de fragilidade dos ambientes naturais e antropizados, um modelo com apoio nos índices de dissecação do relevo, e o outro nas classes de declividade, este último adaptado para realização deste trabalho.

Seguindo tal modelo, as unidades de fragilidade são divididas em fragilidade potencial (FP) e fragilidade emergente (FE). Nas áreas de fragilidade emergente são notadas alteração direta provocada pelo homem, já nas áreas de fragilidade potencial a atuação antrópica é discreta ou invisível (FIERZ, 2008).

A identificação de tais áreas e de suas fragilidades potenciais e emergentes possibilita uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implantadas no espaço físico-territorial (ROSS, 1995) contribuindo para o planejamento ambiental.

Em vista disso, a concepção do planejamento ambiental exige uma visão sistêmica, holística e dialética da relação natureza/sociedade, baseada na ideia da existência de sistemas ambientais inter-relacionados e que formam sua totalidade ambiental.

O planejamento ambiental tem um papel de instituir relações entre sistemas ecológicos e processos da sociedade, das necessidades socioculturais e interesses econômicos, com a finalidade de manter uma elevada integridade dos elementos componentes (SANTOS, 2004).

Deste modo, para elaboração do planejamento territorial ambiental, os mapas de fragilidade constituem instrumentos principais, pois avaliam a fragilidade e potencialidade e sintetizam as características naturais do ambiente com suas limitações (KAWAKUBO et al., 2005).

Esses mapas de fragilidade são produzidos utilizando técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento, e uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Compreende-se como sensoriamento remoto a tecnologia que possibilita a obtenção de imagens e outros tipos de dados da superfície da terra por meio da captação e registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002).

Em relação ao geoprocessamento, é compreendido como uma técnica que, por meio do uso de um SIG, busca a realização de levantamentos, análises e cruzamentos de informações georreferenciadas, objetivando a realização do planejamento, manejo e/ou gerenciamento de um espaço específico (FITZ, 2008).

As ferramentas computacionais do geoprocessamento são os SIGs, os quais utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento das informações geográficas (FLORENZANO, 2002).

A tecnologia SIG é amplamente utilizada por vários setores que trabalham com questões ambientais, pois a análise conjunta de muitas variáveis se torna possível e simplificada (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006).

O uso das ferramentas de SIG para determinar a fragilidade ambiental é muito comum nos estudos de diferentes ambientes, sejam municípios, bacias hidrográficas, entre outros.

2.3 A relação fragilidade e sustentabilidade ambiental

Inicialmente, é importante entender que o conceito de sustentabilidade é muito abrangente (SCHWEIGERT, 2007). O termo pode estar relacionado às demandas sociais, econômicas, ambientais, políticas e outras (SILVA; SOUZA; LEAL, 2012).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 1987), a sustentabilidade corresponde ao atendimento das necessidades das gerações atuais, sem comprometer a possibilidade de satisfação das necessidades das gerações futuras.

Em seu sentido lógico, diz respeito à capacidade de se sustentar, de se manter. Assim, uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida para sempre e uma sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os elementos do meio ambiente (MIKHAILOVA, 2004).

Tendo em vista a complexidade do conceito de sustentabilidade e suas várias dimensões, destaca-se que neste trabalho as discussões estão voltadas para o termo sustentabilidade ambiental.

Nesse sentido, a sustentabilidade ambiental corresponde a padrões de consumo e de produção sustentáveis e uma maior eficiência no uso de energia para reduzir, ao mínimo, as pressões ambientais, o esgotamento dos recursos naturais e a poluição (CNUMAD, 1996). Dessa forma, destaca-se que

A sustentabilidade ambiental seria alavancada pela limitação no uso dos recursos esgotáveis e sua substituição pelos renováveis, pela limitação no consumo, pela geração de tecnologias limpas, além da criação e consolidação de mecanismos administrativos de proteção ambiental (ARAÚJO et al., 2006, p. 8).

Deste modo, entende-se que para haver a sustentabilidade ambiental é necessário não colocar em risco os elementos naturais que sustentam a integridade global do ecossistema: a qualidade do ar, dos solos, das águas e dos seres vivos (CMMAD, 1988).

Posto as concepções de sustentabilidade ambiental, é interessante estabelecer suas relações com a fragilidade ambiental, linha pela qual segue este trabalho.

Essa relação pode ser explicada pelo fato de que os estudos sobre a fragilidade dos ambientes permitem análises sobre a sustentabilidade ambiental, tendo em vista que, quanto maiores os níveis de fragilidade dos ambientes, menor será a sustentabilidade ambiental do mesmo (SOUZA, 2000).

A análise dessa relação torna-se importante, pois na atualidade a sociedade se sustenta através de uma cultura de profundas raízes antropocêntricas que vem demonstrando a insustentabilidade do modelo de vida contemporânea (FERREIRA; BOMFIM, 2010).

Para Faustino e Amador (2016, p. 2024) “uma sociedade é tanto mais sustentável quanto maior for a sua organização, permitindo garantir, através das gerações, o bem-estar dos cidadãos e dos ecossistemas na qual está inserida”. Dessa forma, a sustentabilidade de uma sociedade está diretamente relacionada com um modelo de desenvolvimento (FAUSTINO; AMADOR, 2016). Assim, tem sido bastante comum discussões sobre o modelo de desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável mais citado e aceito é o da Comissão Brundtland (CMMAD, 1991), a qual destaca que, é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades.

O desenvolvimento sustentável integra questões sociais, ambientais e econômicas. É o que aborda Carvalho e Viana (1998) ao ressaltar que o desenvolvimento sustentável apresenta três grandes dimensões principais: crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico.

E representa, segundo Souza (2000, p. 7) “um processo de mudança social de oportunidades da cidadania, de modo a compatibilizar, no tempo e no espaço, o crescimento econômico, a equidade social e a conservação do meio ambiente.”

A vista disso, o desenvolvimento sustentável melhora a qualidade de vida do homem na terra ao mesmo tempo em que respeita a capacidade de produção dos ecossistemas nos quais vivemos (MIKHAILOVA, 2004).

Nesse contexto, dentro de uma perspectiva geossistêmica, a Geografia física apresenta um papel relevante para o desempenho prático da moderna concepção de desenvolvimento sustentável. O estudo da fragilidade ambiental permite tais análises, pois através dos meios estáveis, de transição e fortemente instáveis, é possível avaliar as condições de sustentabilidade dos geossistemas (SOUZA, 2000). Neste caso

O conhecimento e a análise dos sistemas naturais compõem a base da planificação do desenvolvimento que visa criar melhores condições e bem estar para os homens. A compatibilização das políticas de desenvolvimento econômico e as defesas e controle do ambiente constituem o caminho adequado para a produção do desenvolvimento integrado e sustentado a longo prazo (SOUZA, 2000, p. 7).

Diante do exposto, cabe observar que os termos fragilidade e sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento sustentável, estão interligados, pois eles colocam em discussão as questões ambientais, a ação antrópica e a busca por medidas visando gerar menos impactos e um futuro mais equilibrado e sustentável.

2.4 A questão da degradação ambiental em ambientes semiáridos

O conceito de degradação ambiental apresenta-se com um caráter de adversidade, ou seja, negatividade (MENEGUZZO; CHAICOUSKI, 2010). Conforme Brasil (1981), que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, no artigo 3, inciso II, a definição de degradação ambiental refere-se à degradação da qualidade do ambiente, uma alteração adversa das características do meio ambiente.

A degradação ambiental tem uma ligação direta com a perda da diversidade biológica em função do uso dos recursos naturais, especialmente quando a exploração dos recursos naturais envolve o desflorestamento, o revolvimento do solo, a contaminação dos corpos hídricos, comprometendo a conservação e manutenção da diversidade (PEREIRA JUNIOR; PEREIRA, 2017).

Essas diversas transformações que o meio ambiente recebe, conforme analisa Dulley (2004), são ocasionadas principalmente pelos interesses do sistema social produtivo. Essa questão reflete no fato de que

Juntamente com o desenvolvimento econômico, ocorreu o crescimento da população, que numa progressão acentuada necessita cada dia de mais recursos que supram as necessidades adquiridas com o desenvolvimento da espécie. Essa evolução gera, em contrapartida, a escassez e a degradação dos recursos naturais (FIERZ, 2008, p. 35).

No caso do semiárido, observa-se um ambiente que demonstra um potencial regulado pela lógica de apropriação dos recursos naturais, sendo notado uma área com focos de degradação ambiental resultante da lógica de crescimento econômico não compatível com a sustentabilidade ambiental (CRISPIM, 2016). É o que também abordam Silva et al. (2018), ao salientarem que na região semiárida do Brasil, o crescimento econômico está baseado, primordialmente, na exploração dos recursos naturais.

Souza (2000) ressalta que os desequilíbrios têm se manifestado nos diferentes tipos de ambiente, sendo que os geossistemas derivados da auto-organização da biosfera praticamente já não existem, e os solos se mostram fortemente erodidos e desprovidos de seus

horizontes orgânicos superficiais, devido ao sistema de manejo rudimentar empregado na agropecuária.

Crispim (2016) aborda tal questão ao destacar as atividades potencializadoras da degradação ambiental no semiárido. Além da agropecuária e do manejo inadequado dos solos, a autora inclui o uso excessivo da vegetação, a retirada do estrato herbáceo, a disposição de resíduos domésticos/industriais e a urbanização mal planejada.

Este último aspecto da urbanização merece um maior destaque, pois no semiárido brasileiro há cerca de 28 milhões de pessoas, sendo que 62% dessa população vive na zona urbana e 38% na zona rural (BRASIL, 2023). A urbanização implica na concentração de pessoas e atividades produtivas gerando necessariamente impactos degradadores do meio ambiente com efeitos persistentes, sendo os problemas ambientais intensificados à medida que as áreas urbanas se expandem (JATOBÁ, 2011). Isto evidencia que essa concentração urbana tem um grande papel na degradação, interferindo de várias maneiras, entre elas destacam-se a poluição, a impermeabilização do solo, a retirada da vegetação, entre outros.

Este fato coloca em questão que as transformações já são sentidas de diversas formas no ambiente semiárido, o qual encontra-se atualmente, excessivamente sobrecarregado pelas atividades humanas, conforme aborda Souza (2000).

Em relação ao estado do Ceará, especificamente, a situação não é diferente. As marcas das atividades antrópicas são identificadas por manifestações variadas, as quais incluem, dentre outros acontecimentos, o desmatamento indiscriminado, o manejo inadequado dos recursos dos solos e dos recursos hídricos, a caça predatória, a aceleração dos processos erosivos, e a intensificação do assoreamento de rios e açudes, e ainda o desaparecimento das fontes perenes e sazonais (SOUZA, 2000).

Todas essas problemáticas ambientais, requerem uma consciência ecológica direcionada à valorização da natureza e a sua importância para a vida no planeta, apesar da existência de muitos desafios que interferem na concretização desses esforços. Assim sendo, existem muitas leis ambientais que visam, dentre outros aspectos, a minimização da degradação do ambiente.

Na busca de mitigar tal impacto tem-se como instrumentos a conservação da natureza (MENEGUZZO; CHAICOUSKI, 2010) e a preservação ambiental. Esses termos historicamente têm sido utilizados como iguais ou sinônimos, contudo são conceitos diferentes, sendo fundamental diferenciar tais significados para entender os diferentes meios de proteção dos recursos naturais (COSTA; OLIVEIRA; SANTOS, 2018).

Segundo Brasil (2000), que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, o conceito de conservação da natureza é:

O manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer às necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral (BRASIL, 2000).

Em tal definição verifica-se a importância da preservação. Na mesma lei a preservação é entendida como o “conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais” (BRASIL, 2000).

Conforme Pádua (2006), nas legislações brasileiras, a conservação indica proteção dos recursos naturais, com uso racional, assegurando sua sustentabilidade e existência para as gerações futuras e a preservação almeja a integridade e a perenidade de algo, referindo-se a proteção integral, que é também outro termo apresentado por Brasil (2000), o qual representa a “manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais”.

Convém analisar que a existência de leis ambientais no Brasil, não é por si só, solução efetiva para as problemáticas ambientais, devido muitas vezes, nas próprias entre linhas, haver permissão para atividades prejudiciais, além de existir uma fiscalização ambiental deficiente, e ainda a ocorrência da interferência de interesses de diversas ordens, sejam elas econômicas, políticas ou sociais, combinados a um sistema de corrupção que infelizmente ainda se faz bem presente. Outro ponto bastante preocupante é a falta de conscientização da população sobre a adoção de práticas para minimizar os problemas ambientais. Todos esses motivos, e muitos outros, interferem na conservação e preservação ambiental.

Apesar de alguns avanços relativos, as políticas ambientais no país não foram capazes de superar os conflitos políticos e econômicos provenientes da expansão capitalista e a crescente degradação ambiental (LIMA, 2011).

Tais questões motivam a busca de conhecimento sobre a fragilidade dos ambientes, analisando o seu estado atual de conservação e preservação, tendo em vista que quanto mais degradado for um ambiente, maior será sua fragilidade ambiental (CRISPIM, 2016).

Segundo Souza (2004, p. 15), recentemente “existe uma maior conscientização às causas ambientais, incluindo casos de sucesso nos procedimentos de recuperação e propostas viáveis para o desenvolvimento sustentável”.

Desta maneira, análises fundamentais acerca dos problemas ambientais têm sido realizadas pela Geografia Física, apresentando propostas e sugestões que podem auxiliar na promoção do cuidado com o meio ambiente (SOUZA; MARIANO, 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dessa pesquisa, algumas etapas metodológicas foram consideradas: pesquisa bibliográfica, levantamento cartográfico e de sensoriamento remoto, trabalho de campo, classificação dos dados, processamento dos dados e avaliação dos resultados.

A pesquisa bibliográfica corresponde à etapa de levantamento e revisão bibliográfica sobre os principais conceitos e assuntos referentes à temática deste trabalho. Assim é realizada a pesquisa em livros, periódicos, teses, dissertações e sites.

O levantamento cartográfico e de sensoriamento remoto é a etapa de pesquisa de arquivos no formato vetorial e matricial, que são fundamentais para a elaboração dos mapas. Demais informações específicas dos arquivos utilizados em cada mapa temático são descritas no subtópico 3.1.1. Esses arquivos foram encontrados em sites institucionais, dentre eles destacam-se: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), A Plataforma Estadual de Dados Espaciais Ambientais do Ceará (PEDEA), Agência Nacional das Águas (ANA), a European Space Agency (ESA), United States Geological Survey (USGS), entre outros.

O trabalho de campo correspondeu ao reconhecimento *in loco* da área de estudo, e das imagens de satélites. Foi importante para identificação dos componentes ambientes, potencialidades e limitações dos ambientes. O período escolhido para o campo foi o mês de abril e junho de 2023, o primeiro corresponde ao período chuvoso e o segundo marca o início do período seco. O primeiro campo ocorreu em 28/04/2023, destinado a análise dos tipos de vegetação, da disponibilidade hídrica, da zona urbana, principalmente nas áreas correspondentes às planícies fluviais do rio Quixeramobim. O segundo campo, que ocorreu em 05/06/2023 abrangeu a zona rural, os inselbergues e cristas residuais, a depressão aplainada, dissecada, e alguns locais de mineração, fábricas e indústrias, além de alguns pontos históricos da cidade. Os campos foram feitos com auxílio de uma guia turístico da cidade (Alexandre Pinheiro de Alcântara). Utilizamos uma moto como transporte para se deslocar até os pontos citados devido a distância entre os mesmos. Realizou-se observações, discussões, comparações, anotações e fotografias. Alguns materiais foram essenciais como mapas, imagens de satélites, bloco de notas, celular e Global Positioning System (GPS).

Uma outra etapa da pesquisa foi a classificação dos dados, seguindo a metodologia de Ross (1994), adaptada, para análise da FP e da FE, onde o grau de fragilidade

recebeu classificação hierárquica para as características do meio físico representado de muito fraco (1) a muito forte (5).

O processamento dos dados correspondeu à etapa de realização dos mapas temáticos e mapas de fragilidade ambiental. Elaborou-se os mapas temáticos de geologia, pedologia, cobertura vegetal, pluviosidade e geomorfologia para a FP, e para a FE incluiu-se o mapa de uso e ocupação. Na produção dos mapas utilizou-se o SIG Qgis 3.22 e Arcgis 10.5.

A avaliação dos resultados foi a última etapa da pesquisa, onde são analisados os resultados dos mapas de fragilidade para a área de estudo, e a relação da fragilidade com a sustentabilidade ambiental segundo metodologia de Souza (2000).

3.1 Procedimentos para elaboração do mapa de fragilidade ambiental

Para a análise da fragilidade ambiental adota-se neste trabalho a metodologia de Ross (1994), adaptada, a qual considera as unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial e as unidades ecodinâmicas de instabilidade emergente.

As unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial são as que se encontram em equilíbrio dinâmico com cobertura vegetal primária conservada, limitando processos erosivos provocados pela ação humana. Tais ambientes possuem boas condições pedológicas, favoráveis ao agroextrativismo, com limitações periódicas (ROSS, 1994), (SOUZA, 2000), (CRISPIM, 2016).

As unidades ecodinâmicas de instabilidade emergente são caracterizadas por ambientes com características naturais frágeis, onde as atividades humanas transformaram intensamente os ambientes naturais por meio de práticas de queimadas, intervenções socioeconômicas sem medidas de controle ambiental. Observa-se que muitos desses ambientes não apresentam cobertura vegetal, possibilitando a intensificação dos processos erosivos. Fato que pode ser observado na região semiárida, onde encontra-se exposição de afloramentos rochosos e solos degradados a parcialmente degradados (ROSS, 1994; SOUZA, 2000; CRISPIM, 2016).

No modelo de Ross (1994), a produção do mapa de FP considera as seguintes variáveis: dissecação do relevo ou declividade, solos, cobertura vegetal e pluviosidade. Já para na produção do mapa de fragilidade emergente, inclui-se o uso e ocupação do solo.

Para este trabalho realizou-se três adaptações na metodologia de Ross (1994) relacionadas à variável geomorfologia, pluviosidade e a inclusão da variável geologia, referente a produção do mapa de FP. Tais adaptações serão explicitadas no tópico a seguir. No

cálculo da FP na álgebra de mapas utilizou-se a *Equação 1* = $[0,6 * \text{map. geomorfologia}) + (0,1 * \text{map. solos}) + (0,1 * \text{map. pluviosidade}) + (0,1 * \text{map. vegetação}) + (0,1 * \text{map. geologia}]$. Para o cálculo da FE considerou-se a *Equação 2* = $[(0,5 * \text{map. uso e ocupação}) + (0,2 * \text{map. geomorfologia}) + (0,1 * \text{map. solos}) + (0,1 * \text{map. pluviosidade}) + (0,1 * \text{map. geologia}]$.

3.1.1 Aplicação do modelo proposto para a análise da fragilidade potencial e emergente e descrição dos produtos cartográficos utilizados na elaboração dos mapas temáticos

3.1.1.1 Geomorfologia

Para a definição da variável geomorfologia, foi adotado o Índice de Concentração da Rugosidade (ICR) para minimizar as subjetividades nas análises do relevo para a área de estudo.

No modelo de Ross, o relevo tem uma importância maior para determinar o grau de fragilidade. No entanto, as várias metodologias usadas no mapeamento e quantificação do relevo apresentam diferentes graus de subjetividade que dificultam a obtenção de unidades geomorfológicas (SOPCHAKI, 2012; SOPCHAKI, SAMPAIO, 2013; SAMPAIO; AUGUSTIN, 2014; SOPCHAKI; 2016).

Pensando em reduzir essas subjetividades nas análises do relevo, Sampaio (2008) propõe o uso do ICR, destacando que a ferramenta metodológica tem por objetivo quantificar, classificar e delimitar unidades de relevo, com base na distribuição espacial da declividade, entendida como padrões de rugosidade.

Esse método foi também utilizado por outros pesquisadores que obtiveram resultados positivos em relação a aplicação do ICR em seus estudos, destacam-se alguns autores como Nascimento (2009), Nascimento, Reis Neto e Rabelo (2010), Souza e Sampaio (2010), Fonseca (2010), Sopchaki (2016).

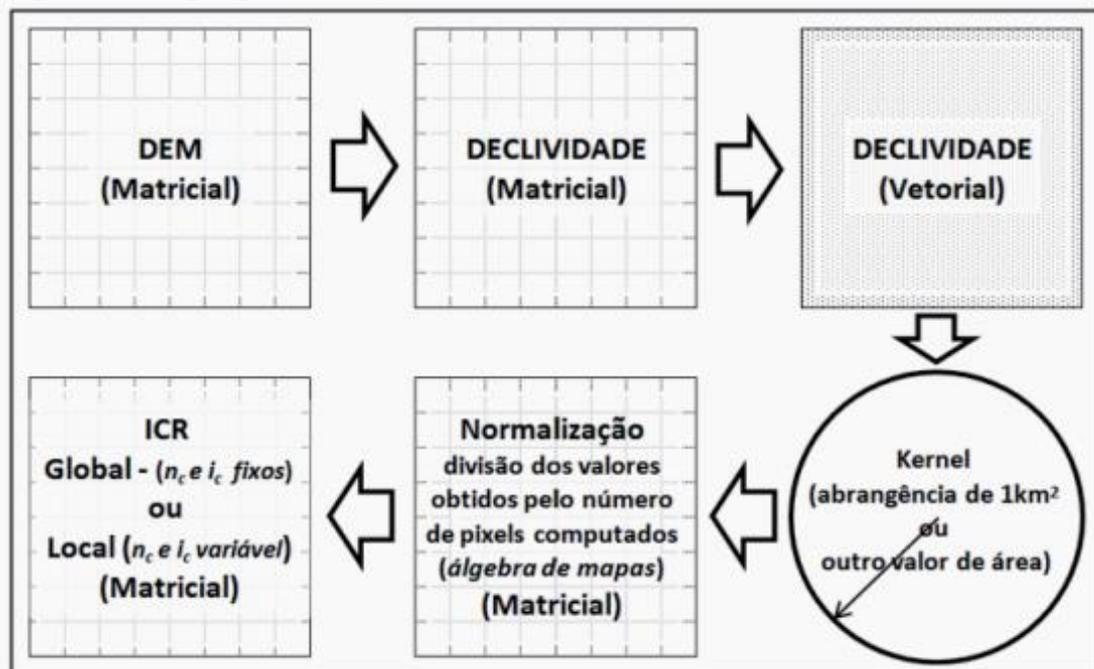
O ICR faz parte das análises tridimensionais, e é uma metodologia de classificação morfométrica que permite a obtenção de valores para representar unidades homogêneas de relevo, no que corresponde à dissecação (SAMPAIO; AUGUSTIN, 2014). Assim, o ICR apresenta:

Processo de obtenção e de delimitação das unidades mapeadas menos subjetivo (problema observado tanto nas análises bidimensionais por perfis como nas tridimensionais por fotointerpretação); identificação de unidades geomorfológicas

homogêneas no que se refere aos padrões morfométricos de dissecação observados, representando grandezas maiores que partes da vertente como observado na classificação pontual pixel-a-pixel e; possibilidade de implementação automatizada via Sistema de Informações Geográficas (SIG) (SAMPAIO; AUGUSTIN, 2014, p.51).

Para obtenção do ICR são necessárias algumas etapas (Figura 4). É obtido por meio da transformação do Modelo Digital de Elevação (MDE) em valores de declividade calculados em porcentagem, no qual é convertido para o formato de pontos (vetorial). Em seguida, é realizada a aplicação do Estimador de Densidade por Kernel. O raio de busca a ser empregado pelo estimador de densidade por Kernel, considera-se para o ICR local um raio de 564m e para o ICR global 1128m. Depois da aplicação do estimador de densidade é feita a etapa de normalização, uma divisão da matriz resultante da aplicação do Kernel pelo número de pixels computados por operação de álgebra de mapas. Em seguida o ICR pode ser implementado para descrever e diferenciar padrões locais ou globais de relevo (ICR Local e ICR Global). O ICR Global refere-se a identificação de unidades de relevo que configuram padrões regionais, por isso podem não delimitar feições morfológicas locais que estão presentes numa área (SAMPAIO; AUGUSTIN, 2014), sendo adotado portanto para este trabalho o ICR local.

Figura 4 – Etapas para obtenção do ICR



Fonte: Sampaio e Augustin (2014).

Cabe observar que, no caso do ICR global os autores estabelecem os valores dos intervalos, discretizados em classes (Quadro 1) e no ICR local é orientado a utilização dos quartis para os limites dos intervalos de classes e o agrupamento inicial dos dados em cinco classes: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

Quadro 1 – Valores de ICR global

Unidades de Relevô	Valores de ICR
Plano	Abaixo de 2,5
Suavemente ondulado	De 2,5 a 6
Ondulado	De 6 a 14
Fortemente ondulado	De 14 a 30
Escarpado	De 30 a 45
Fortemente escarpado	Acima de 45

Fonte: Sampaio e Augustin (2014).

Para o mapa de ICR adquiriu-se o MDE Copernicus com resolução espacial de 30m da ESA disponibilizado no site da Open Topography em projeção WGS 84. Trata-se de um modelo que representa a superfície da Terra incluindo edifícios, infraestrutura e vegetação, sendo derivado de um MDE editado chamado *WorldDEM*TM (ESA, 2020).

O arquivo *raster* obtido foi fundamental para a produção do mapa de ICR. As cores adotadas no mapa estão de acordo com Sampaio e Augustin (2014), os quais adotam cores mais escuras para índices de rugosidades mais altos e cores mais claras para índices de rugosidades mais baixos.

3.1.1.2 Geologia

Os levantamentos de geologia são um dos fatores importantes para o conhecimento das potencialidades dos recursos naturais, assim como os levantamentos de solos, relevo, clima, entre outros, como ressalta Ross (1994).

Entretanto, a variável geologia não se encontra incluída na metodologia de Ross (1994) para a geração do mapa de fragilidade, apesar do autor destacar que os aspectos geológicos são básicos para o entendimento da relação relevo, solo, rocha.

Gonçalves et al. (2011) realizaram algumas adaptações na metodologia de Ross, no trabalho referente a determinação da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas, o qual apresenta como objetivo adaptar a proposta metodológica de Ross (1994) para novos procedimentos de determinação da fragilidade ambiental. Entre tais adaptações, os autores incluíram a variável geologia e observaram em seus resultados que a inserção do fator promoveu uma diferenciação significativa na elaboração do mapa final de fragilidade potencial e conseqüentemente nos níveis de fragilidade ambiental. Neste caso, Gonçalves et al. (2011) afirmam que a inclusão do fator geologia é uma forma de destacar o efeito da erodibilidade dos solos na avaliação da fragilidade ambiental.

Quanto mais elementos são incluídos na metodologia de análise, desde que estejam ligados à determinação da fragilidade ambiental, mais precisos serão os resultados alcançados, ou seja, mais condizentes com a realidade local (GONÇALVES et al., 2011).

Muitos outros autores viram também a necessidade de incluir a geologia em seus estudos de fragilidade ambiental como por exemplo, Floriani et al. (2006), Sales e Nascimento (2020), Batista e Silva (2013), Cavalcante et al. (2022), Souza et al. (2020), Gonçalves et al. (2009), Trevisan e Moschini (2016), Bueno (2015), entre outros.

Do mesmo modo, neste estudo considera-se importante a inclusão do fator geologia na avaliação da fragilidade do ambiente, compondo a elaboração da fragilidade potencial.

Posto isso, as rochas constituem um agregado de minerais, e conforme destacam Crepani et al. (2001) a sua resistência ao intemperismo vai depender da resistência ao intemperismo dos minerais que a compõem (o que depende da natureza das ligações entre os átomos dos diferentes elementos químicos que os constituem), e da resistência à desagregação entre os minerais (o que vai depender da natureza das forças que juntaram as partículas, cristais ou grãos). Assim, destaca que o grau de coesão das rochas é a informação básica da Geologia a ser integrada a partir da Ecodinâmica, tendo em vista que em rochas pouco coesas prevalecem os processos modificadores das formas de relevo (morfogênese), enquanto que nas rochas bastante coesas prevalecem os processos de formação de solos (pedogênese).

As unidades geológicas presentes no município com os valores de fragilidade estão representadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Valores de fragilidade das unidades litoestratigráficas

Atributo	Classes de fragilidade	Unidades Litoestratigráficas
----------	------------------------	------------------------------

1	Muito baixa	Complexo Cruzeta, Unidade Ortognaisse Sítio dos Bois, Complexo Algodões, Membro Quixeramobim, Camada Quixeramobim Quartizito, Unidade Juatama, Fácies Muxurê Novo, Fácies Boa Fé, Litofácies Água Doce, Fácies Serra Branca de Quixeramobim, Milonito do Lineamento Senador Pompeu, Unidade Acopiara leucogranitos, Corpo Granito Nenrlândia, Suíte Banabuiú, Corpo Plúton Quixadá, Suíte Piquet Carneiro, Corpo Granito Aroeiras, Fácies Muxurê Velho, Unidade Mombaça, Unidade Acopiara metatexito, Suíte Madalena, Unidade Ortognaisse Cipó, Unidade Algodões anfibolito, Corpo Ortognaisse Serra da Palha, Corpo Monzonito Serrote Feio, Unidade Algodões gnaisse e anfibolito, Unidade São José de Macaoca tonalito-granodiorítico.
2	Baixa	Camada Quixeramobim Mármore, Complexo Acopiara.
3	Média	-
4	Alta	-
5	Muito Alta	Depósitos aluvionares, colúvio-eluviais

Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Crepani et al. (2001).

O mapa referente às unidades geológicas do município de Quixeramobim foi produzido por meio dos arquivos vetoriais em escala 1:100.000, disponibilizados no portal da CPRM por meio do Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB). Nesse mesmo *site* encontra-se disponível para *download* o arquivo referente aos símbolos e cores adotadas na realização do mapa de geologia.

3.1.1.3 Pedologia

Para a variável solo considerou-se com base nos solos identificados na área de estudo os valores de fragilidade conforme apresenta Ross (1994, 2006), Souza (2000), Crispim (2016). Tais valores podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3 – Valores de fragilidade para a variável solo

Atributo	Classes de fragilidade	Tipos de solos
1	Muito baixa	-
2	Baixa	-
3	Média	Argissolos

4	Alta	Luvisolos Planossolos Chernossolos Vertissolos
5	Muito Alta	Neossolos Afloramentos rochosos

Fonte: Adaptado de Ross (1994, 2006), Souza (2000), Crispim (2016).

Os critérios utilizados para a variável solos passam pelas características de texturas, estrutura, plasticidades, grau de coesão das partículas e profundidade/ espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais (ROSS, 1994).

Para o mapa de pedologia, adquiriu-se arquivos vetoriais dos tipos de solos em Brasil (2023) no qual apresenta o Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA) do IBGE, em escala 1.250.000. O *site* do BDIA reúne a coleção de bases temáticas de recursos naturais de todo território nacional.

As cores adotadas no mapa seguem as recomendações de Brasil (2015) referente ao manual técnico de pedologia do IBGE.

3.1.1.4 Pluviosidade

A pluviosidade é mais uma variável acrescentada como parâmetro a ser considerado na análise da fragilidade ambiental. Ross (inédito) *apud* Sporl (2001) considera a situação pluviométrica anual como parâmetro para a fragilidade ambiental (Quadro 4).

Quadro 4 – Classes de fragilidade pluviométricas

Atributo	Classes de fragilidade	Características
1	Muito baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1.000 mm/ano.
2	Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2.000 mm/ano.

3	Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 2 e 3 meses, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.
4	Alta	Situação pluviométrica anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, alta concentração de chuvas no verão entre novembro e abril, quando ocorrem de 70 a 80% do total de chuvas.
5	Muito Alta	Situação pluviométrica com distribuição regular ou não ao longo do ano com grandes volumes anuais ultrapassando 2.500mm/ano; ou ainda comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de alta intensidade e volumes anuais baixos geralmente abaixo de 900mm/ano.

Fonte: Ross (inédito) *apud* Spornl (2001).

Porém, neste trabalho considerou-se mais importante do que a situação pluviométrica anual, a intensidade pluviométrica (IP) que é a média de precipitação anual (mm) dividida pela duração do período chuvoso, neste caso quatro meses (Quadro 5).

Essas informações, conforme já analisa Crepani (2001), possibilitam a quantificação empírica do grau de risco ao qual está sujeita uma unidade de paisagem, pois quando se observa IP elevada, nota-se maior capacidade de erosão. De modo contrário, uma IP baixa leva a menores risco de erosão nas unidades de paisagem.

Quadro 5 – Níveis hierárquicos dos comportamentos de IP

IP	Fragilidade	Peso
$IP \leq 125$ mm/ano	Muito baixo	1
$125 < IP \leq 230$ mm/ano	Baixo	2
$230 < IP \leq 360$ mm/ano	Médio	3
$360 < IP \leq 450$ mm/ano	Alto	4
$IP > 450$ mm/ano mm/ano	Muito alto	5

Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Crepani (2001) seguindo hierarquia de Ross (1994).

No mapa de intensidade pluviométrica utilizou-se o *plugin Ana Data Acquisition*, para a adquirir os arquivos vetoriais das estações e os dados de pluviometria (mm) disponibilizados em texto.

Utilizou-se também o Excel para tratamento desses dados e geração das médias pluviométricas de 30 anos (1993- 2022) referente a cada estação, em seguida foi realizado o cálculo para obter a IP. Esses dados foram posteriormente adicionados à tabela de atributos das estações e foram interpolados por meio da ferramenta *Ordinary Kriging* gerando o mapa de IP.

3.1.1.5 Cobertura vegetal e uso da terra

Para as variáveis cobertura vegetal e uso da terra identificadas na área de estudo, considerou-se os valores de fragilidade para cada tipo de uso conforme Ross (1994, 2006) e Crispim (2016). Tais valores podem ser observados no Quadro 6.

Quadro 6 – Valores de fragilidade para a variável uso e ocupação

Atributo	Classes de fragilidade	Tipos de uso
1	Muito baixa	Savana estépica florestada
2	Baixa	Savana estépica arborizada
3	Média	-
4	Alta	Mata ciliar/ produção agroextrativista
5	Muito Alta	Solo exposto ou pousio/ agropecuária, influência urbana, afloramentos rochosos

Fonte: elaborado pela autora adaptado de Ross (1994, 2006), Crispim (2016).

Para o mapa de uso e ocupação utilizou-se como base o arquivo *raster* da ESA World Cover com resolução espacial de 10m, elaborado por meio da imagem do satélite Sentinel 2 de dezembro de 2021. Esses dados foram adaptados conforme a realidade da área de estudo. Realizou-se também uma classificação supervisionada e vetorização por meio do arquivo matricial do sensor sentinel 2 de outubro de 2019 resolução espacial de 10m disponibilizado no site da USGS para adquirir os demais dados de vegetação não disponíveis no *raster* da *ESA World Cover*.

Outros dados vetoriais complementares usados no mapa de uso e ocupação correspondem a estradas pavimentadas e limites do IPECE (CEARÁ, 2019), rede de

drenagem da ANA com escala de 1:100.000 do PEDEA (CEARÁ, 2022) e ocorrência mineral da CPRM (BRASIL, 2023).

As cores adotadas no mapa de uso e ocupação seguem as cores representadas pela *ESA world cover*. No mapa de vegetação as cores seguem as mesmas adotadas pelo IBGE (BRASIL, 2012).

3.2 Critérios para análise dos resultados de fragilidade e a relação com a sustentabilidade ambiental conforme compartimentação geomorfológica

Considera-se o fator geomorfologia, como elemento fundamental para a compartimentação do ambiente, pois assim como destaca Souza (2000, p. 11) “Os limites do relevo e as feições do modelado são mais facilmente identificados e passíveis de uma delimitação mais rigorosa e precisa”.

Cada compartimento geomorfológico destina-se a ter características próprias, entre elas, drenagem superficial, arranjos típicos de solos e aspectos fitofisionômicos. Observa-se ainda os padrões de ocupação antrópica que são também influenciados.

Desta forma, pretende-se identificar e descrever as potencialidades e limitações das unidades geomorfológicas estabelecendo as classes de fragilidade e sustentabilidade ambiental para subsidiar o planejamento ambiental e gestão territorial. No Quadro 7 podem ser observadas as considerações sobre a fragilidade e sustentabilidade ambiental.

Quadro 7 – Considerações sobre a fragilidade e a sustentabilidade ambiental

Ambientes estáveis (Fragilidade baixa)
Estabilidade morfogenética antiga em função da fraca atividade do potencial erosivo, onde ocorrem processos favoráveis à pedogênese, em que o recobrimento vegetal é pouco alterado pela ação do homem ou há fraca regeneração, que evolui para condições similares ou próximas às originais, onde ocorre equilíbrio entre fatores do potencial ecológico e fatores de exploração biológica.
Ambientes de transição (Fragilidade moderada)
Ambiente com dinâmica marcada pelos processos morfogenéticos e pedogenéticos, podendo favorecer uma a outra condição, quando predominante a pedogênese passa-se aos meios estáveis, quando predominante a morfogênese passa-se aos meios instáveis.
Ambientes fortemente instáveis (Fragilidade alta)
Intensa atividade de potencial erosivo, com evidências de deterioração ambiental e

<p>da capacidade produtiva dos recursos naturais, comprometimento das reservas paisagísticas, o balanço pedogênese-morfogênese é favorável à morfogênese, podendo ser frequentes as rupturas do equilíbrio ecodinâmico e a manutenção do solo é continuamente comprometida.</p>
<p>Sustentabilidade baixa</p>
<p>Áreas em que é mínima a capacidade de produção dos recursos naturais, onde os impactos da degradação ambiental assumem características praticamente irreversíveis, em função da assolação da vegetação, da ablação dos solos e dos negativos índices do balanço hídrico. Solos rasos, erodidos, ambientes com afloramentos de rochas e com baixa fertilidade natural.</p>
<p>Sustentabilidade moderada</p>
<p>Ambientes com razoável capacidade produtiva dos recursos naturais, em que estão presentes, condições satisfatórias quanto ao potencial hídrico, considerando o escoamento fluvial, os reservatórios com razoável a boa quantidade de água e as reservas paisagísticas; condições climáticas subúmidas a semiáridas moderadas solos moderadamente profundos, com média a alta fertilidade natural e em bom estado de conservação por parte da cobertura vegetal primária ou a derivada da sucessão ecológica com dinâmica progressiva.</p>
<p>Sustentabilidade alta</p>
<p>Áreas com boa capacidade produtiva dos recursos naturais, apresentando limitações ambientais, podendo ser mitigadas com aplicações de tecnologias simples, ao qual se inclui: condições satisfatórias quanto ao potencial hídrico considerando o escoamento fluvial, os reservatórios com boa quantidade de água acumulada e as potencialidades de utilização das águas subterrâneas, condições climáticas úmidas, com chuvas bem distribuídas, solos moderadamente profundos com média a alta fertilidade natural, pouco suscetíveis à erosão em função do estado de conservação da vegetação.</p>

Fonte: adaptado de Souza (2000), Crispim (2016).

As unidades ambientais que apresentam ambientes estáveis (fragilidade baixa) representam características contidas nos setores de sustentabilidade alta. As unidades ambientais que apresentam ambientes de transição (fragilidade moderada) apresentam características contidas nos setores de sustentabilidade moderada. E as unidades ambientais que apresentam ambientes fortemente instáveis (fragilidade alta) se enquadram nos setores com sustentabilidade baixa.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização

O município de Quixeramobim, apresenta cerca de 3.325 km² de área e está situado na região de planejamento do Sertão Central cearense, possuindo características típicas do semiárido nordestino (CEARÁ, 2023). Por possuir uma localização geográfica central, recebe um fluxo constante das outras cidades vizinhas (NOGUEIRA, 2022). Quixeramobim faz limite com os municípios de: Quixadá, Choró, Madalena, Senador Pompeu, Milhã, Solonópole, Banabuiú, Boa viagem e Pedra Branca.

Está a aproximadamente 204,6 km² da capital Fortaleza, sendo acessível por meio das rodovias CE-060 via maciço de Baturité, até a cidade de Quixadá, ou pela BR-116, até o distrito de Triângulo (Chorozinho) e em seguida, adentra-se a BR-122 percorrendo mais 98 km até a cidade de Quixadá. Logo depois, percorre-se mais 40 km via CE-060, em direção a cidade de Quixeramobim. Outra opção de acesso é pela BR- 020 até a cidade de Madalena, e depois, um trajeto de 60 km pela a CE-166, até o destino (ALCANTARA, 2021).

4.2 História do Município

A origem do nome Quixeramobim é bastante discutida, existindo várias versões para explicá-la por meio da língua indígena, não chegando ao certo a um acordo definitivo (LEITÃO, 2003). O significado mais comum dado à palavra de Quixeramobim é carne gorda, pois a área produzia carne gorda ou era propício para a criação de gado, sendo, portanto, *quiram*, gorda e *mbiú* carne (SOUZA, 1913).

Dessa forma, na área que hoje é o município de Quixeramobim, antes do povoamento português, existiam várias tribos indígenas como os tapus, quixarás (SOUZA, 1913) e também a presença dos canindés e dos jenipapos, como aborda Araripe (1867).

Existiram muitos aldeamentos no litoral e no sertão do Ceará, principalmente nos vales de grandes cursos d'água, como salienta Souza (1913). Nessa região, frequentada pelos indígenas, começaram a chegar os colonizadores portugueses seguindo a trilha que vinha do Aracati, subindo o Jaguaribe e seus afluentes.

Primeiramente o povoamento ocorreu nas proximidades do rio Quixeramobim pelos gentios, senhores de toda a capitania (SOUZA, 1913). Os gentios chamavam Rinaré e os colonos Kieramobim ao rio que então se descobria (ARARIPE, 1867).

Bezerra (2009) afirma que há um equívoco, pois o rio Quixeramobim era conhecido do gentio pelo nome de Ibu, e o rio Rinaré se referia ao rio Banabuiú. Assim, o capitão-mor Gil Ribeiro concedeu as primeiras sesmarias no rio Ibu em 7 de novembro de 1702 (BEZERRA, 2009).

Assim, o primeiro povoamento ocorreu a partir de 1702 (BEZERRA, 2009), sendo os primeiros sesmeiros das terras que hoje é Quixeramobim, Francisco Ribeiro de Sousa e sua mulher, Tereza de Jesus, doadas depois para Gil Miranda em 1705. Em 1710, elas foram adquiridas pelo Capitão Antonio Dias Ferreira, um português originário do Porto que havia chegado ao Ceará para montar uma fazenda de gado depois de não ter tido sucesso econômico em Pernambuco (SIMÃO, 1996).

Nas terras compradas pelo Capitão Antonio Dias Ferreira, às margens do rio Ibu, foi estabelecida a fazenda Boqueirão e também uma capela dedicada a Santo Antônio de Lisboa ou Pádua (FACO, 1958).

A primitiva Capela foi ampliada e melhorada de tal forma que, em 1755, foi elevada à categoria de matriz por autorização do bispo de Pernambuco, Dom Francisco Xavier Aranha (LEITÃO, 2003).

Dessa forma, o povoado de Santo Antônio de Quixeramobim foi aumentando ao longo dos anos, alargando-se sobremodo no seu desenvolvimento, cujo a qual rapidamente progrediu tendo a necessidade de constituir o povoado em vila, o que ocorreu em 1789 pela Ordem Régia (SOUZA, 1913).

A Carta Régia de 13 de junho de 1789 inaugurou a vila com a denominação de Vila Nova do Campo Maior de Quixeramobim (FACO, 1958). Assim:

Em carta de 10 de janeiro de 1789, o Ouvidor geral da Capitania do Ceará e Corregedor da Comarca D. Manoel de Magalhães Pinto e Avellar de Barbedo, representou ao Governador de Pernambuco quanto seria util ao serviço publico, a administração da justiça e ao real serviço que se erigisse em villa a povoação de Santo Antônio de Quixeramobim, para nella se recolherem e congregarem os homens vadios que como fêras vivem espalhados pelos sertões, separados da sociedade civil, commettendo toda a qualidade de delictos, que as justiças não podiam cohibir por não chegar a noticia ou a tempo tal que as averiguações tornavam-se infructíferas (FACO, 1958, p. 371)

A criação da vila do Campo Maior de Quixeramobim é também abordada por Araripe (1867, p.4):

As creações de villas nos mostram também a progressão, em que o paíz foi descortinado, e conhecido. As primeiras villas creadas foram a Fortaleza e o Aquiras na época de 1700 a 1713; depois vemos, que 50 annos mais tarde já existiam como

villas no centro do país Ico, e Quixeramobim, e nas partes limítrofes, e mais arredadas da costa Vila - viçosa, e Crato, sendo já notável a longínqua povoação de Arneirós, primitivamente denominada Jucá.

Na mesma data de 13 de junho foi levantado no centro da praça o pelourinho, um obelisco que simbolizava a autonomia, onde se açoitavam os escravos fujões e se puniam publicamente os criminosos (LEITÃO, 2003).

Depois de criada e inaugurada, a vila de Quixeramobim desenvolveu-se rapidamente, constituindo um dos pontos de destaque. Assim, passados 67 anos, o governo resolveu elevá-la à categoria de cidade por meio da Lei nº 770 de 14 de agosto de 1856 (FACO, 1958).

Criou-se então a cidade de Quixeramobim, cujo gentílico é quixeramobinense, estando dividida atualmente em 11 distritos (Quadro 8): Belém, Berilândia, Damião Carneiro, Encantado, Lacerda, Manituba, Nenelândia, Passagem, Quixeramobim, São Miguel e Uruquê (CEARÁ, 2023).

Quadro 8- Distritos do município de Quixeramobim

Distritos	Ano de Criação
Belém	1990
Berilândia	2012
Damião Carneiro	1938
Encantado	1953
Lacerda	1938
Manituba	1933
Nenelândia	1990
Passagem	1951
Quixeramobim	1766
São Miguel	1958
Uruquê	1938

Fonte: Ceará (2023).

Convém observar que Quixeramobim representou um dos principais núcleos urbanos do Ceará, tendo uma posição de destaque em relação ao desenvolvimento urbano e econômico, como é o caso da instalação das primeiras ferrovias do estado e a sua referência no ciclo do gado (LIMA et al., no prelo) e no ciclo do algodão.

4.2.1 O ciclo do gado

A ocupação do interior nordestino tem como base econômica a pecuária (PRADO JUNIOR, 2012). No final do século XVII e nos primeiros anos do século XVIII, após as decisões régias portuguesas de reservar a faixa para a produção do açúcar, os criadores de gado partiram em direção ao sertão (JUCÁ NETO, 2012). Tal Carta Régia implementada em 1701, excluía a pecuária das dez léguas marítimas.

Isto porque, a criação de gado no litoral era uma atividade complementar da empresa açucareira. Com o crescimento dos rebanhos e o estrago que estavam causando à lavoura canavieira, foi ordenado o seu afastamento, tendo em vista que a produção do açúcar era uma atividade mais lucrativa do que a pecuária (SIMÃO, 1996).

Na segunda metade do século XVIII no Ceará, ocorreu um considerável surto econômico baseado na pecuária e na industrialização da carne bovina (CUNHA, 2020). Destaca-se que:

Já na primeira metade do século XVIII, a fazenda de gado dispersa no sertão sediou o povoamento. Foi a sede das sesmarias, da unidade familiar, da atividade produtiva e também onde se encontraram as condições propícias para os primeiros sinais de acumulação de renda no sertão. Além disso, foi sede da vida política local, de toda autarquia sertaneja e suas famílias, com poderes quase que absolutos, e da rede de mandos e desmandos que pautou a organização territorial. Cumpriu, ainda, o papel de defesa diante da população indígena ou perante outros sesmeiros na luta pela posse das terras (JUCÁ NETO, 2012, p. 135).

Quixeramobim surgiu nesse contexto, como destaca Simão (1996), na época do ciclo do gado/ou civilização do couro. Para Simão (1996, p. 18) “a denominação de civilização do couro representa tão bem a época de formação da cidade quanto a expressão ciclo do gado pois naqueles tempos a fabricação da maioria dos objetos tinha couro a sua matéria-prima”.

É o que analisa Furtado (2005) ao discutir que a criação de gado no Nordeste era considerada em grande medida uma atividade de subsistência, sendo fonte quase única de alimentos e do couro que se utilizava praticamente para tudo.

A criação do gado influenciou na toponímia do município, sendo ainda um fator de integração por meio das estradas onde passavam as boiadas, servindo também como transporte, animal de tração e um dos mais importantes aspectos que favoreceram a povoação, por meio da instalação das fazendas e do surgimento dos primeiros vilarejos nas localidades de pousadas do gado (SIMÃO, 1996).

Como ressalta Simão (1996, p. 19), “(...) é em torno do curral que surgia a igreja, a povoação, a vila e conseqüentemente a cidade. Quixeramobim está situada no país dos vaqueiros e foi, por muito, tempo, uma povoação de pastores.”

Convém observar que, o ciclo do gado trouxe uma significativa riqueza para a economia cearense, mesmo que essa riqueza tenha ficado restrita para poucos, beneficiando um pequeno número em geral, os grandes proprietários, comerciantes, exportadores (CUNHA, 2020).

O ciclo do gado foi extremamente importante para a origem de Quixeramobim, pois foi a principal atividade que se desenvolveu no local, considerando que a agrária consistia apenas em uma agricultura de subsistência (SIMÃO, 1996). Tal atividade pecuária levou Quixeramobim a ser um dos centros econômicos mais importantes do Ceará.

4.2.2 O ciclo do algodão

Nos últimos decênios do século XVIII o cultivo de algodão emergiu como uma opção econômica para compensar a decadência da pecuária, que havia causado negativos impactos na economia cearense devido a dois longos períodos de seca e o surgimento de uma concorrência mais intensa por parte da pecuária gaúcha (CUNHA, 2020).

Como relata Cunha (2020, p. 216), “a cultura do algodão se desenvolve pacificamente com à atividade pecuária, garantindo melhores condições de sobrevivência ao sertanejo, além de uma remuneração monetária”.

Assim, no sertão nordestino o cultivo do algodão se estabelece, encontrando uma área bastante propícia a tal atividade econômica (CARTAXO, 2004). A partir de 1777, como analisa Cunha (2020), se inicia a comercialização do algodão no Ceará, sendo que em 1778 as exportações cearenses tiveram um crescimento bastante significativo e já no final do século XVIII as exportações teriam ultrapassado quatrocentas toneladas anuais de algodão.

Para Furtado (2005), a cultura algodoeira nos primeiros decênios do século XIX havia permitido uma diversificação da atividade econômica, o que promoveu um intenso crescimento da população. Em 1960, como observa o autor, em decorrência do aumento dos

preços causados pela guerra civil nos Estados Unidos, a produção de algodão se intensifica e o estado do Ceará experimenta pela primeira vez uma fase de prosperidade.

A cultura do algodoeiro em 1970 se expandiu por todas as regiões do Nordeste, com exceção da faixa litorânea (FREIRE et al., 1999). Convém observar que o Estado do Ceará:

(...) Já chegou a ser o maior produtor de algodão do Nordeste e o terceiro maior do Brasil, perdendo apenas para os Estados de São Paulo e Paraná. Além disto, essa cultura chegou a ser a principal fonte geradora de renda e de emprego no setor agrícola cearense (CARVALHO, 2000, p.1).

Até metade do século XIX, os tipos de algodão plantados no Ceará foram o inteiro e o quebradinho. No ano de 1851 introduziu-se o algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.). O Algodão mocó ou arbóreo (*Gossypium hirsutum* L.r. *marie galante* Hutch) só foi introduzido em 1916, e predominou até 1983, perdendo seu espaço para o tipo herbáceo. Os mesmos fatores que atingiram a produção do algodão mocó, como por exemplo a exaustão dos solos e a incidência da praga do bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman), foram responsáveis por afetar a produção do algodão herbáceo (CARTAXO, 2004).

Algumas soluções foram apresentadas para evitar a extinção do algodão mocó, como pode ser visto em Freire et al. (1990), Beltrão et al. (1995), Moreira et al. (1989, 1997), Embrapa (1985) e Medeiros et al. (1996).

Medeiros et al. (1996) definiu condições edafo-climáticas ideais para a exploração do algodão arbóreo e herbáceo. Entre os municípios do Ceará, ideais para o cultivo do algodão, destacou-se o município de Quixeramobim apresentando dupla aptidão.

Em Quixeramobim o algodão já foi a principal atividade econômica (ALBUQUERQUE, 2006). Os solos presentes no município apresentam-se bastante propícios a tal produção (CARTAXO, 2004; MEDEIROS et al., 1996).

Embora, atualmente, a atividade econômica do algodão não seja a maior no município, é importante destacar que o mesmo teve sua contribuição para que o estado do Ceará tivesse um papel importante no desenvolvimento desta economia nos anos já referidos.

4.3 Aspectos histórico-culturais e turísticos

O município de Quixeramobim apresenta um ambiente de beleza cênica, com formações rochosas, pontos históricos que contribuem para o desenvolvimento do turismo

histórico cultural e geossítios que representam grande potencial para o turismo de aventura (LIMA et al., no prelo).

Alguns pontos histórico-culturais importantes do município são: Casa da Câmara e Cadeia, Casa de Antônio Conselheiro, Memorial Antônio Conselheiro, Estação Ferroviária, Centro Geodésico do Ceará, Paço Municipal, Ponte Metálica, Barragem de Quixeramobim, Igreja de Nosso Senhor do Bonfim, Igreja Matriz de Santo Antônio, Igreja Nossa Senhora do Rosário (QUIXERAMOBIM, 2023). Tais pontos histórico-culturais estão descritos a seguir.

A Casa da Câmara e Cadeia (Figura 5), centro administrativo das vilas coloniais, só teve sua sede própria em Quixeramobim no século XIX, funcionando por muitos anos em estado precário, com instalações provisórias e inadequadas (LEITÃO, 2003). Situa-se próximo à praça da Igreja matriz e foi construída entre os anos de 1818 e 1856 e tombada como Patrimônio Histórico Nacional pelo pró-memória em 1972 (OLIVEIRA, 2022). Trata-se de um prédio histórico, onde encontra-se a atual Câmara Municipal, sede do poder legislativo. Possui dois pavimentos, seguindo o mesmo projeto arquitetônico das casas de câmara e cadeias do Brasil, sendo que no andar térreo funcionou a antiga cadeia municipal, até ser transferida para outro prédio localizado na Rua 13 de Junho e hoje se encontra na Rua Raimundo Rodrigues (QUIXERAMOBIM, 2023).

Figura 5 – Câmara municipal de Quixeramobim



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

A Casa de Antônio Conselheiro (Figura 6) é uma antiga casa de comércio e moradia de Vicente Mendes Maciel, pai de Antônio Conselheiro, um visionário de Bom Jesus, que evacuou para canudos. Conselheiro, é uma figura cultural importante para Quixeramobim tendo em vista que o município foi palco de terríveis lutas, entre Maciéis e

Araújo, descritas em Os Sertões, de Euclides da Cunha, ao registrar antecedentes da família de Antônio Conselheiro (FACO, 1958).

Figura 6 – Casa de Antônio Conselheiro



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

A Casa de Conselheiro está localizada na rua Cônego Aureliano Mota, próximo a praça Dias Ferreira. Em 2005, tornou-se Patrimônio Histórico Cearense, devendo abrigar o centro da memória do sertão em homenagem ao líder de canudos e aos sertanejos, sendo também espaços para eventos, exposições, pesquisas e palestras, por exemplo (CEARÁ, 2013).

O Memorial Antônio Conselheiro (Figura 7) foi construído em 1997, ano que representa o centenário da Guerra de Canudos. O memorial é constituído por teatro, exposições de artefatos referentes à história da guerra e de Antônio Conselheiro, compondo também espaço para leitura e museu, além de salas climatizadas para práticas de atividades culturais (CEARÁ, 2017).

Figura 7 – Entrada do Memorial Antônio Conselheiro



Fonte: Arquivos pessoais (Junho/2023).

Outro ponto importante é a Estação Ferroviária de Quixeramobim (Figura 8), inaugurada no ano de 1894 (GIESBRECHT, 2022). Foi uma conquista muito importante para o município no século XIX, pelo fato de ter contribuído para a produção do escoamento regional, dinamização do comércio local por meio da circulação de mercadorias, além de ter proporcionado o fluxo de passageiros (OLIVEIRA, 2022).

Figura 8 – Estação ferroviária



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

A ponte metálica (Figura 9), destaca-se como mais um dos cartões postais de Quixeramobim. Foi inaugurada em 1899 e construída no sentido de prolongamento da estrada de ferro de Baturité que ia em direção ao Cariri, no sul do estado do Ceará (ALVES, 2022). A ponte foi construída na Bélgica e projetada pelo engenheiro Lúcio do Amaral, sendo a estrutura metálica fundida pela *Compagnie General de Construction de Haine S. Pierre* e trazida de navio para a cidade de Fortaleza, depois transportada por meio dos vagões de carga até Quixeramobim como aborda Alves (2022).

Figura 9 – Ponte metálica



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

Em relação ao Paço Municipal (Figura 10), foi construído em 1817, pelo português José Jacinto de Sousa Pimentel, e é composto por dois pavimentos mais um sótão e abriga a sede da prefeitura municipal (OLIVEIRA, 2022).

Figura 10 – Prefeitura municipal de Quixeramobim



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

Outro fato interessante é que o município de Quixeramobim é considerado o Centro Geodésico do Ceará, havendo um monumento na praça Dias Ferreira instalado pelo IBGE (Figura 11) conforme ressalta Oliveira (2022).

Figura 11 – Marco do centro geográfico do Ceará



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

Também representando grande importância para o município, tem-se a barragem de Quixeramobim (Figura 12), denominada como Açude Engenheiro José de Cândido de

Paula Pessoa, que faz parte das grandes obras hídricas que receberam ordem de Dom Pedro II, para a construção e combate à seca. A ordem para a construção do açude ocorreu entre os anos de 1877 e 1879 e a construção foi iniciada no ano de 1958 e concluída em 1960 tendo como responsáveis pela obra os engenheiros Maurício da Paula Miranda, Danilo Benício Castelo Brando, João Pessoa Xavier de Macedo e Carlos Guilherme Matos como destacado em Repórter Ceará (2019).

Figura 12 – Açude Engenheiro José de Cândido de Paula Pessoa



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

Destaca-se também como um dos pontos de grande relevância histórica, cultural e religiosa, a Igreja Matriz de Santo Antônio (Figura 13), a Igreja de Nosso Senhor do Bonfim e a Igreja Nossa Senhora do Rosário.

Figura 13 – Igreja matriz



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

A Igreja de Santo Antônio, como já destacado no tópico anterior, teve suas origens na primitiva capelinha de taipa do boqueirão, passando a ser a matriz apenas no ano de 1755 (FACO, 1958).

A Igreja do Bonfim foi concluída em 1860, apesar de suas obras terem iniciado em 1810 e a Igreja do Rosário, situada na praça Dom Quintino, foi construída em 1783 pelos escravos, sendo sua fachada principal concluída em 1823 e destruída parcialmente em 1913 por uma fálscia elétrica, durante uma tempestade (OLIVEIRA, 2022).

Posto isso, tem-se como patrimônio imaterial do município a festa de Santo Antônio, padroeiro de Quixeramobim, realizada entre 31 de maio a 13 de junho de cada ano. No primeiro dia de festa ocorre a cerimônia de hasteamento da bandeira, que marca o início dos festejos, correspondendo à segunda maior festa religiosa do Ceará (ARAÚJO, 2019).

Destaca-se também, a vaquejada de Quixeramobim, que ocorre todos os anos no mês de setembro. A vaquejada e a cavalgada, mais suas expressões artístico-culturais, foram elevadas à condição de manifestação cultural municipal e de patrimônio imaterial do município (QUIXERAMOBIM, 2017).

Tem-se ainda o evento Conselheiro Vivo, ocorrendo de 11 a 13 de março, sendo uma das atividades mais significativas na programação cultural social e educacional do município (CEARÁ, 2023).

Outro evento relevante é a semana do município que ocorre no mês de agosto, e também as Festas dos padroeiros das outras paróquias de Quixeramobim: Padroeiro São Francisco (Bairro da Maravilha), Padroeiro São Miguel (distrito de São Miguel), Padroeira Nossa Senhora Perpétuo do Socorro (distrito de Nenelândia).

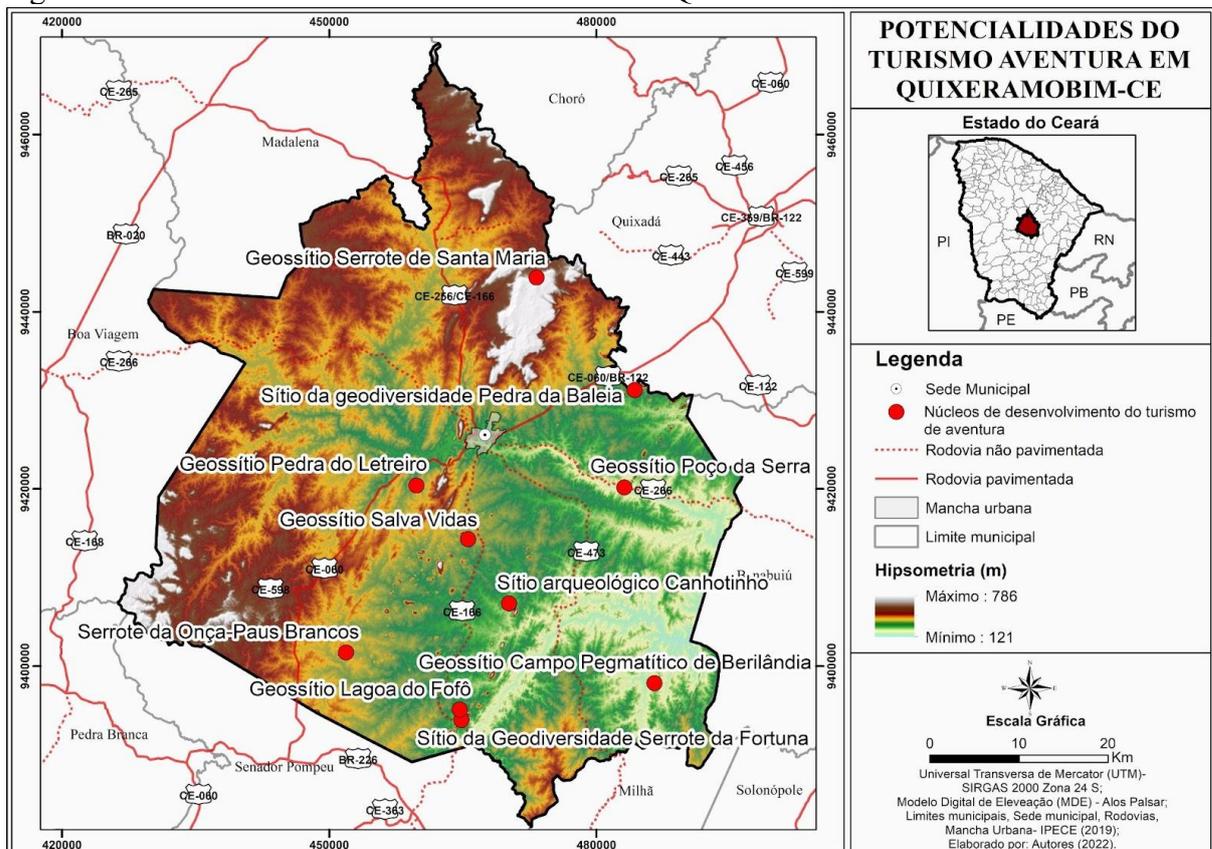
Em relação ao desenvolvimento de atividades turísticas, além dos pontos históricos já citados, o município apresenta uma paisagem de maior destaque composta pelos monumentos naturais rochosos denominados de monólitos ou Inselbergues. Trata-se de relevos residuais que se destacam em meio às superfícies aplainadas dos sertões (AB' SABER, 2003)

Os inselbergues dos municípios de Quixeramobim e Quixadá são os mais representativos do Brasil (FREITAS et al., 2019; OLIMPIO et al., 2021) e estão inseridos na proposta de implantação do Geoparque Sertão Monumental, elaborada por Freitas et al. (2019) que visa, dentre outros aspectos, políticas de proteção, conservação e preservação aos territórios dos inselbergs dos 20 sítios de interesse geológico/geomorfológico identificados.

Sobre a proposta do geoparque, a CPRM já realizou a publicação do relatório (BRASIL, 2023) e o Ministério Público do Estado do Ceará (MPCE) já vem abordando a discussão. O MPCE realizou uma reunião no dia 16 de setembro de 2022 para tratar, com outras instituições, sobre a futura estruturação e implementação do Geoparque Sertão Monumental. Foi discutido sobre a importância do projeto do geoparque, ao qual tem um impacto positivo em nível local e regional, e oferece uma série de vantagens ambientais, sociais e econômicas à população dos municípios de Quixadá e Quixeramobim (CEARÁ, 2022).

Cabe destacar ainda que os inselbergues presentes nesses municípios possuem valor ambiental, científico, educacional, cultural e turístico (OLIMPIO et al., 2021). No que se refere ao desenvolvimento do turismo de aventura, Lima et al. (no prelo), aborda dez áreas que apresentam tal potencial (Figura 14). Destaca-se que todas as áreas se encontram na proposta do Geoparque Sertão Monumental, exceto o Serrote da Onça no distrito de Paus Brancos.

Figura 14 – Potencialidade do turismo aventura em Quixeramobim



Fonte: Lima et al., (no prelo).

No mapa observa-se as dez áreas, também descritas a seguir com suas respectivas coordenadas (Universal Transversa de Mercator (UTM) – Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul (SIRGAS 2000, Zona 24 Sul): Sítio da geodiversidade Serrote da Fortuna (464845E, 9393907S), Sítio da geodiversidade Pedra da Baleia (484308E, 9431163S), Geossítio Serrote de Santa Maria (Coordenadas UTM 473285E, 9443845S), Geossítio Poço da Serra (483133E, 9420167S), Geossítio Lagoa do Fofô (464650E, 9395094S), Geossítio Campo Pegmatítico de Berilândia (486512E, 9398071S), Sítio arqueológico Canhotinho (470194E, 9407064S), Geossítio Salva-Vidas (465588E, 9414321S), Sítio arqueológico Pedra do Letreiro (459797E, 9420388S), Serrote da Onça-Paus Brancos (451895E, 9401530S).

Os aspectos histórico-culturais e turísticos apresentados neste tópico são relevantes para a temática abordada neste trabalho, pois, influenciam nas atividades econômicas, no conhecimento e uso do território.

4.4 Aspectos socioeconômicos

4.4.1 Demografia

A população total residente no município de Quixeramobim no Censo de 2010 correspondia a 71.887 pessoas, sendo 60,41% deste total, morando na zona urbana (BRASIL, 2010). Entre 1991 e 2010 ocorreu uma taxa de crescimento de aproximadamente 21,67% pessoas. A população residente nos anos de 1991, 2000 e 2010 pode ser observada no Quadro 9.

Quadro 9 – População residente em 1991, 2000 e 2010

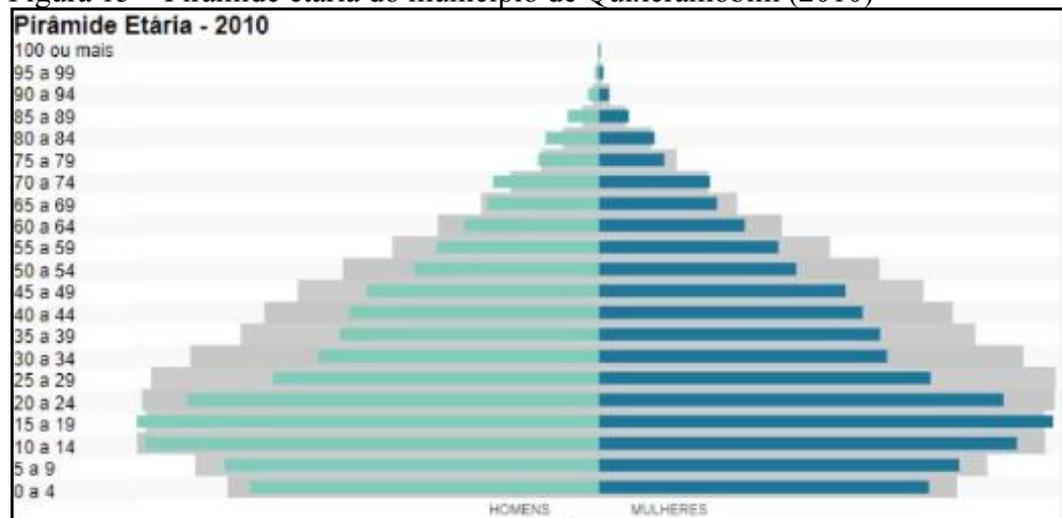
Discriminação	População residente					
	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	59.100	100,00	59.235	100,00	71.887	100,00
Urbana	25.759	43,59	30.600	51,66	43.424	60,41
Rural	33.341	56,41	28.635	48,34	28.463	39,59

Homens	29.492	49,90	29.707	50,15	35.729	49,70
Mulheres	29.608	50,10	29.528	49,85	36.158	50,30

Fonte: Ceará (2017).

Destaca-se também a pirâmide etária do município correspondente ao ano de 2010 (Figura 15). Nesse mesmo ano, a densidade demográfica da cidade foi cerca de 21,95 habitantes por km² e a média de moradores por domicílios na zona urbana correspondia a 3,41 e na zona rural a 3,64. Ainda em 2010, 43,2% da população tinha esgotamento sanitário adequado, 5,4% de domicílios urbanos tinham urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) e 84,1% de domicílios urbanos em vias públicas tinham arborização (BRASIL, 2010).

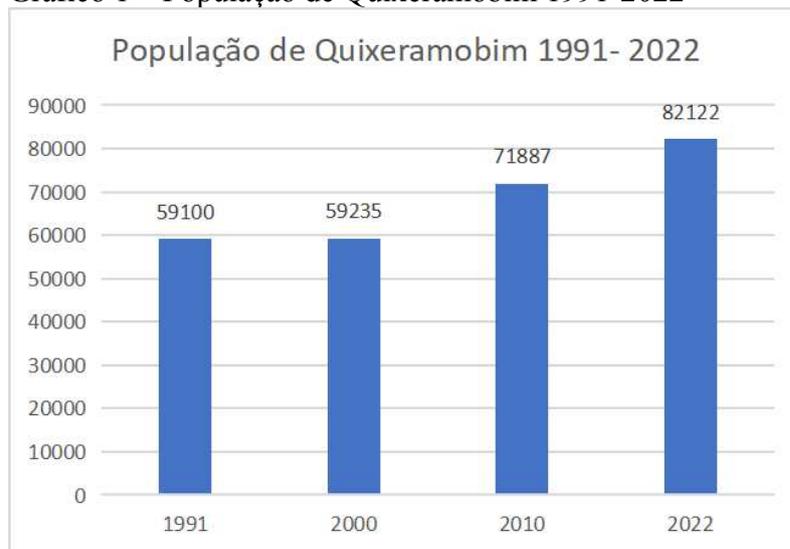
Figura 15 – Pirâmide etária do município de Quixeramobim (2010)



Fonte: Brasil (2010).

Conforme os primeiros dados do censo de 2022 divulgados em 28 de junho de 2023, a população do município corresponde a 82.122 pessoas, sendo a densidade demográfica de 24,7 habitantes por km² e a média de 2,87 moradores por domicílios. Assim, tem-se que a taxa de crescimento da população de Quixeramobim foi cerca de 12,25 % entre o censo de 2010 e o censo de 2022 (BRASIL, 2022). No Gráfico 1 nota-se o crescimento populacional do município entre 1991 a 2022.

Gráfico 1 – População de Quixeramobim 1991-2022



Fonte: Brasil (2023).

Visto isto, tem-se que desde os dados de 2000, a população urbana prevalece maior do que a população rural. Demais informações recentes sobre a população urbana do município ainda não foram divulgadas pelo Censo de 2022 até a data de elaboração deste trabalho, mas para ilustrar o crescimento urbano do município elaborou-se uma delimitação ilustrativa (Figura 16).

Figura 16 – Delimitação ilustrativa da Zona urbana de Quixeramobim



Fonte: Google Earth pro, imagem de junho de 2022.

À medida que ocorreu o crescimento populacional nos anos analisados, a cidade passou consequentemente por mudanças em sua expansão urbana, resultando na configuração atual que se desenha o meio urbano. Para Oliveira (2020), o município se apresentou como polo de interesse ao investimento não só pelo fato de apresentar um histórico potencial econômico para agropecuária, mas também pela recente chegada de indústrias em seu território. Assim, a cidade vem concentrando empreendimentos de grandes empresas do âmbito nacional e regional (NOGUEIRA, 2022).

4.4.2 Economia

As principais atividades econômicas estão relacionadas à agropecuária, ao comércio, aos serviços, às indústrias e fábricas.

No caso da produção agrícola, o feijão e o milho são uma das principais produções. No ano de 2020, as maiores áreas colhidas no município foram de milho com 15.000 ha, seguida do feijão com 3.900 ha. A produção de milho foi de 7.725 t e de feijão 897 t. Outros produtos agrícolas são também identificados nesse mesmo ano, como o algodão herbáceo, a fava, a mandioca, o tomate, o mamão, a manga, a batata doce, banana, o maracujá e o coco-da-baía (CEARÁ, 2023).

Considerando a categoria de sequeiro, conforme dados de junho de 2023 da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), as áreas colhidas de feijão foram 2.800 ha, de milho 8.690 ha e de algodão 95ha (CEARÁ, 2023). O distrito de Manituba apresentou o maior número de área colhida para o feijão consorciado (275 ha), feijão vigna (203 ha), milho consorciado (275 ha) e milho híbrido (1.485 ha). Já para a área colhida de algodão herbáceo, o distrito de Nenelândia apresentou maior número em área colhida com 15 ha.

Com base no projeto hora de plantar, em 2022 o município contou com 3.489 beneficiários (CEARÁ, 2022). Esse projeto é coordenado pela Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) e foi criado para atender com sementes e mudas os agricultores de base familiar do Estado (CEARÁ, 2014).

Sobre a pecuária, no ano de 2021, destacam-se em número de cabeças, 82.945 bovinos, 3.198 equinos, 12.235 suínos, 14.125 caprinos, 46.750 ovinos, além de 353.000 galináceos e 38.652 galinhas (CEARÁ, 2023). Dessa forma, para o ano identificado, os principais produtos de origem animal são o mel de abelha, os ovos de galinha e o leite.

Sobre a produção de leite e de seus derivados, Quixeramobim é considerado um dos maiores produtores, apresentando a maior bacia leiteira do Estado com uma produção estimada em mais de 150 mil litros de leite diário (CEARÁ, 2014).

Para o ano de 2023, de acordo com dados da EMATERCE, existem cerca de 3.458 fazendas com a espécie de bovino, 3.729 criadores e 103.251 animais contabilizados (CEARÁ, 2023).

No que se refere ao comércio, destacam-se um total de 1.819 estabelecimentos comerciais em 2021 (CEARÁ, 2023). Destes, 15 atacadistas, 1.802 varejistas, 404 de mercadorias em geral, 118 de produtos de gêneros alimentícios, 52 de bebidas, 8 de automóveis, camionetas, utilitários, motocicletas e motonetas, 113 peças e acessórios para veículos, motocicletas e motonetas, 2 de pneumáticos e câmaras de ar, 8 de bicicletas e triciclos e suas peças e acessórios, 32 de combustíveis, lubrificantes e GLP, 374 de tecidos, vestuário e artigos de armarinho, 23 de calçados, artigos de couro e de viagem, 39 de ótica, relojoaria e joalheria, 19 de máquinas, aparelhos e equipamentos eletroeletrônicos de uso doméstico e pessoal, 56 de máquinas, equipamentos e materiais de informática e comunicação, 8 de artigos fotográficos e cinematográficos, instrumentos musicais e acessórios, discos e fitas, 23 de artigos esportivos, brinquedos e artigos recreativos, 18 de livros, artigos de papelaria, jornais e revistas, 15 de artigos de souvenirs, bijuterias e artesanato, 171 de perfumaria e produtos farmacêuticos, 33 de medicamentos veterinários, artigos para animais e ração, 3 de madeira e seus artesanatos, 28 de artigos de decoração e utilidades domésticas, 148 de material para construção, 2 de reparação de veículos e de objetos pessoais e de uso domésticos.

Em relação aos serviços, o número total de empresas em 2021 foi de 416 empresas de serviços (CEARÁ, 2023). Destas, 29 de transporte e armazenagem, nove de comunicação, 321 de alojamento e alimentação, duas de intermediação financeira, 19 de atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas, seis de saúde e serviços sociais e 27 de outros serviços coletivos, sociais e pessoais.

Em relação às indústrias tem-se, em 2021, um total de 350 empresas industriais (CEARÁ, 2023). Destas, 6 são de extrativas mineral, 31 de construção civil, 12 de serviços industriais de utilidade pública, 301 de transformação, 16 de minerais não metalúrgicos, 39 de metalurgia, uma de mecânica, três de metal elétrico, eletrônico de comunicação, nove de madeira, 14 de mobiliário, 13 de couros, peles e produtos similares, três de química, três de material plástico, nove têxtil, 46 de vestuário, calçados, artefatos de tecidos, couros e peles,

101 de produtos alimentares, sete de bebidas, 14 de editorial e gráfica e outras 23 não especificadas.

Dentre essas áreas econômicas apresentadas, destacam-se grandes empreendimentos, entre eles: a Magazine Luiza, o Supermercado São Geraldo, Supermercado Mateus, Supermercado Pinheiro, o Maciço Atacarejo, a Brisanet, CASP Granja (Figura 17 – A), Fábrica Laticínios Campo Verde (Figura 17 – B), Rações Carneiro Indústria e Comércio (Figura 17 – C), Edmil Construções (Figura 17 – D), Fábrica Doces e Gostosuras (Figura 17 – E), entre diversas outras.

Figura 17 – Alguns empreendimentos em Quixeramobim



Fonte: Arquivos pessoais (Junho/2023).

Destaca-se também a importância da fábrica de calçados (Figura 18), construída em 1998, que funciona com colaboradores de todo o município, tanto no setor de produção COCALQUI quanto na logística e administração ANIGER (NOGUEIRA, 2022). São fabricadas diversas marcas de calçados como Petite jolie, Nike, Puma, New Balance, entre outras. Na Figura 18 – A encontra-se a entrada da fábrica e na Figura 18 – B a vista dos galpões da fábrica.

Figura 18 – Fábrica de calçados



Fonte: Arquivos pessoais (Junho/2023).

Há ainda a existência de um polo industrial e profissionalizante do sertão central, conhecido como área Q de Quixeramobim (Figura 19), ou escola Industrial do Sertão Central Abigail Patrício. A área é responsável por promover ações voltadas ao trabalho, através da atração de indústrias e da mão de obra qualificada, possibilitando a geração de renda e o desenvolvimento e crescimento econômico local (ALENCAR, 2022).

Figura 19 – Área Q



Fonte: Arquivos pessoais (Junho/2023).

Na área Q são observados vários galpões que foram abandonados até meados de 2018 e depois reaproveitados para usos institucionais, religiosos e novamente industrial (NOGUEIRA, 2022).

Além disso, merece destaque as atividades de mineração que desempenham papel importante no panorama econômico do município. Tais atividades ocorrem tanto de forma

legalizada, com a extração de minerais para emprego industrial, como não legalizada (garimpo), além de existirem locais de mineração ativos e não ativos e ainda não explorados. O município tem em seu território principalmente explorações de granito, calcário, dolomita, lítio, muscovita, turmalina, mica, berilo, água marinha, feldspato, calcedônia, quartzo, ametista, lepidolita e rubelita (CPRM, 2023; VIDAL et al., 2005). Dentre as empresas responsáveis pela extração de mineral tem-se como exemplo a Cal Viva mineração e indústria, Condado mineração Ltda, entre outras.

As principais localidades em que há registro de extrações minerais são: Berilândia, Fazenda Condado, Sítio parnasio, Boa situação, Massapê do boi, Vargem redonda e Várzea do Serrote (VIDAL et al., 2005; CPRM, 2023).

4.4.3 Trabalho e Rendimento

Em 2020, o salário médio mensal dos trabalhadores formais era de 1.5 salários-mínimos, o pessoal ocupado era de 11.538 pessoas e a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 14.1% (BRASIL, 2023). Em 2010, 49,1% da população tinha rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário-mínimo (BRASIL, 2010).

Ainda em 2020, houve um total de 10.506 empregos formais (CEARÁ, 2023). Segundo a faixa etária, o número de empregos foram: um, de 10 a 17 anos; 2.261, de 18 a 24 anos; 2.128, de 25 a 29 anos; 3.462, de 30 a 39 anos; 1.661, de 40 a 49 anos; 926, de 50 a 64 anos; e 67, de 65 anos ou mais.

Segundo o grau de escolaridade, o número de empregos formais foram: 58 analfabetos, 193 até o 5º ano incompleto, 126 com 5º ano completo, 492 com 6º ao 9º ano incompleto, 1.020 com fundamental completo, 541 com o ensino médio incompleto, 5.395 com ensino médio completo, 420 com superior incompleto e 2.212 com superior completo, 47 com mestrado e 2 com doutorado (CEARÁ, 2023).

Segundo o gênero e as atividades econômicas os empregos formais foram no total: 5030 para o sexo masculino e 5.476 para o sexo feminino. O número de empregos conforme as atividades econômicas e gênero era: 37 homens e 0 mulheres para extrativa mineral, 2.446 homens e 2.173 mulheres para indústria de transformação, 23 homens e 6 mulheres para serviços industriais de utilidade pública, 196 homens e 16 mulheres para construção civil, 649 homens e 596 mulheres para comércio, 737 homens e 1.180 mulheres para serviços, 746 homens e 1.449 mulheres para administração pública, 196 homens e 6 mulheres para agropecuária (CEARÁ, 2023).

Destaca-se que Quixeramobim está entre as dez cidades que mais geraram empregos no Ceará, conforme dados publicados em julho deste ano de 2023. A cidade gerou cerca de 431 empregos formais no primeiro semestre do ano, ficando na 9º posição do ranking (XIMENES, 2023).

4.4.4 Índices de desenvolvimento

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Quixeramobim no censo de 2010 foi de 0,642 (BRASIL, 2010). Em 2018, o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) teve os seguintes valores: índice global 33,380 ocupando a posição 30 no ranking do estado, indicadores fisiográficos 22,230 ocupando a posição 90 no ranking do estado, indicadores demográficos e econômicos 20,000 ocupando a posição 27 no ranking do estado, indicadores de infraestrutura 36,850 ocupando a posição 26 no ranking do estado e indicadores sociais 62,010 ocupando a posição 16 no ranking do estado (CEARÁ, 2023).

O Índice de desenvolvimento Humano (IDH) em 2010, teve os seguintes valores: global de 0,642, ocupando a posição 32 no ranking do estado; educação, de 0,567 ocupando a posição 66 no ranking do estado; longevidade, de 0,789 ocupando a posição 14 no ranking do estado (BRASIL, 2010).

O município de Quixeramobim apresentou, de acordo com Ceará (2023), o Produto Interno Bruto (PIB) per capita em 2019 de R\$15.148,00, já em 2020 passou a R\$14.474,59. No ano de 2019, o PIB do município foi de R\$1.228.231,00.

4.4.5 Saúde

Em 2021, o número de unidades de saúde no município somava 42 no total. Destas, 39 são públicas e três privadas. O número de leitos nesse mesmo ano somava 353 no total, 301 público e 52 privados. O número de profissionais de saúde somava no total 1652. Destes 646 tinham nível superior e 1006 tinham nível médio. Havia 206 médicos, 43 dentistas, 228 enfermeiros e 189 agentes comunitários de saúde (CEARÁ, 2023).

Cabe destacar que entre os estabelecimentos de saúde, existe no município o Hospital Regional do Sertão Central (HRSC), como pode ser visualizado na Figura 20. Este, iniciou suas atividades no ano de 2016, representando um dos principais hospitais da região, por beneficiar cerca de 631 mil habitantes, dos 20 municípios da Macrorregião de Saúde do Sertão Central (ISGH, 2023).

Figura 20 – Hospital Regional do Sertão Central



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

4.4.6 Educação

No ano de 2021, o município apresentava 102 estabelecimentos de ensino, dos quais oito são estaduais, 82 municipais e 12 particulares. Nesse mesmo ano, foram utilizadas 843 salas de aula, sendo 94 estaduais, 648 municipais e 101 particulares. O número total de docentes foi de 709, sendo 173 da rede estadual, 453 da rede municipal e 128 da rede particular. O total de escolas com biblioteca foi 19, sendo oito estaduais e 11 particulares e o total de escolas com laboratório de informática foram 46, sendo oito estaduais, 34 municipais e quatro particulares (CEARÁ, 2023).

Dessa forma, registrou-se em 2021, 18.373 matrículas iniciais, 3.272 em escolas estaduais, 13.601 em escolas municipais e 1.500 em escolas particulares. Considerando o total de matrículas, 3.971 correspondem à educação infantil, 10.033 ao ensino fundamental, 3.299 ao ensino médio, 801 à Educação de Jovens e Adultos (EJA) e 269 à educação profissional (CEARÁ, 2023). O desempenho medido pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos iniciais do ensino fundamental foi de 7,8 e nos anos finais do ensino fundamental foi de 6,4 na rede pública de ensino (BRASIL, 2023). Conforme Brasil (2010), o município apresentou uma taxa de escolarização de 96,7% entre crianças de 6 a 14 anos de idade.

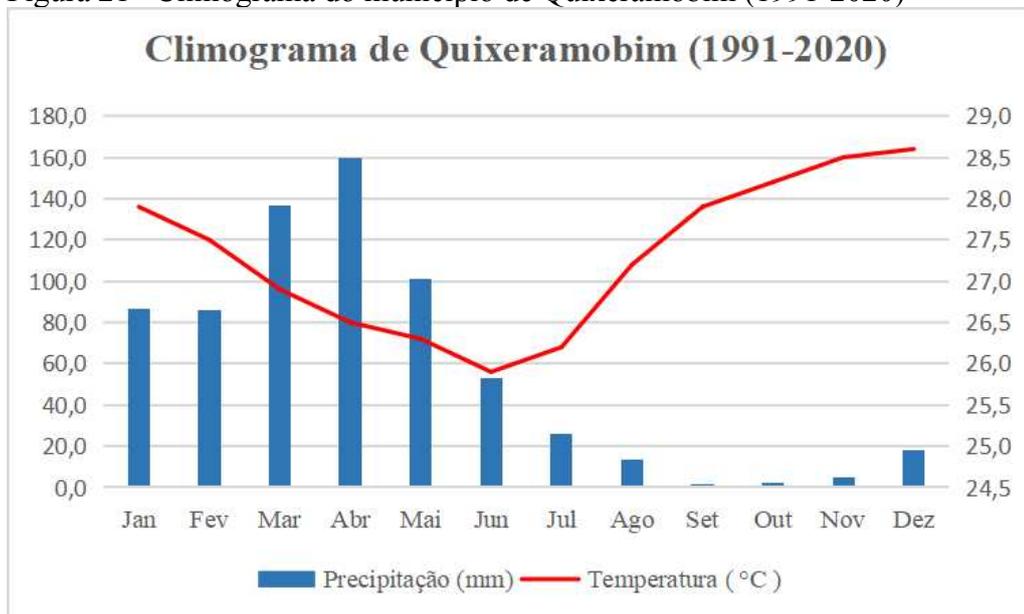
Considerando o ano de 2021, a taxa de aprovação correspondeu a 100% no ensino fundamental e no ensino médio a 98,7%, a taxa de reprovação foi 0% tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, a taxa de abandono correspondeu a 1,3% no ensino médio, enquanto que no ensino fundamental foi 0% e no caso da taxa de distorção idade série, tem-se 8,1% no ensino fundamental e 19% no ensino médio (CEARÁ, 2023).

O município também conta com a presença de algumas faculdades particulares e atualmente tem um polo da Universidade Estadual do Ceará (UECE) denominado de Faculdade de Ciências da Saúde do Sertão Central (FACISC), que oferta inicialmente o curso de Bacharelado em Medicina (RODRIGUES, 2022).

4.5 Aspectos hidroclimáticos

O clima predominante no município é o tropical quente semiárido, com temperatura média variando entre 26° a 28° °C e precipitação pluviométrica com cerca de 707 mm anuais, ocorrendo chuvas concentradas no período de fevereiro a abril (CEARÁ, 2023). Na Figura 21, observa-se o climograma de Quixeramobim referente as normais climatológicas dos anos 1991 a 2020 elaborado de acordo com os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022) e por Ceará (2020), com dados disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Figura 21– Climograma do município de Quixeramobim (1991-2020)

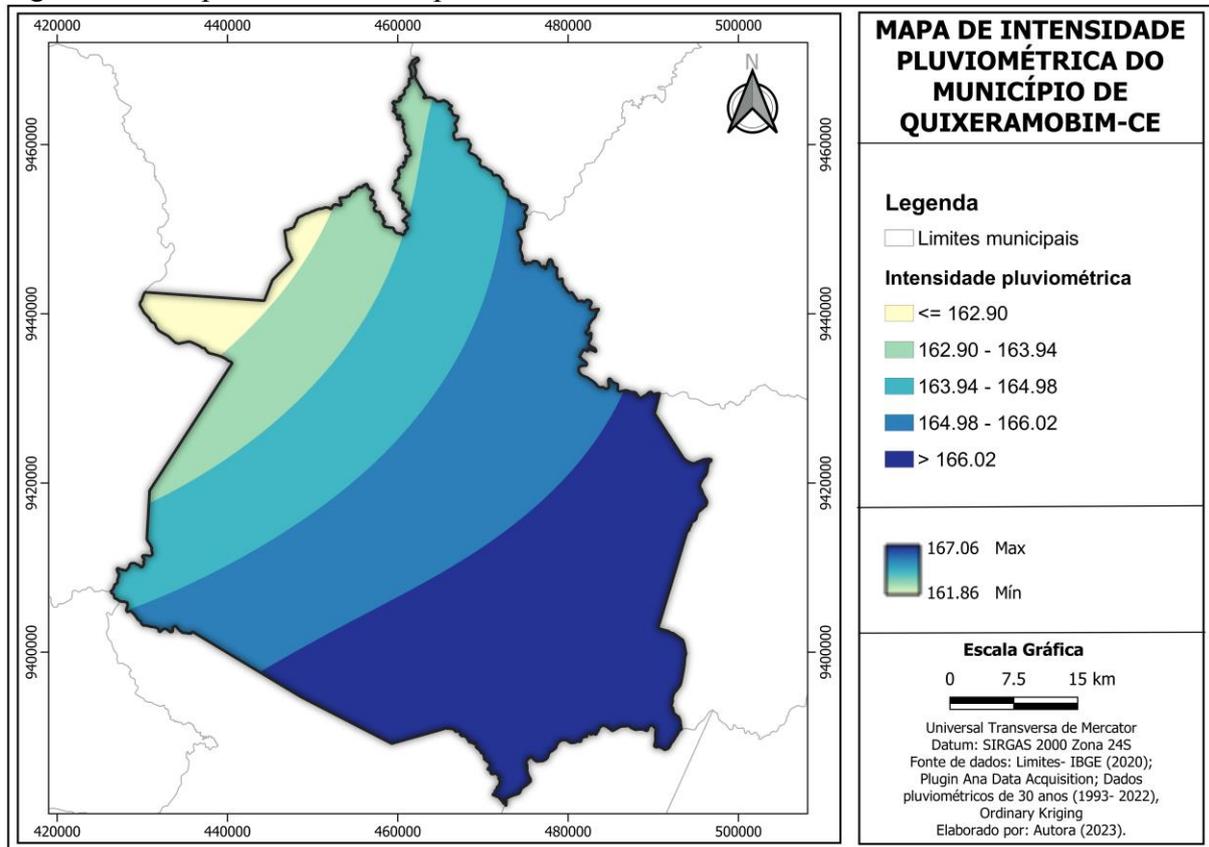


Fonte: Ceará (2020), INMET (2022); Organizado pela Autora (2023).

Na Figura 21 é possível perceber que os seis primeiros meses do ano apresentam as maiores médias de precipitação e os seis últimos meses as menores médias. As três maiores médias de precipitação correspondem aos meses de março, abril e maio. No caso da temperatura local observa-se uma baixa amplitude térmica, o que reflete as características do clima semiárido que, de acordo com Zanella (2014), apresenta baixas amplitudes térmicas,

elevadas taxas de insolação e elevadas temperaturas. Na área de estudo, conforme a quadra chuvosa de 4 meses, são também verificadas baixas intensidades pluviométricas, inferiores a 200mm/ano (Figura 22).

Figura 22 – Mapa de intensidade pluviométrica



Fonte: elaborado pela autora (2023).

O clima semiárido, típico da região nordeste do Brasil, apresenta uma característica bem notável que é a irregularidade pluviométrica (BRANDÃO; FREITAS, 2014), tanto no que se refere ao tempo, quanto ao espaço (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979).

Deste modo, convém observar que a região Nordeste tem uma história associada à seca, à falta de água, sendo os efeitos da seca sentidos sobre diversas formas, como por exemplo pelas migrações campo-cidade, pelo aumento do desemprego rural, pela falta de água para as populações (ZANELLA, 2014), entre outros.

É o que também destaca Ab' Sáber (2003), ao ressaltar que esses atributos do nordeste seco, centrados no tipo de clima semiárido regional, muito quente e sazonalmente seco, têm influência no mundo das águas, no mundo orgânico das caatingas e no mundo socioeconômico dos viventes dos sertões.

Assim, o território cearense, submetido a essa irregularidade pluviométrica anual e interanual, fica sujeito aos eventuais períodos de secas calamitosas ou de chuvas excepcionais (SOUZA, 2000). Independente de existir uma maior ou menor precipitação nos períodos de chuvas, o período seco consistirá na forte evaporação, resultando na desperenização das drenagens dos sertões (AB' SÁBER, 2003). É frequente a ocorrência de rios e riachos com escoamento intermitente sazonal nos sertões semiáridos com rochas cristalinas (SOUZA, 2000).

A área de estudo em questão, o município de Quixeramobim, tem sua rede hidrográfica pertencente em maior parte à bacia hidrográfica do Rio Banabuiú. Dessa forma, o município possui dois principais rios denominados de Rio Quixeramobim e Rio Banabuiú, e nove açudes construídos (Quadro 10) conforme apresenta Ceará (2020): Açude Fogareiro, Açude Quixeramobim, Açude Pirabibu, Açude Atlântico, Açude Pelada, Açude Salgado II, Açude Uruquê, Açude Valentim e Açude Veneza (CEARÁ, 2020).

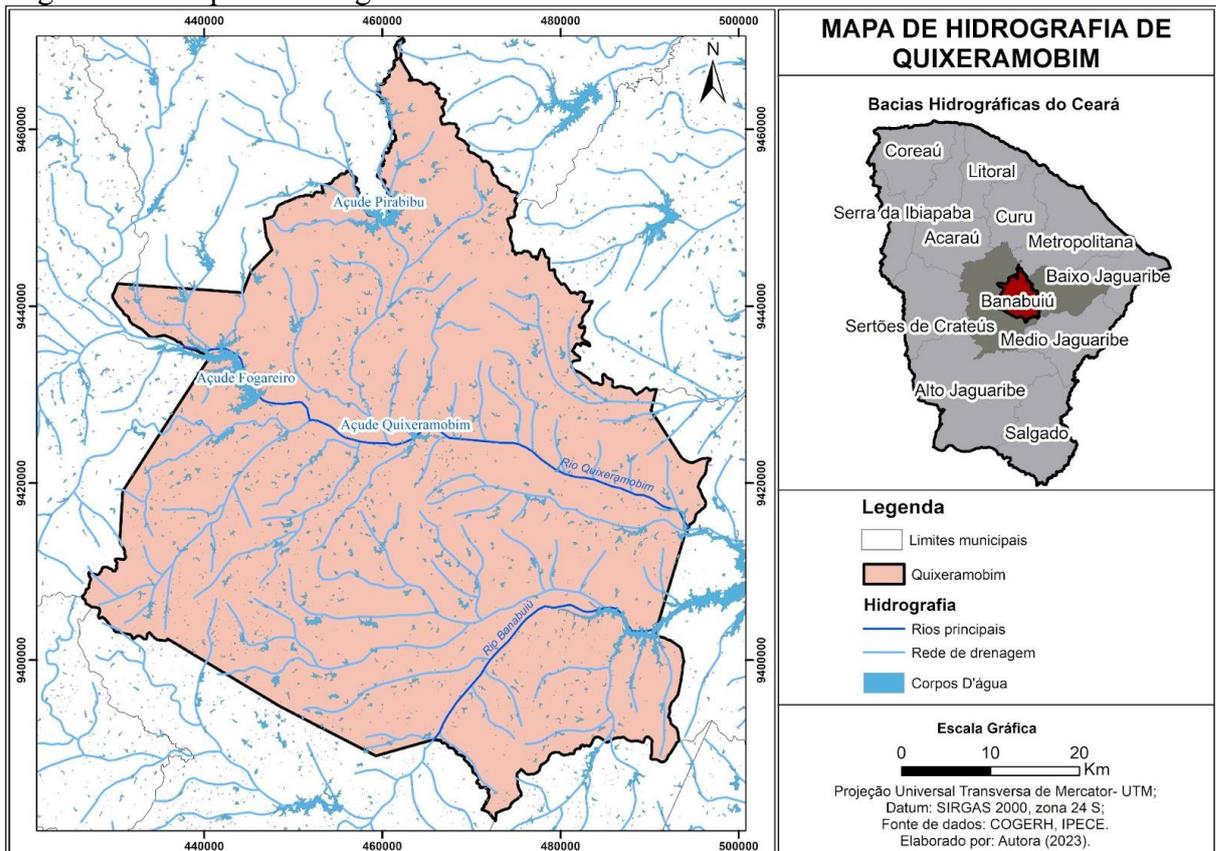
Quadro 10 – Açudes do município de Quixeramobim

Açude	Capacidade (m³)	Orgão Executor	Fonte de recursos	Programa	Ano de Conclusão
Ant. Ferreira Antero (Fogareiro)	118.820.000	DNOCS	União	-	1996
Atlântico	1.300.000	SRH	Estado	Açudes regionais	-
Pelada	800.000	SRH	Estado	Açudes regionais	-
Pirabibu	74.000.000	SRH; SOHIDRA	Estado	Açudes regionais	2000
Quixeramobim	54.000.000	DNOCS	União	-	1960
Salgado II	600.000	SRH; SOHIDRA	Estado	Açudes regionais	-
Uruquê	8.300.000	SRH; SOHIDRA	Estado	Açudes regionais	1995
Valentim	-	SRH; SOHIDRA	Estado	Açudes regionais	-
Veneza	500.000	SRH; SOHIDRA	Estado	Açudes regionais	-

Fonte: Ceará (2020).

Dentre tais açudes construídos, três são monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH): o Açude Fogareiro, o Açude Quixeramobim e o Açude Pirabibu. Na figura 23 podem ser verificados todos os espelhos d'água consolidados no município, assim como os principais rios e açudes e a rede de drenagem.

Figura 23 – Mapa de hidrografia



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A nível do estado existem cerca de 30 mil açudes de diferentes portes sob responsabilidade particular, do município, do estado e da união. Destes, são 155 açudes estratégicos mantidos pela COGERH (reservatórios estaduais) e pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) (reservatórios federais) que somam cerca de 90% da capacidade de acumulação (CEARÁ, 2019).

No entanto, para a água chegar nesses reservatórios estratégicos passa por um grande percurso podendo ficar retida ao longo do caminho, tendo em vista que a FUNCEME já identificou em mapeamento cerca de quase 90 mil barragens de pequeno, médio e grande porte, o que pode reduzir o aporte dos grandes reservatórios, principalmente em anos de seca (RODRIGUES, 2020).

Conforme ressalta Rodrigues (2020), há uma certa divergência em relação ao tamanho desse impacto, pois alguns pesquisadores têm colocado em evidência que há também impactos positivos, entre eles, o fato de os pequenos açudes serem fundamentais para o desenvolvimento das economias locais e a subsistência das pessoas no meio rural.

Cabe ainda analisar que, mesmo com a existência de açudes, é comum nos sertões a presença de comunidades que sofrem com a falta de acesso aos recursos hídricos. Na área de estudo, por exemplo, considerando tais adversidades ambientais enfrentadas pela população do município, foram criadas formas que visam a convivência com a seca (MACÊDO et al., 2019), tendo destaque as políticas regionais como a construção de cisternas e a distribuição de carros-pipa, para a garantia do acesso à água nos períodos de seca, que são técnicas de convivência bem comum no ambiente semiárido.

Atualmente destaca-se ainda que, a bacia hidrográfica do Banabuiú foi selecionada como a região inicial para a implementação do projeto conhecido como "Malha d'Água". Com esse projeto o Estado vai adensar a rede de adutoras, considerando todos os centros urbanos cearenses, com captação realizada diretamente nos mananciais com maior garantia hídrica. A primeira fase do projeto compreende a construção do sistema Adutor Banabuiú – Sertão Central, com quase 700 km de extensão, sendo 291,61 km de adutora principal e 396,48km de ramais adutores, para fornecer água tratada para 9 sedes municipais e 38 sedes distritais (CEARÁ, 2022).

Visto isto, é importante entender também a dinâmica de precipitação das chuvas sobre o estado do Ceará, a qual se dá pela atuação de sistemas atmosféricos que atuam na pré-estação chuvosa, durante o período chuvoso (quadra chuvosa) e após o período de chuva (pós-estação). O estado do Ceará, recebe os mesmos sistemas meteorológicos causadores de chuvas da região semiárida do nordeste do Brasil.

Destaca-se os seguintes sistemas atmosféricos atuantes: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Frentes Frias (FF), Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS), Linhas de Instabilidade (LI), Complexos Convectivos de Mesoescalas (CCM's), e Ondas de Leste (OL) (CEARÁ, 2014).

Na pré-estação, o principal sistema atmosférico que causa precipitação no estado são os Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), ou Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), que atuam principalmente em janeiro, variam muito de posição e podem modificar as condições de tempo em todo o Nordeste do Brasil (NEB) (ALVES et al., 2006).

O VCAS refere-se a um conjunto de nuvens que têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de

chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidiência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (FERREIRA; MELLO, 2005).

Na quadra chuvosa, nos meses de fevereiro a maio, o principal sistema atuante é a ZCIT. Este é considerado o principal sistema atmosférico das condições climáticas no Ceará. Cabe destacar que a ZCIT migra sazonalmente tanto para uma posição mais ao norte como para uma posição mais ao sul, dependendo dos meses do ano, interferindo na ocorrência de chuvas. A sua formação está ligada principalmente à confluência de ventos alísios do hemisfério norte e do hemisfério sul (CEARÁ, 2014).

A ZCIT é mais significativa sobre os oceanos, e por isso, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é um dos fatores determinantes na sua posição e intensidade (FERREIRA; MELLO, 2005).

Após a quadra chuvosa, outro sistema atmosférico que causa precipitações no estado é denominado de Distúrbios Ondulatórios de Leste (OL), que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do planeta e se deslocam de oeste para leste (da costa africana até o litoral leste do Brasil) (CEARÁ, 2014). Provocam intensas precipitações na costa oeste nordestina, mas, quando ocorrem numa maior intensidade, causam precipitações em nosso estado entre os meses de junho e agosto (FERREIRA; MELLO, 2005).

Além desses três sistemas, os outros que provocam chuvas no Ceará são as FF, as LI e os CCM's.

As FF são bandas de nuvens que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio com uma massa de ar quente. A massa de ar frio mais densa penetra por baixo da massa de ar quente menos densa, fazendo com que o ar quente e úmido suba, formando nuvens e ocasionando chuvas (CEARÁ, 2014).

As LI são bandas de nuvens causadoras de chuva, organizadas em forma de linha. Sua formação se dá basicamente pelo fato de que, com a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, ocorre o desenvolvimento das nuvens cumulus, que atingem um número maior à tarde, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT (FERREIRA; MELLO, 2005).

Os CCM's são aglomerados de nuvens que se formam devido a condições locais favoráveis como por exemplo a temperatura, o relevo, etc., provocando chuvas fortes e de curta duração. Geralmente as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada (CEARÁ, 2014).

Outros dois fenômenos climáticos denominados de El Niño e La Niña, quando acontecem, podem influenciar na ocorrência de chuvas no NEB. O El Niño (aquecimento acima do normal das águas do oceano Pacífico Equatorial), dependendo da intensidade e período do ano em que ocorre, é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos, principalmente quando acontece conjuntamente com o dipolo positivo do Atlântico (Dipolo do Atlântico: diferença entre a anomalia da TSM na Bacia do Oceano Atlântico Norte e Oceano Atlântico Sul), que é desfavorável às chuvas. Já o fenômeno La Niña (resfriamento anômalo das águas do oceano Pacífico) associado ao dipolo negativo do Atlântico (favorável às chuvas), é responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região (FERREIRA; MELLO, 2005).

4.6 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal predominante em toda a área é a caatinga (CEARÁ, 2023), um domínio fitofisionômico característico dos sertões secos semiáridos (AB' SABER, 2003) tendo como fator limitante a água.

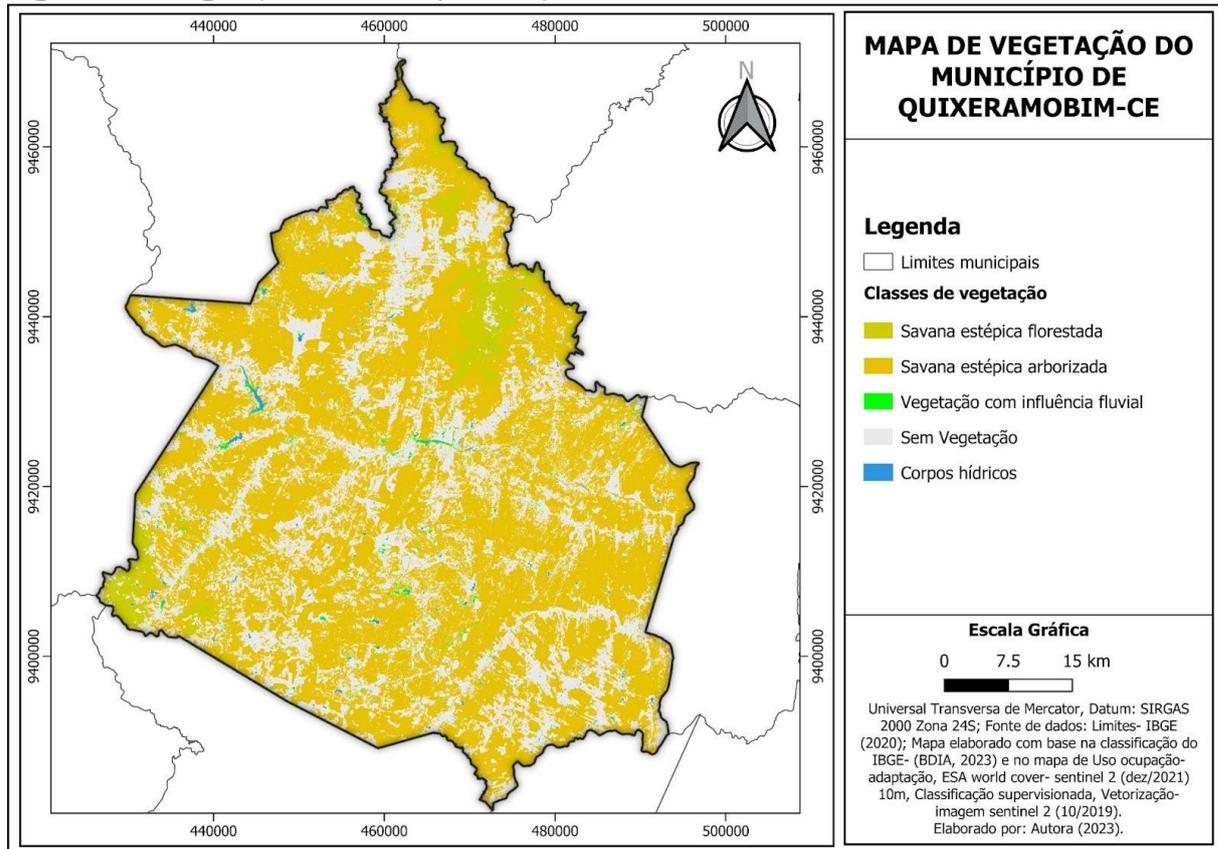
As caatingas constituem tipos variados de vegetação xeromórficas (AB' SABER, 1974). Este termo pode ser usado como sinônimo da expressão resistência à seca, e todas as plantas que apresentam em graus variados tal resistência, são consideradas xerófitas (FERRI, 1960).

As plantas da Caatinga apresentam modificações que permitem sua sobrevivência nos longos períodos de falta de água (EMBRAPA, 2007). Uma de suas características principais é a perda das folhas nos períodos de estiagem, sendo que nas primeiras chuvas tudo reverdece (AB' SÁBER, 2003). Observa-se também a presença de caules e raízes suculentas que armazenam água e nutrientes, o ciclo de vida curto e a dormência das sementes (período que elas ficam aguardando condições favoráveis para brotar) (EMBRAPA, 2007).

A caatinga é também conhecida como savana estépica conforme a classificação do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (BRASIL, 2012). Dessa forma, os tipos de savana estépica presentes no município são: savana estépica florestada e savana estépica arborizada (BRASIL, 2023).

A Figura 24, mostra as classes de vegetação existentes em Quixeramobim, assim como os locais onde não apresentam vegetação. Os locais sem vegetação são marcados pelas interferências antrópicas como solos expostos ou pousio e infraestruturas urbanas.

Figura 24 – Vegetação do município de Quixeramobim



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A savana estépica florestada compreende o subgrupo de formação caracterizado por micro e/ou nanofanerófitos, com média de cinco metros, excepcionalmente ultrapassando sete metros de altura, mais ou menos densos, com troncos e esgalhamento ramificado, comumente provido de espinhos e/ou acúleos e total decidualidade na época desfavorável. A savana estépica arborizada faz parte do subgrupo de formação estruturado em dois nítidos estratos: um, arbustivo-arbóreo superior, esparso, geralmente de características idênticas ao da savana estépica florestada, descrito acima; e outro, inferior gramíneo-lenhoso, também de relevante importância fitofisionômica (BRASIL, 2012).

Existem uma diversidade de plantas e animais no bioma caatinga, inclusive espécies que são endêmicas da região nordeste (CASTELLETTI et al., 2003).

Algumas espécies são características da caatinga do cristalino, conforme evidencia Moro et al. (2015): *Anadenanthera colubrina*, *Cereus jamacaru*, *Combretum leprosum*, *Commiphora leptophloeos*, *Cordia oncocalyx*, *Croton blanchetianus*, *Handroanthus impetiginosus*, *Libidibia ferrea*, *Luetzelburgia auriculata*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Mimosa tenuiflora*, *Piptadenia stipulacea*, *Poincianella gardneriana*,

podendo apresentar poucas espécies perenifólias (e.g. *Ziziphus* spp., *Cynophalla* spp., *Licania rigida*, *Libidibia ferrea*).

Além desses, outros dois tipos de vegetação podem ser observados no município: a vegetação com influência fluvial (Figura 25 – A), denominada de mata ciliar e a vegetação rupícola (Figura 25 – B) presente sobre os afloramentos rochosos (MORO et al., 2015).

Figura 25 – Vegetação com influência fluvial e vegetação rupícola



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

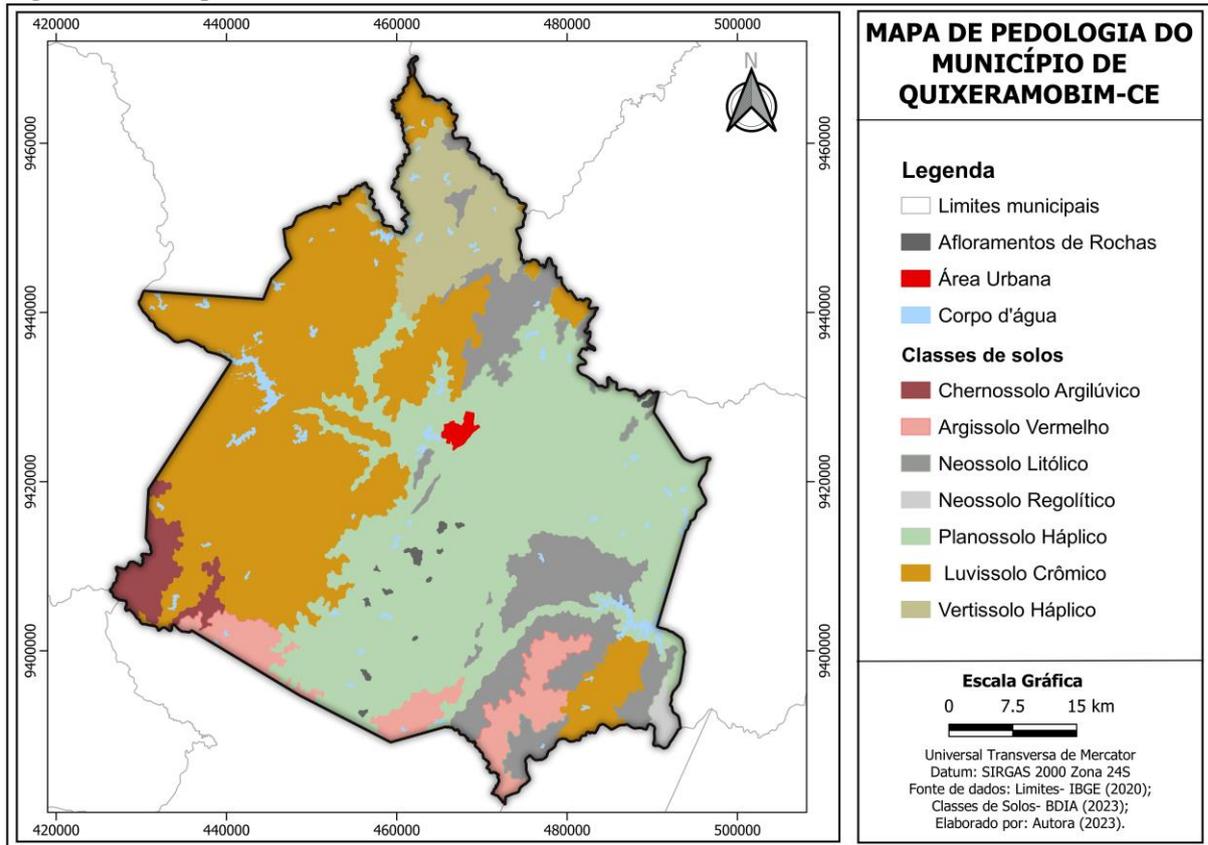
As matas ciliares estão presentes ao longo do curso dos rios, e as principais espécies predominantes conforme aborda Souza (2000) são: *Copernicia prunifera*, *Erythrina velutina*, *Geoffroea spinosa*, *Coccoloba latifolia*, *Licania rígida*, *Lonchocarpus sericeus*, *Ziziphus joazeiro*, *Auxemma onocalyx*, *Combretum leprosum*, *Croton sondertanus*.

A vegetação rupícola, cresce nas rochas e caracteriza-se por se adaptar a difíceis condições como por exemplo, pouca água e solos extremamente rasos. Destacam-se algumas espécies características desses ambientes rochosos: *Aosa rupestris*, *Apodanthera congestiflora*, *Catasetum planiceps*, *Chresta pacourinoides*, *Cordia glabrata*, *Crotalaria holosericea*, *Encholirium spectabile*, *Pilosocereus gounellei*, *Mandevilla tenuifolia*, *Manihot carthaginensis subsp glaziovii*, *Marsdenia megalantha*, *Matelea endressiae*, *Pilosocereus chrysostele* (MORO et al., 2015).

4.7 Os solos

As classes de solo presentes no município são (Figura 12): Argissolo Vermelho, Luvisolo Crômico, Chernossolo Argilúvico, Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico, Planossolo Háptico e Vertissolo Háptico (BRASIL, 2023).

Figura 26 – Mapa das classes de solo de Quixeramobim



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os Argissolos Vermelhos são solos em processo de acumulação de argila, apresentando horizonte B textural, com argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou caráter aluminico. Os argissolos vermelhos dizem respeito a solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Os Luvisolos Crômicos, correspondem a solos com acumulação de argila, apresentando horizonte B textural, com argila de atividade alta e saturação por bases alta. São solos de caráter crômico.

Os chernossolos Argilúvico, são solos ricos em matéria orgânica, com coloração escura, possuindo horizonte A chernozêmico, com argila de atividade alta e saturação por

bases alta, com ou sem acumulação de carbonato de cálcio. Solos com horizonte B textural ou caráter argilúvico.

Os neossolos correspondem a solos jovens, em início de formação, são pouco evoluídos sem horizonte B diagnóstico definido. Assim, os neossolos litólicos apresentam solos com contato lítico dentro de 50cm da superfície e os neossolos regolíticos constituem solos com horizontes A, C mais contato lítico além de 50cm da superfície mais 4% de minerais alteráveis ou 5% de fragmentos de rocha.

Os Planossolos Háplicos são solos desenvolvidos com encharcamento superficial estacional. Apresentam horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E (álbico ou não).

Os Vertissolos Háplicos são solos que apresentam movimento na superfície do solo (expansão/contração) e possuem horizonte vértico.

Em geral são solos pouco profundos, pouco desenvolvidos, pedregosos, e sujeitos à rochosidade, são férteis e possuem deficiência hídrica (FREITAS et al., 2019).

Essa deficiência hídrica reflete um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas (FEITOSA; VASCONCELOS; COLARES, 1998). Os solos possuem baixa capacidade de armazenamento de água e não conseguem reter água suficiente para manter um fluxo contínuo (BRANDÃO; FREITAS, 2014) limitando o desenvolvimento das atividades agrícolas e da vegetação. Assim, apresentam uma característica notável que é encharcar no período chuvoso e ressecar facilmente no período de estiagem (SANTOS et al., 2008). Em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido, a água encontra-se salinizada na maior parte das vezes (FEITOSA; VASCONCELOS; COLARES, 1998).

Outra característica para os solos do município é que os mesmos, estão altamente degradados, tendo em vista que todas as classes de solo são intensamente utilizadas na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência (FREITAS et al., 2019).

Conforme o manual técnico de pedologia brasileira (BRASIL, 2015) e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), apresentado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (SANTOS et al., 2018), são descritos no Quadro 11, a etimologia, o conceito e as características principais das classes de solos presentes no município.

Quadro 11 – Ordem, etimologia e características principais dos solos do município

Ordem	Etimologia	Características
-------	------------	-----------------

Neossolo	Do grego <i>néos</i> , novo, conotativo de solos jovens, em início de formação.	Pouco desenvolvido
Planossolo	Do latim <i>planus</i> , plano, horizontal; conotativo de solos desenvolvidos com encharcamento superficial estacional.	Horizonte B plânico
Vertissolo	Do latim <i>vertere</i> ; conotativo de movimento na superfície do solo (expansão/contração).	Horizonte vértico
Luvissolo	Do latim <i>luere</i> , lavar. conotativo de translocação de argila.	Saturado. Acumulação de argila (alta atividade)
Argissolo	Do latim <i>argilla</i> , conotando solos com processo de acumulação de argila.	Horizonte B textural
Chernossolo	Do russo <i>chorny</i> , negro conotativo de solos ricos em matéria orgânica, com coloração escura.	A chernozêmico, preto, rico em bases

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2018), Brasil (2015).

4.8 Aspectos geológicos

O estado do Ceará está situado, em sua maior parte, conforme destacam Almeida et al. (1977), na porção setentrional da Província Borborema, que foi parte do supercontinente Gondwana, formado através da aglutinação de massas continentais, envolvendo múltiplas e sucessivas colisões (CLAUDINO-SALES, 2016; CORDANI et al. 2000).

A Província Borborema é um domínio geológico-estrutural que abrange quase totalidade dos estados do Nordeste do Brasil, exceto o estado da Bahia, Piauí e Maranhão (BRANDÃO; FREITAS, 2014), limitando-se ao sul pelo Cráton do São Francisco, a oeste pela Bacia do Parnaíba e a norte e leste pelas bacias costeiras (OLIVEIRA, 2008).

É composta, segundo Maia e Bezerra (2014, p. 128) “por vários terrenos arqueanos e proterozóicos agrupando litologias metamórficas e ígneas. Sobre este substrato pré-cambriano ocorrem diversas bacias sedimentares paleozoicas e cretáceas.”

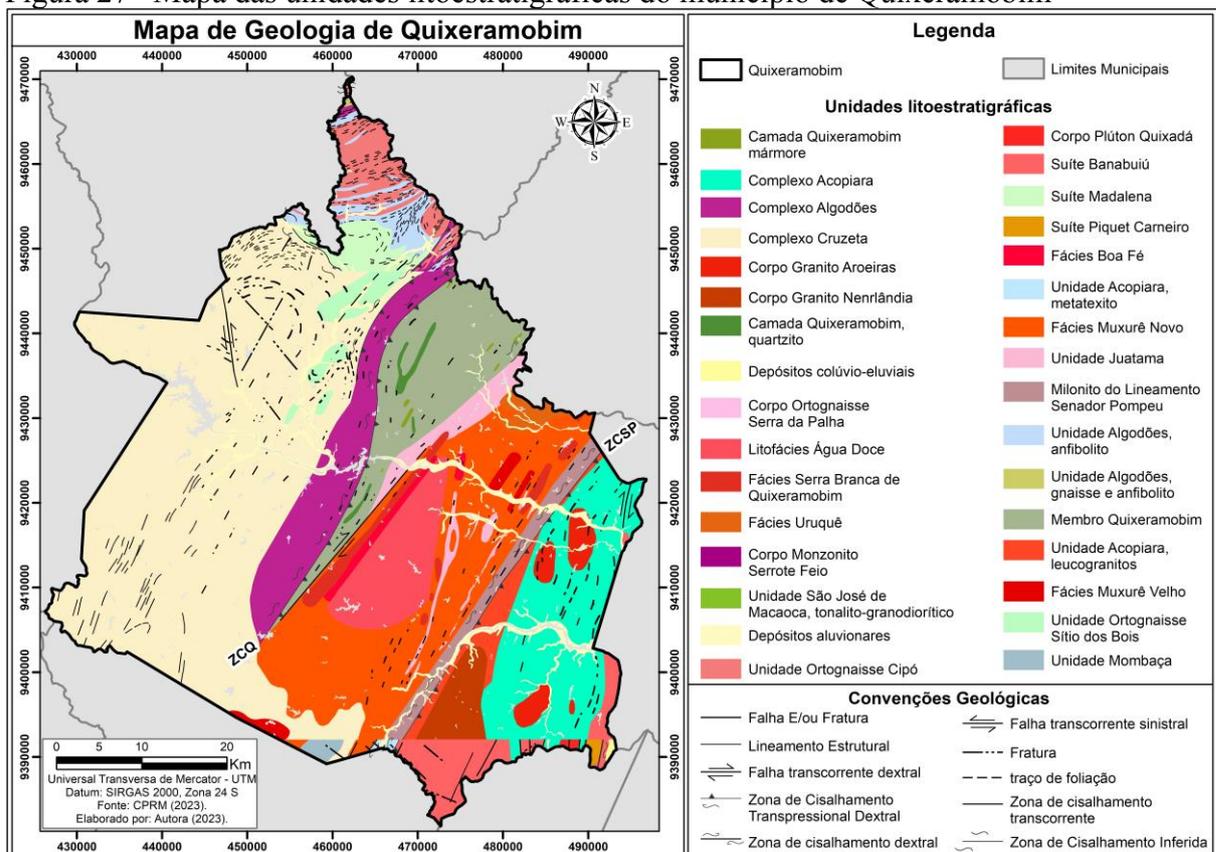
A Província Borborema encontra-se dividida em três segmentos ou subprovíncias (Meridional, Transversal e Setentrional), separadas pelas estruturas tectônicas denominadas de lineamentos Pernambuco e Patos. A Subprovíncia Setentrional abrange mais de 90% da superfície do estado do Ceará, estando subdividida em três domínios tectônicos, conhecidos como Médio-Coreaú, Ceará Central e Rio Grande do Norte. O domínio Ceará Central é onde está inserida a área de estudo. Este domínio localiza-se na porção central do Ceará, ocupando

cerca de 40% da área do estado, envolvendo os sertões de Canindé, Central e Inhamuns (BRANDÃO; FREITAS, 2014).

O domínio Ceará Central é a maior unidade geotectônica do bloco da província borborema (MOURA, 2018). De acordo com Brandão e Freitas (2014, p. 23) “é delimitado a noroeste pelo lineamento Transbrasiliano, a sudeste pela zona de cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), a oeste pelos sedimentos da Província Parnaíba e a norte pelos sedimentos da Província Costeira”.

No município de Quixeramobim, inserido no sertão central, são predominantes rochas do embasamento cristalino, representadas principalmente por granitos, gnaisses, migmatitos e metabásicas do Pré-Cambriano. Existem também coberturas aluvionares, de idade quaternária, presentes ao longo dos principais cursos d’água que drenam o município (FEITOSA; VASCONCELOS; COLARES, 1998). A Figura 27 apresenta as unidades litoestratigráficas do município.

Figura 27– Mapa das unidades litoestratigráficas do município de Quixeramobim



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Na Figura 27, é possível observar unidades litoestratigráficas datadas do cenozoico, neoproterozoico e paleoproterozoico. Tais unidades estão descritas no Quadro 12.

Quadro 12– Descrição das unidades litoestratigráficas

Unidades Litoestratigráficas	Descrição
Camada Quixeramobim Quartzito	Lentes de quartzito.
Camada Quixeramobim Mármore	Marmoré.
Complexo Algodões	Biotita paragnaises diversos, de protólitos arcóseo-grauvaqueanos, cinzentos a esbranquiçados, com biotita ± moscovita (raramente silimanita). Presença de sheets de leucogranitóides. Presença de metatexitos com neossoma quartzo-feldspático e paleossoma de rochas anfíbolíticas. Associações litológica subordinadas: (i) Lentes de quartzitos, xistos granadíferos e/ou sericíticos e rochas máficas/ultramáficas anfíbolizadas derivados de rochas básicas; (ii) Ortognaises cinzentos e plútons com leve tendência trondhjemítica; (iii) Cianita-granada-biotita gnaisse circundado por cianita leptinito, com granada, associado a lentes/bolsões de granulitos máficos (retroeclogitos?); (iv) Horizontes de rochas vulcânicas ácidas, além de gonditos e formações ferríferas; (v) muscovita-xistos, quartzitos e anfíbolitos. Geralmente, os paragnaises são marcados por finos níveis de biotita como possível estrutura primária (So) e estruturas lenticulares como possíveis clastos de quartzito ou níveis boudinados. Localmente óxido de manganês ocorre associado aos paragnaises. Intercalação com rochas cálcio-silicáticas e subordinados leitossomas de ortognaises tonalíticos-granodioríticos também ocorrem.
Complexo Acopiara	Metatexitos, diatexitos, xistos diversos, paragnaises, lentes de rochas calcissilicáticas, mármore, metarcóseos, anfíbolitos e quartzitos, geralmente metamorfizados em fácies anfíbolito, com porções migmatizadas. Metagranitos se mostram associados. Migmatito paraderivado, com paleossoma caracterizado por paragnaisse com granada e leucossoma representado por leucognaisse com granada. Ocorrência local de granada-sillimanita-biotita xisto migmatítico.
Complexo Cruzeta	Ortognaisse cinzento, de composição variando de tonalítica a granítica, granulação média, bandados, natureza cálcio-alcalina. Ocorrem, também, migmatito estromático, com injeção de pegmatito a quartzo, k-feldspato e magnetita. Associações litológicas subordinadas: Faixas de diatexito granadífero; Níveis de anfíbolitos e/ou anfíbolio gnaisses, gondito e formações ferríferas; e Lentes de metaultramáficas, representadas por esteatito, xisto verde e tremolita xisto, rochas diorítica e metagabroica. São comuns camadas de

	anfibolitos intercalados a gnaisses e rochas calcissilicáticas.
Corpo Granito Aroeiras	Série granítica cálcio-alcálica de médio-K, porfirítica com megacristais de K-feldspatos variando de 1 a 3 cm (2 cm tamanho comum), caracterizado pela razão comprimento/largura. Contem granito porfirítico gnáissico com níveis miloníticos (augen-gnaisse) de cor róseo
Corpo Granito Nenrlândia	Granitos cinza, finos tipo S.
Corpo Monzonito Serrote Feio	Granitoides variando de quartzo-monzonitos e quartzo-monzogabros, de coloração cinza-escuro e granulação média, equigranular. Compostos de plagioclásio, K-feldspato, /- ortopiroxênio, /- clinopiroxênio, hornblenda, biotita e quartzo. Geralmente pouco deformados, com porções preservadas (isotrópicas), mas também ocorrem deformados e localmente com porções migmatizadas. Enclaves máficos magmáticos e xenólitos de anfibolito ocorrem localmente. Quimicamente estas rochas apresentam uma leve tendência alcalina com afinidade para série shoshonítica.
Corpo Ortognaisse Serra da palha	Ortognaisse granítico de coloração creme a cinza, granulação fina a média e biotita, como mineral máfico dominante. Geralmente porfirítico, com fenocristais de k-feldspato em torno de 1 cm. O granitóide é bastante foliado, sem migmatização e ocorre como folha (sheet) que sustenta o relevo da Serra da Palha. Quimicamente são granitoides com tendência cálcio-alcálica de alto-K, com alto conteúdo de sílica (SiO ₂ ~70%) e afinidade para granitos do tipo-A. 2143 Ma, U-Pb em zircão.
Corpo Plúton Quixadá	Monzonito, quartzo-monzonito, monzodiorito e, subordinadamente, granitos e granodioritos porfiríticos, de granulação grossa com fenocristais de K-feldspato de até 8 cm, em matriz rica em hornblenda e presença de cristais de titanita, diques sin-plutônicos finos, granodioríticos, de cor cinza, aplitos brancos quartzo-feldspáticos e enclaves dioríticos. Composição predominantemente metaluminosa, cálcio-alcálica de alto K, com tendência alcalina com e afinidade para a série shoshonítica. Ocorrem frequentes enclaves magmáticos, geralmente, de composições sienogabro - monzogabro e shoshonítica (minglin). Diques e veios mais evoluídos, de composição granítica, estão presentes. (585 Ma U-Pb, monzonito).
Depósitos Aluvionares	Sedimentos areno-argilosos aluvionares inconsolidados, finos a médios, com cores variegadas, restos de matéria orgânica e presença de seixos, areias finas a grossas, com níveis de cascalhos, lentes de material silto-argiloso e restos de matéria orgânica, relacionados a planícies de inundação, margens, barras de canal e canais fluviais atuais. Localmente, podem conter matacões.
Depósitos Colúvio-	Depósitos colúvio-eluviais: areias, areias argilosas e argilas.

eluviais	Localmente, constituem coberturas inconsolidadas argilo-arenosas a arenosas, exibindo fragmentos de quartzo, seixos de arenito e sedimentos cascalhosos com matriz argilosa lateritizada.
Fáceis Boa Fé	Série granítica cálcio-alcálica de médio-K, porfírica com megacristais de K-feldspatos variando de 1 a 3 cm (2 cm tamanho comum), caracterizado pela razão comprimento/largura.
Fáceis Muxurê Novo	Monzonito, quartzo monzonito, Granodiorito, tonalito e granito de granulação média a grossa, porfíricos, com megacristais de K-feldspatos variando de 1 a 6 cm (3 cm tamanho médio), contendo hornblenda, enclaves e diques sinplutônicos dioríticos. Composição metaluminosa e cálcio-alcálica de alto K. Localmente gnaissificados e protomiloníticos.
Fáceis Muxurê Velho	Quartzo diorito e monzonito, porfíricos, de granulação média a grossa, contendo hornblenda. Composição metaluminosa, cálcio-alcálica de alto K com constituintes sódicos.
Fáceis Serra Branca de Quixeramobim	Série granítica cálcio-alcálica de médio-K, porfírica com megacristais de K-feldspatos variando de 6 a 20 cm (8 cm tamanho médio).
Fáceis Uruquê	Série granítica cálcio-alcálica de alto-K, afírica, granulação fina.
Litofáceis Água Doce	Série granítica cálcio-alcálica de baixo-K, afírica, granulação média.
Membro Quixeramobim	Biotita xisto, biotita gnaisse, anfíbolito de derivação sedimentar (mais ou menos: granada, silimanita, cianita) com fácies migmatítica de estrutura bandada, micaxistos feldspáticos (incluem-se fácies miloníticas e minerais índice similares aos dos gnaisses). Inclui lentes de quartzitos, rochas calcissilicáticas, metacarbonatos e injeções de leucogranitóides.
Milonito do Lineamento Senador Pompeu	Milonito.
Suíte Banabuiú	Leucogranito (anatexito), a duas micas, com ou sem granada de cor branca, de granulação fina a grossa, às vezes porfírico, foliado. Contendo enclaves, predominantemente, de rocha paraderivada, rocha calcissilicática e anfíbolito. Composição peraluminosa, cálcio-alcálica de alto K evoluída em sílica. Ocorre ainda Sheets e plutons de sienogranito e monzogranito de cor cinza, granulação fina, geralmente contendo paragênese micácea restítica
Suíte Madalena	Ortognaisses quartzo dioríticos a tonalíticos, com granulação média, equigranular, pouco deformados e raramente migmatizados. Frequentemente com enclaves máficos magmáticos e aplitos tardios, de coloração cinza. Lineação geralmente predominando sobre foliação (tectonitos-L). Quimicamente são rochas sub-alcálicas, com

	SiO ₂ entre 52-63 wt% e afinidade para série cálcio-alcálica de médio-K. (2130 Ma U-Pb, ortognaisse).
Suíte Piquet Carneiro	Quartzo monzonito, granito, subordinadamente, sienito e granodiorito, de coloração cinza claro a rosado, granulação fina a grossa, raramente porfíricos. Composição metaluminosa a peraluminosa e cálcio-alcálica de alto K a shoshonítica. Localmente gnaissificados, exibindo enclaves de migmatitos, gnaisses e granitoides.
Unidade Acopiara, Leucogranitos	Muscovita granitos cinza claro a branco fortemente foliados.
Unidade Acopiara, Metatexisto	Migmatitos de estruturas estromáticas, derivados predominantemente de rochas paraderivadas da Unidade Acopiara Indiviso. Leucossomas de composições granítica, às vezes granodiorítica a tonalítica, e paleossomas geralmente xistosos, incluindo lentes de quartzitos impuros, rochas calcissilicáticas, metacalcários, micaxistos. Frequentemente ocorrem sheets de leucogranitos, ortognaisses graníticos finos, leuco-ortognaisses e metaleucogranitoides. Ocorre muscovita-biotita gnaisses migmatíticos, de estrutura bandada-dobrada, localmente evoluindo até fácies diatexíticas, com ou sem granada e/ou sillimanita.
Unidade Algodões, Anfibiolito	Anfibolito (ortoderivado), de granulação fina a média, bandado e/ou laminado, por vezes migmatizado, coloração preta, granífero ou não, localmente com fácies ultramáficas. Somam-se estratos, incluindo paragnaisse e, por vezes, gondito e matacherte ferrífero. Injeções de granitoides (tipo Cipó) ocorrem com frequência, assim como veios leucocráticos (trondhjemíticos). Quimicamente têm composição de basalto toleítico, com afinidade para basaltos do tipo E-MORB. 2.236 Ma, Sm-Nd isócrona, anfibolito.
Unidade Algodões Gnaisse e Anfibiolito	Segmento gnáissico-anfibolítico para e ortoderivados, com migmatização localizada em estágios diversos, frequentes níveis de anfibolito e granitoides, incluindo ortognaisse tipo-Cipó, leucogranito com granada e granitos rosas. Ocorre paramigmatito com ou sem granada, geralmente associados a rochas anfibolitizadas. Além disso, são encontrados sheets de ortognaisse acinzentado e níveis de leucogranito concordantes a paraderivada.
Unidade Juatama	Diatexito rico em schlieren biotítico e metatexito de coloração cinza a cinza rosado, com paleossomas de biotita-ortognaisse cinzento, provavelmente referente ao embasamento paleoproterozoico. O diatexito, apresenta composição granítica e biotita, como mineral máfico dominante. Granitos rosados pouco deformados ocorrem com abundância, e, provavelmente, evoluem a partir do diatexito. Diatexito originado pela fusão de protólitos paraderivados também ocorrem, com paleossoma de paragnaisse, micaxisto e rocha cálcio-silicática. O granitóide rosado, e rico em K-feldspato, têm biotita. Diatexito e metatexito com paleossoma de biotita-ortognaisses

	<p>cinzentos, provavelmente referente ao embasamento paleoproterozoico. Os diatexitos, geralmente com estrutura schlieren biotítico, apresenta composição granítica e biotita, como mineral máfico dominante. Granitos rosados pouco deformados ocorrem com abundância, e, provavelmente, evoluem a partir do diatexito. Diatexito originado pela fusão de protólitos paraderivados também ocorrem, com paleossoma de paragnaisse, micaxisto e rocha cálcio-silicática. O granitóide rosado, e rico em K-feldspato, têm biotita, como máfico principal, e apresentam química compatível rochas cálcio-alcálica de alto-K. Por vezes, são observadas porções evoluídas (anatexitos). Migmatito com granada e biotita no mesossoma e leucossoma com granada e muscovita. Estrutura bandada.ta, como máfico principal, e apresentam química compatível rochas cálcio-alcálica de alto-K. Por vezes, são observadas porções evoluídas (anatexitos). Migmatito com granada e biotita no mesossoma e leucossoma com granada e muscovita. Estrutura bandada.</p>
Unidade Mombaça	<p>Biotita ortognaisses cinzentos, granulação fina a média, composição granodiorítica a monzodiorítica e, subordinadamente, granítica, metaluminosos e de natureza cálcio-alcálica de alto-K. Presença de metatexitos estromáticos, com lentes de anfíbolitos, metaultramáficas, metacalcários e rochas cálcio-silicáticas, além de injeções (diques) de granitos e veios de pegmatitos com granada.</p>
Unidade Ortognaisse Cipó	<p>Ortognaisse tonalítico, raramente granodiorítico, de granulação média a grossa, tendo biotita como mineral máfico dominante. Em parte, estão encaixados em anfíbolitos, como enclaves dos mais variados tamanhos. Geralmente apresentam-se deformados e localmente migmatizados. Quimicamente são granitóides de alta sílica ($\text{SiO}_2 \sim 70\%$), baixo potássio ($\text{K}_2\text{O} \sim 1,5\%$) e alto sódio ($\text{Na}_2\text{O} \sim 4,5\%$), similar as suítes TTG ou seus análogos recentes (adakitos).</p>
Unidade Ortognaisse Sítio dos Bois	<p>Ortognaisses de composição granito-tonalito-granodiorítica, localmente com diques sinplutônicos e enclaves básicos, em jazimentos de formatos e dimensões variadas (diques/sheets a plutônica), em parte encaixados em paragnaisse, anfíbolitos e outros ortognaisses, com os quais chegam a constituir alternâncias métricas.</p>
Unidade São José da Macaoca	<p>Ortognaisses migmatíticos de coloração cinza (hornblenda-biotita gnaisses), tonalíticos a granodioríticos, granulação média a grossa, por vezes porfiríticos, geralmente de estruturas bandada-dobradas. Frequentemente com enclaves máficos (dioríticos) com lentes de rochas anfíbolíticas e diques sin-plutônicos de composição diorítica/tonalítica. São comuns feições de minglin. Os leucossomas quartzo-feldpáticos são de cor branca (raramente rosa) e geralmente com hornblenda neoformada (peritética). Localmente encontram-se seções com migmatitos paraderivados e anfíbolitos. Quimicamente,</p>

	os ortognaisses são rochas sub-alcálicas com afinidade para série cálcio-alcálica de médio-K.
--	---

Fonte: Brasil (2023).

Observa-se ainda para a área de estudo, a presença de estruturas geológicas de falhas ou fraturas, lineamentos, diques e expressivas zonas de cisalhamento (Zona de Cisalhamento de Senador Pompeu- ZCSP e Zona de Cisalhamento de Quixeramobim-ZCQ) (PINÉO et al., 2020).

Uma rede de zonas de cisalhamento ocorre no Ceará central orientada na direção NE- SW e/ou NNE-SSW, associada a presença de rochas intrusivas de várias dimensões (NOGUEIRA, 2004). As zonas de cisalhamento permitiram a ascensão e o aprisionamento do magma, dando origem às rochas graníticas (OLIMPIO et al., 2021), como é o caso dos Inselbergues.

Todas essas ocorrências, como ressaltam Maia et al. (2015, p. 241) “estão associadas a um embasamento ígneo, resultante de intrusões graníticas que afetaram a Província Borborema a partir de várias orogenias que ocorreram no Pré-Cambriano.”

Para Maia et al. (2015, p. 244), a maior ocorrência de inselbergs no Nordeste brasileiro “está relacionada aos núcleos granitoides com as menores densidades de fraturas, o que possibilitou sua manutenção como afloramento.”

Desde modo, os campos de inselbergues do município de Quixeramobim e Quixadá são um dos mais representativos da Terra (OLIMPIO et al., 2021). Assim, são verificados expressivos afloramentos nesses municípios, conforme já destacam Maia et al. (2015), ao abordarem que, nesta área ocorrem amplas exposições do embasamento cristalino na forma de lajedos, maciços e inselbergues.

Tais inselbergues pertencem à Suíte Intrusiva Itaporanga e ocorrem em dois corpos graníticos neoproterozoicos: o batólito Quixeramobim e o batólito Quixadá (PINÉO et al., 2020).

Os batólitos foram exumados pela dissecação e erosão do embasamento encaixante sotoposto (FREITAS et al., 2019). O embasamento encaixante corresponde ao complexo Gnáissico-Migmático indiferenciado que ocorre ao redor do Complexo Granítico, ocupando cerca de 90% do volume das encaixantes (MAIA et al., 2015).

4.9 Aspectos geomorfológicos

A compartimentação geomorfológica (Quadro 13) segue as recomendações da taxonomia do relevo elaborada por Ross (1992), adotando nesta pesquisa os três primeiros táxons. No 1º Táxon estão às unidades morfoestruturais, no 2º Táxon as unidades morfoesculturais e no 3º Táxon os padrões de formas semelhantes.

No 1º Táxon tem-se as coberturas sedimentares cenozóicas e o embasamento cristalino. No 2º Táxon estão as planícies fluviais, a depressão sertaneja e os maciços residuais. No 3º Táxon encontram-se as planícies fluviais do Rio Banabuiú e Quixeramobim, a depressão sertaneja aplainada e dissecada, os campos de inselbergues e cristas residuais e as serras com níveis residuais elevados dissecados em cristas.

Quadro 13 – Características dominantes das unidades geomorfológicas/geoambientais

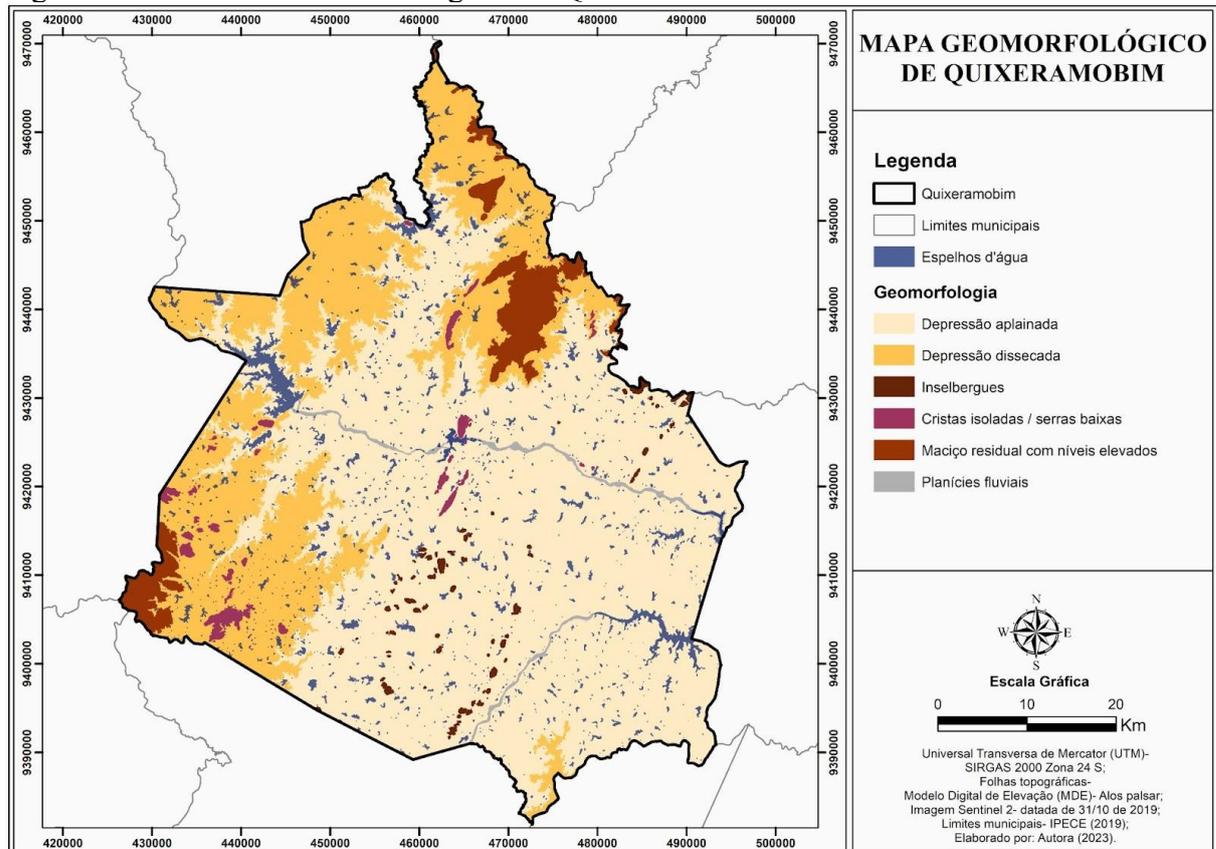
1º Táxon Domínios morfoestruturais	2º Táxon Morfoesculturas	3º Táxon Tipologia das formas	Características
Coberturas sedimentares cenozóicas	Planícies fluviais- Formas de Acumulação	Planícies fluviais do Rio Banabuiú e Rio Quixeramobim	Área plana com depósitos aluviais revestidos por matas ciliares.
Escudos e Maciços antigos Pré-Cambriano-Embasamento cristalino	Depressão sertaneja	Depressão sertaneja aplainada	Consistem em áreas planas a suave onduladas.
		Depressão sertaneja dissecada	Caracteriza-se pela ocorrência de pediplanos mais dissecados pela rede de drenagem.
		Campo de Inselbergues e Cristas residuais/serras baixas	São relevos residuais claramente perceptíveis em meio a depressão sertaneja e podem ser encontrados isolados ou em grupos, marcados pelo processo de erosão diferencial. Constituem áreas onde a litologia oferece mais resistência aos processos intempéricos.
	Maciços residuais	Serras com níveis	São áreas mais elevadas,

		residuais elevados dissecados em cristas.	também dispersas pela depressão sertaneja, como resíduos da erosão diferencial.
--	--	---	---

Fonte: elaborado pela autora, baseado na metodologia de Ross (1992).

Observa-se na Figura 28, um mapa representando as unidades geomorfológicas do município de Quixeramobim.

Figura 28 – Unidades Geomorfológicas de Quixeramobim



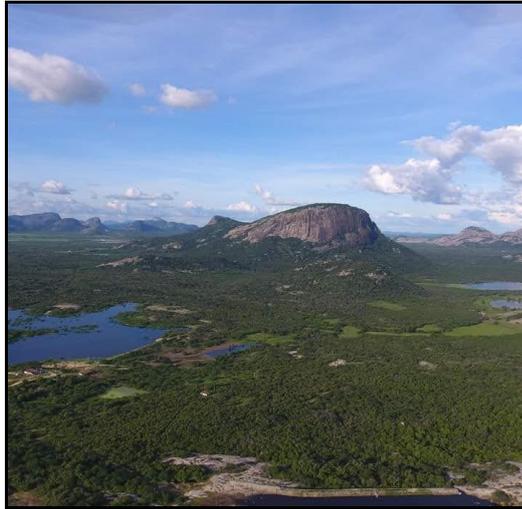
Fonte: elaborado pela autora (2023).

A depressão sertaneja (Figura 29), conhecida também como superfície de aplainamento (CLAUDINO-SALES, 2016), corresponde ao domínio de maior extensão no território do Ceará, constituída por rochas do embasamento ígneo-metamórfico Pré-Cambriano da Faixa de Dobramentos do Nordeste (BRANDÃO; FREITAS, 2014).

As superfícies aplainadas, assim como aborda Claudino-Sales (2018), encontram-se dissecadas por rios intermitentes, sendo colonizadas por vegetação de caatinga, adaptada a solos litólicos e aos baixos índices de precipitação pluviométrica.

É marcada por topografias planas ou levemente onduladas, situadas em níveis altimétricos inferiores a 400 m (SOUZA, 2000). Entre essas superfícies encontram-se os relevos residuais.

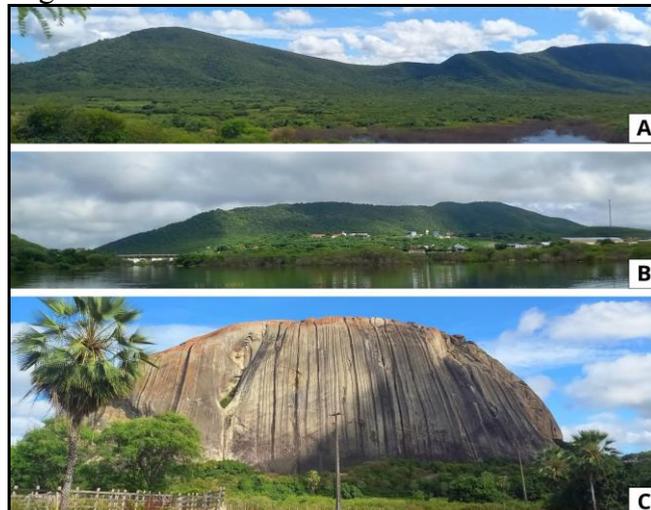
Figura 29 – Vista da depressão sertaneja em meio aos relevos residuais



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

No município, os relevos residuais (Figura 30) são marcados pela presença de maciços residuais (serras secas), cristas e inselbegues, que derivaram do trabalho de erosão diferencial em setores de rochas muito resistentes. Na Figura 30 – A tem-se a vista parcial do maciço residual de Santa Maria, na Figura 30 – B observa-se uma crista residual denominada popularmente de Serra do Boqueirão e Serra do Cruzeiro e na Figura 30 – C verifica-se um inselbergue denominado de Pedra da Gaveta.

Figura 30 – Relevos residuais



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

Tratam-se de relevos rochosos ou com solos muito rasos e declives íngremes, apresentando condições mais próximas daquelas que compõem os ambientes das depressões sertanejas semiáridas (SOUZA, 2000).

Os maciços cristalinos, neste caso as serras secas, apresentam-se bastante dissecados e foram modelados em granitóides brasileiros e tardibrasilianos, contando ainda com complexos metamórficos, em que as gnaisses e quartzitos representam volumes rochosos resistentes (CLAUDINO-SALES, 2018).

Tais maciços se dispersam por todo o território do estado, com altimetria no entorno de 600m. Ao lado dos maciços, merecem referências às cristas quartzíticas que se expõem isoladas e alongadas (SOUZA, 2000).

Os inselbergues ou agrupamento deles, são relevos residuais que também resistiram aos velhos processos denudacionais responsáveis pelas superfícies aplainadas (AB' SABER, 2003) apresentam escarpas íngremes e níveis altimétricos que podem atingir 150m (FREITAS et al., 2019).

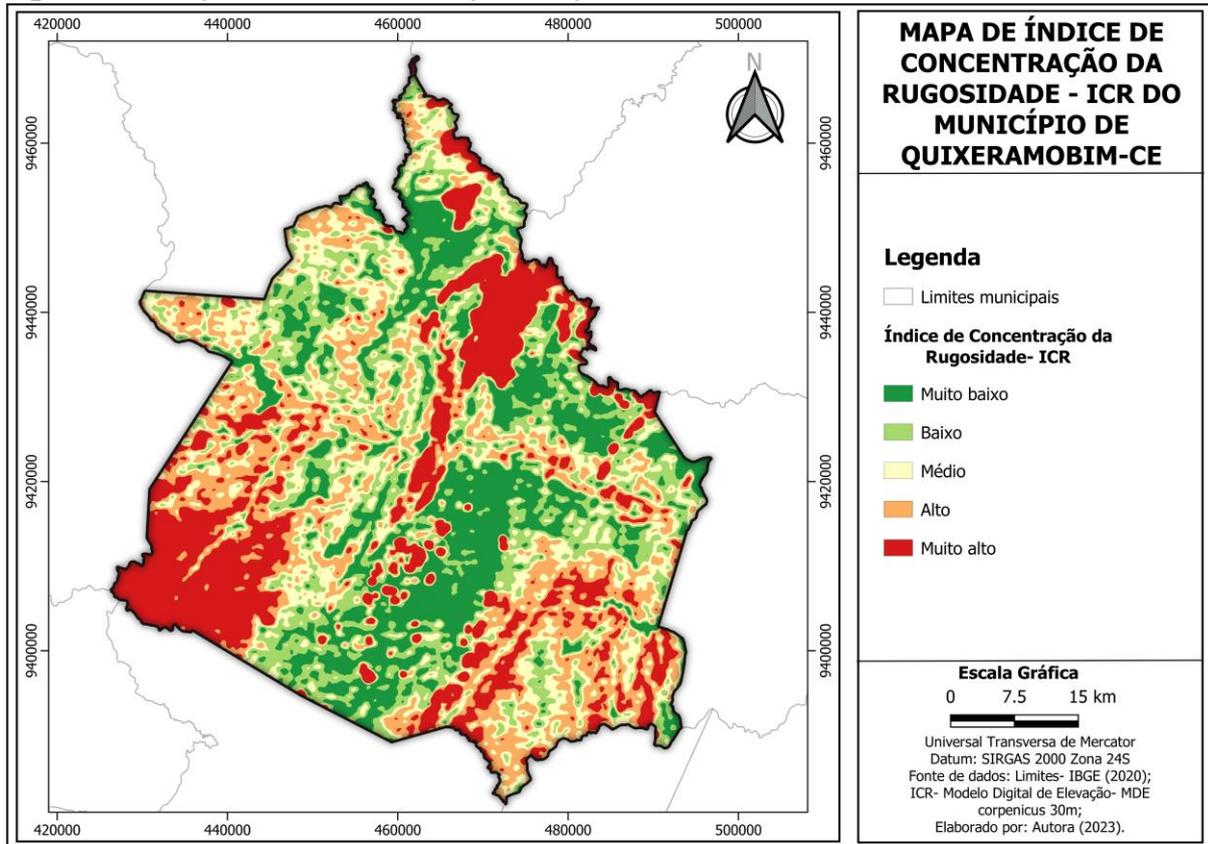
Nos inselbergues, podem ocorrer meso e microformas, tais como lajedos, tafoni, bacias de dissolução, caneluras e boulders (MAIA et al., 2015; FREITAS et al., 2019; MAIA; BASTOS; NASCIMENTO, 2018).

Conforme destaca Claudino-Sales (2018, p. 450), “a existência de amplas superfícies aplainadas com inselbergs no território nordestino fornecem evidências de uma evolução morfoclimática cretáceo-terciária comandada sobretudo por morfogênese mecânica, associada a climas secos”.

Em meio a essas superfícies aplainadas encontram-se ainda, no município, as planícies fluviais do rio Quixeramobim e do rio Banabuiú (MACÊDO et al., 2019). As planícies fluviais são as formas mais características de acumulação decorrentes da ação fluvial e abrigam melhores condições de solos e de disponibilidade hídrica (SOUZA, 2000), apresentam vegetação de mata ciliar e coincidem normalmente com Áreas de Preservação Permanente (APPs). São constituídas por sedimentos de idade Quaternária, podendo apresentar tamanhos e extensões diferenciadas, condicionadas pela vazão dos rios associados (MORO et al., 2015).

Para um melhor entendimento das unidades geomorfológicas identificadas no município, verifica-se na Figura 31 os padrões de rugosidade presentes na área de estudo variando em cinco classes, desde muito baixo a muito alto.

Figura 31 – Mapa de ICR do município de Quixeramobim



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os índices de rugosidades mais baixos correspondem a depressão aplainada e em parte da depressão dissecada e os índices de rugosidade mais altos se distribuem em maior parte entre os maciços residuais, a depressão dissecada, os inselbergues e cristas residuais e nas planícies fluviais.

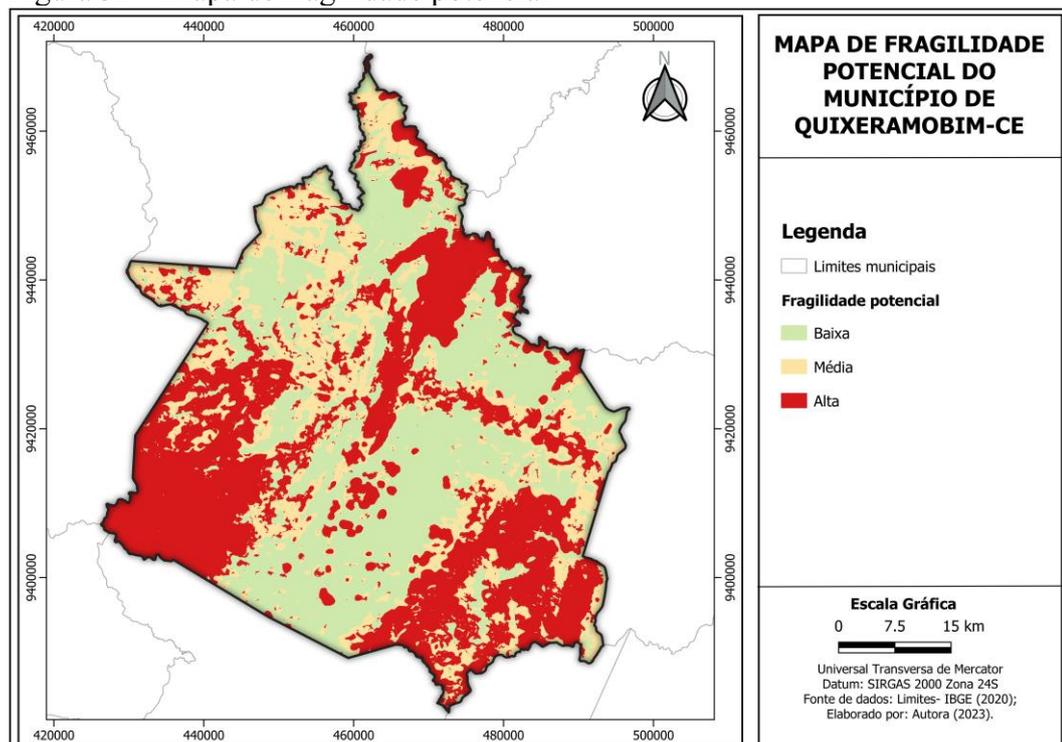
5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE QUIXERAMOBIM

Neste capítulo, são apresentados inicialmente os resultados referentes aos mapas de fragilidade ambiental do município, correspondentes a FP e a FE. Em seguida, é estabelecida a relação da fragilidade com a sustentabilidade ambiental, destacando as principais características dominantes de acordo com cada classe de fragilidade. Por fim, são destacados os pontos positivos, as restrições e os usos/impactos referentes a cada sistema/subsistema ambiental.

Os mapas de fragilidade demonstram a distribuição espacial das diferentes classes identificadas. São representados em 3 classes de fragilidade, variando entre, baixa, média e alta. Adotou-se cor mais clara para baixa fragilidade e cor mais forte para alta fragilidade.

Deste modo, conforme a análise realizada, observa-se que no mapa de FP (Figura 32), a classe de Fragilidade Potencial Baixa (FPB) abrangeu aproximadamente 34,35% (1141,99 km²) da extensão territorial do município. A classe de Fragilidade Potencial Média (FPM) compreendeu cerca de 25,60% (851,24 km²) do território. A maior área foi atribuída à classe Fragilidade Potencial Alta (FPA), representando aproximadamente 40,06% (1331,75 km²) do município.

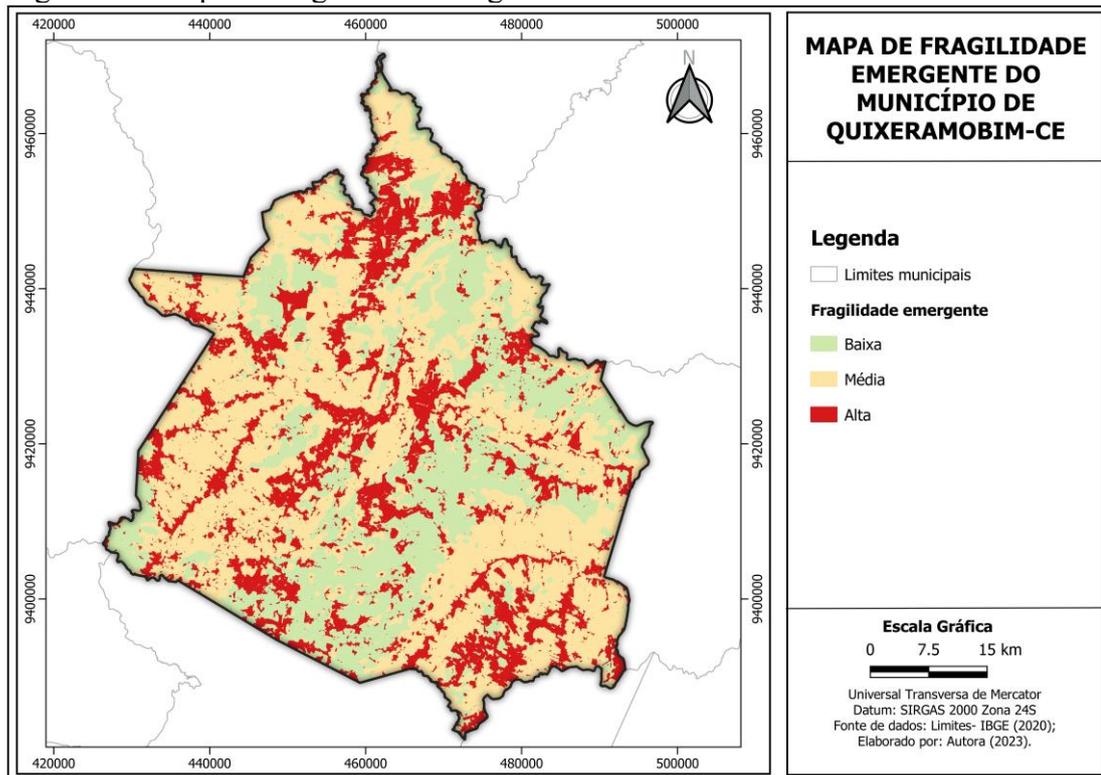
Figura 32 – Mapa de fragilidade potencial



Fonte: elaborado pela autora (2023).

No mapa de FE (Figura 33), observa-se que, a Fragilidade Emergente Baixa (FEB) abrange 28,10% (934,26 km²) do território. A classe com a maior extensão é a Fragilidade Emergente Média (FEM), ocupando 44,17% (1466,24 km²). A Fragilidade Emergente Alta (FEA) abrangeu cerca de 27,73% (921.84 km²).

Figura 33– Mapa de fragilidade emergente



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A seguir, observa-se um quadro resumo com as áreas e percentuais referente a cada classe de fragilidade potencial e emergente (Quadro 14).

Quadro 14 – Área e percentual referente às classes de fragilidade potencial e emergente

Fragilidade potencial	Área (km²)	Percentual (%)	Fragilidade Emergente	Área (km²)	Percentual (%)
FPB	1141,99	34,35	FEB	934,26	28,10
FPM	851,24	25,60	FEM	1466,24	44,17
FPA	1331,75	40,06	FEA	921,84	27,73

Fonte: elaborado pela autora.

Considerando tais percentuais e áreas, estabeleceu-se um quadro explicativo (Quadro 15), relacionando a fragilidade e a sustentabilidade, destacando as principais características dominantes observadas em cada classe de fragilidade potencial e emergente.

Quadro 15 – Relação fragilidade e sustentabilidade ambiental dos subsistemas ambientais

Fragilidade ambiental	Subsistemas ambientais	Sustentabilidade ambiental	Características dominantes
FPB	Incluem em pequena parte a depressão dissecada e em maior parte a depressão aplainada.	Alta	Ambientes que apresentam menor índice de rugosidade e processos erosivos. Há uma representatividade de cobertura vegetal arborizada conservada, com a presença de planossolos, luvisolos, e vertissolos, em ambientes de litologias com menor fragilidade ambiental.
FPM	Parte da depressão sertaneja dissecada, da depressão aplainada e das planícies fluviais.	Moderada	Áreas que apresentam rugosidades médias, podendo apresentar vegetação parcialmente conservada. Locais marcados pela presença de depósitos aluvionares. Envolvem ambientes de argissolos, luvisolos, planossolos, vertissolos.
FPA	É predominante em todos os subsistemas (Maciços, inselbergues, cristas, planícies fluviais, depressão dissecada e aplainada).	Baixa	Áreas que apresentam altos índices de rugosidade, sujeitos a processos erosivos acelerados. Há uma representatividade de ambientes com falta de cobertura vegetal/ solos expostos. Nos maciços residuais apesar do avanço dos solos expostos ainda se encontra uma vegetação florestada conservada, porém há rugosidades muito altas. Nessas condições esses ambientes incluem também solos com maiores fragilidades como os neossolos litólicos e regolíticos, além de planossolos, chernossolos, argissolos e luvisolos e as litologias que variam desde muito baixa a alta fragilidade como é o caso dos depósitos colúvio-eluviais e aluvionares.
FEB	Grande parte da	Alta	Locais com cobertura vegetal

	depressão sertaneja aplainada e dos maciços residuais e cristas, pequena parte da depressão sertaneja dissecada.		arborizada e florestada conservada. Apresentando ausência de solos expostos e usos e ocupações como agropecuária.
FEM	Incluem parte da depressão aplainada e dissecada, e das cristas residuais.	Moderada	Ambientes que apresentam vegetação parcialmente conservada, com pouca quantidade de solos expostos. Nessas áreas há uma grande tendência ao aumento da degradação ambiental, tendo em vista a ausência de manejos adequados.
FEA	Parte da depressão aplainada e dissecada, e das planícies fluviais e maciços, além dos inselbergues.	Baixa	Nessas áreas a vegetação praticamente não existe, onde os usos e ocupações são intensos, como agropecuária, expansão urbana e solos expostos ou em pousio o que tem contribuído como atividades potencializadoras da degradação ambiental, pelo fato da ausência de manejos adequados. É muito marcante nas APPs, totalmente destituídas de vegetação, que servem para os intensos usos de agricultura e pecuária, e que também apresentam altos índices de rugosidade. Há ausência de planejamento ambiental e delimitação em tais áreas, contribuindo para uma alta degradação ambiental.

Fonte: elaborado pela autora.

Observadas as características dominantes e os graus de sustentabilidade de cada classe de fragilidade ambiental, torna-se fundamental com base na compartimentação geomorfológica do município, descrever as potencialidades, limitações, usos/impactos referente a cada sistema/subsistema ambiental (Quadro 16).

Tais aspectos são essenciais para um entendimento mais profundo sobre as condições de fragilidade de determinadas áreas, possibilitando propor medidas e estratégias de gestão adequadas aos ambientes que se apresentam mais prejudicados pelas ações humanas.

Quadro 16 – Potencialidade, limitações, uso/ impactos dos sistemas/subsistemas ambientais

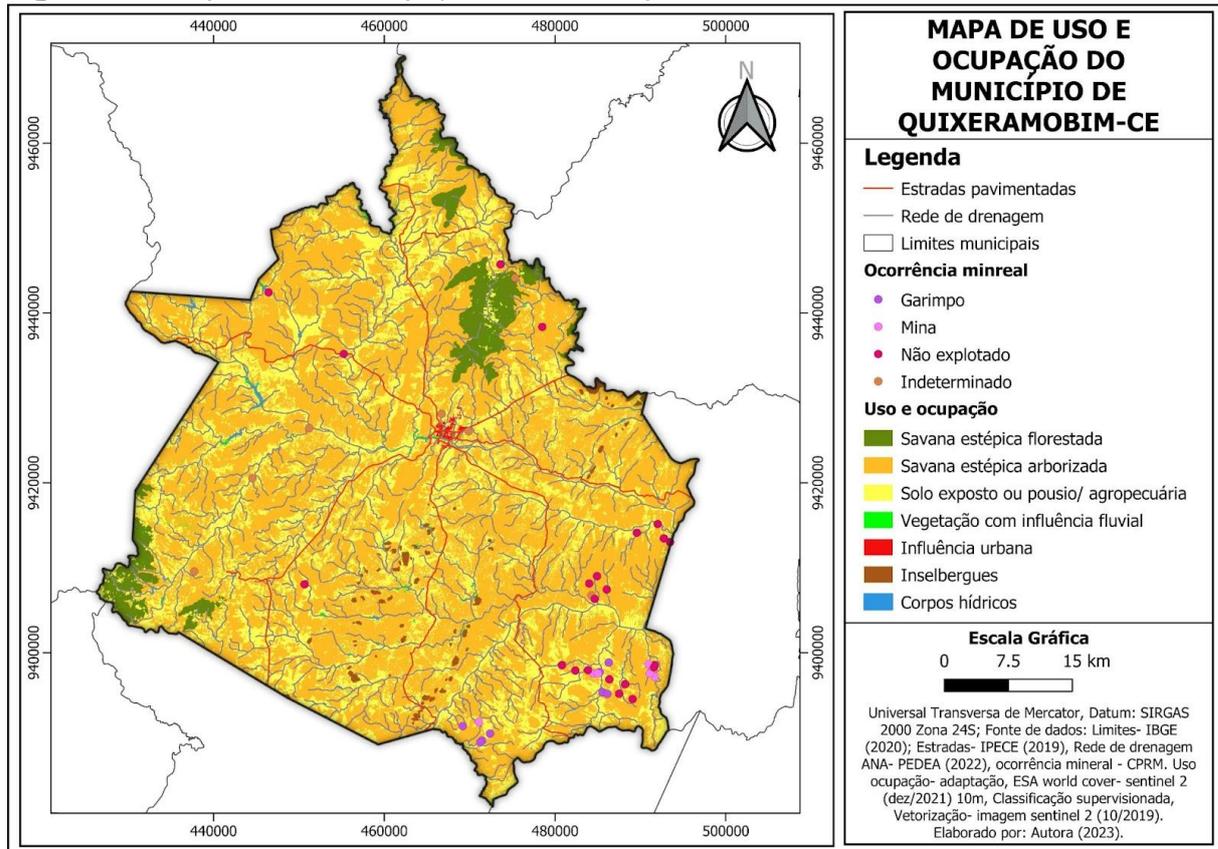
Sistema	Subsistema	Potencialidade	Limitações	Uso/ impactos
Depressão sertaneja	Depressão aplainada	Solos de boa a média fertilidade natural. Possui alto potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e à ocupação urbana.	Solos rasos a pedregosos com baixa capacidade de retenção de água. Altas taxas de evaporação. Áreas suscetíveis à desertificação.	Desmatamento, queimadas, poluição, solo exposto, perda da biodiversidade da caatinga. Impactos provenientes dos Intensos usos de agricultura, pecuária, expansão urbana e mineração.
	Depressão Dissecada			
	Inselbergues e cristas residuais	Extrativismo mineral, valor estético e paisagístico, ecossistema único, potencial turístico, didático e recreativo. Potencial para estudos geológicos, geomorfológicos, entre outros. Apresentam paisagem cênica, rochas resistentes, são muito íngremes, com potencial para escoamento superficial.	Relevos rochosos ou com solos bastante rasos, desnudas ou com a presença de vegetação rupícola no caso dos inselbergues e nas cristas há a presença de vegetação arborizada. Apresentam limitação às práticas de agricultura e construções. Necessitam de maior fiscalização, cumprimento do plano de manejo e leis ambientais. A acessibilidade também se	Suscetível a mineração e a impactos provenientes das práticas de turismo, como poluição por meio do lixo nas áreas dos inselbergues. E as cristas apresentam-se bastante suscetíveis ao desmatamento, queimadas, e usos e ocupações.

			apresenta como fator limitante. São bastante suscetíveis ao intemperismo e são ambientes impróprios para a agricultura.	
Maciços residuais	Serras secas	Solos de boa fertilidade natural. Temperaturas mais amenas, vegetação de caatinga de porte arbóreo. Favorece a formação de uma rede de drenagem superficial. Extrativismo mineral.	Há limitações em relação às práticas agropecuárias. Processos intempéricos recorrentes. Alta suscetibilidade à erosão. Solos pouco profundos ou rasos.	Desmatamento, queimadas, extrativismo mineral, suscetível a uso e ocupações, e especulações imobiliárias.
Planícies fluviais	Planícies fluviais do Rio Banabuiú e Rio Quixeramobim	Boa disponibilidade hídrica. Solos com boa fertilidade natural, podendo conter solos profundos. Alto potencial para atividades agrícolas/agroextrativistas.	Salinização. Inundações periódicas. Contaminação e poluição dos recursos hídricos. Expansão urbanas em APPs.	Degradação das matas ciliares. Ocupações irregulares. Rejeitos de mineração. Assoreamento dos rios. Destinação inadequada de efluentes domésticos e industriais. Inundações periódicas.

Fonte: elaborado pela autora.

Diante de tais resultados, é importante descrever alguns cenários tendenciais com base nos usos e ocupações vigentes (Figura 34), destacando os principais problemas ambientais observados nos diferentes sistemas/subsistemas do município.

Figura 34 – Mapa de uso e ocupação do solo de Quixeramobim



Fonte: elaborado pela autora (2023).

As atividades humanas que representam maiores extensões, que vão desde o urbano ao rural, e mais intensamente estão presentes na depressão sertaneja, são as atividades agrícolas (Figura 35) e pecuaristas (Figura 36), que contribuem para a degradação ambiental. Tais atividades podem levar a diversos problemas ambientais, como o desmatamento, queimadas e demais impactos decorrentes do manejo inadequado dos solos, como é o caso da erosão e da diminuição da capacidade do solo de reter água e nutrientes.

Figura 35 – Plantações de milho e feijão na depressão sertaneja



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

Quando se trata das atividades agropecuárias, a questão do desmatamento apresenta-se bem comum, pois ocorre o processo de retirada da vegetação para dar lugar às pastagens e à expansão das plantações, ocasionando a perda de habitats e a diminuição da diversidade biológica. O uso de fertilizantes e agrotóxicos utilizados nas culturas pode comprometer a qualidade da água, representando riscos à saúde humana e aos ecossistemas aquáticos. Além disso, a criação intensiva de gado pode levar à compactação do solo, através do pisoteio constante dos animais e principalmente à falta de práticas de manejo do solo adequadas.

Figura 36 – Criação de gado na depressão sertaneja aplainada



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

Outro problema bastante preocupante está relacionado à urbanização nas áreas de planícies fluviais (Figura 37), locais bastante suscetíveis a impactos ambientais. Essas áreas acabam se tornando atrativas para as atividades humanas, por estarem localizadas próximos aos rios.

Figura 37 – Avanço da urbanização na planície fluvial do Rio Quixeramobim



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

Além disso, se apresentam geralmente planas e com solos férteis. Nesses ambientes é bastante comum também atividades agrícolas (Figura 38).

Figura 38 – Plantação de milho nas margens do Rio Quixeramobim



Fonte: Arquivos pessoais (Abril/2023).

Observa-se ainda que esses ambientes são sujeitos a inundações durante os períodos de chuvas intensas, podendo ocasionar danos materiais aos moradores por exemplo. Outro fato, é a questão do assoreamento dos rios, que pode levar à diminuição da capacidade de escoamento, aumentando o risco das inundações.

Além disso, como são áreas que já estão propensas naturalmente à instabilidade, o fato da erosão do solo nas margens pela ação dos rios, pode levar ao desabamento de terras, ameaçando a segurança dos residentes. A própria natureza geográfica e condições naturais das planícies fluviais representam perigos aos residentes dessas áreas.

São inúmeras as edificações residenciais localizadas a poucos metros do rio Quixeramobim. Ou seja, não há respeito às delimitações das APPs conforme as regulamentações presentes no Código Florestal Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Observa-se também a presença de cercas que passam dentro do rio Quixeramobim (Figura 39), indicando que a área é de propriedade do dono do terreno.

Esse tipo de ocorrência parece muito comum, deixando evidente que a urbanização está descontrolada, sem indícios de que essas irregularidades estejam passando por algum tipo de fiscalização.

Figura 39 – Área cercada dentro do rio Quixeramobim



Fonte: Arquivos pessoais (Abril/2023).

Notam-se ainda, nas planícies fluviais, alguns impactos que consistem na poluição por meio do despejo de resíduos domésticos. Os esgotos escorrem diretamente para dentro do rio Quixeramobim (Figura 40 – B, C, D) como se observa nos encanamentos, sendo também bastante comum a presença do lixo (Figura 40 – A). Essa questão ocorre em muitas outras áreas próximas ao rio.

Figura 40 – Resíduos domésticos



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

Convém destacar também que a poluição nas planícies no trecho da zona urbana pode ocorrer por meio do despejo de resíduos industriais, entre outros. Tanto os resíduos domésticos como os provenientes de demais categorias podem contaminar principalmente a água, apresentando riscos à saúde humana e à vida dos demais seres vivos que se beneficiam dessa água.

Este fato é bem preocupante quando se verifica que mesmo com a presença de placa indicando que é proibido colocar lixo (Figura 41 – A), ou de lixeira distribuída com frase como “Cidade limpa” (Figura 41 – B), ainda há insistência da população em colocar o lixo em locais inadequados. Isto demonstra a falta de conscientização para o respeito ao meio ambiente.

Figura 41 – Placa de sinalização e lixeira personalizada



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

Observa-se tal poluição bem evidente também em outra localidade, em que demonstra a canalização do rio na zona urbana (Figura 42). Este trecho mostra-se bastante poluído, havendo mau cheiro no local. Os esgotos das edificações que estão nas proximidades foram projetados diretamente para dentro do rio canalizado.

Figura 42 – Canalização do rio (Quixeramobim, Planalto Nova Pompeia, zona urbana)



Fonte: arquivos pessoais (Abril/2023).

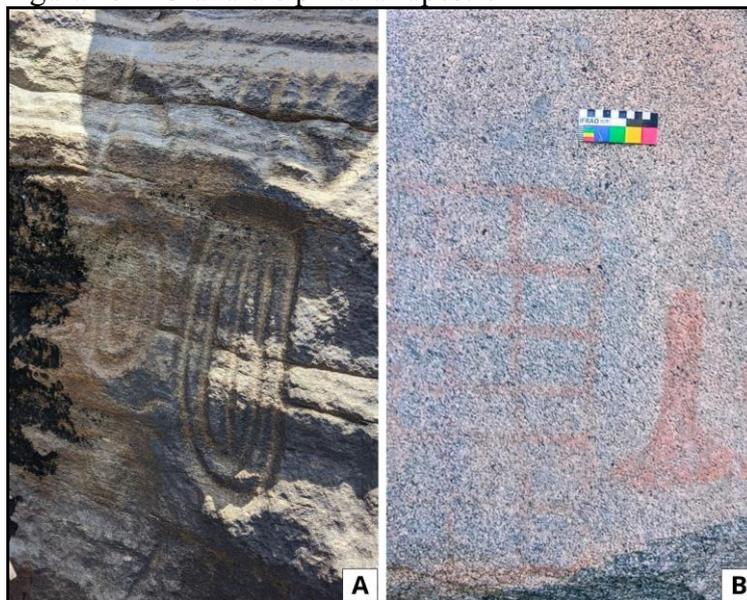
A canalização desse trecho do rio, além de ter evidenciado a poluição, mostra-se como um local muito propício à proliferação de doenças. A canalização causou ainda a alteração permanente da paisagem, a modificação do curso natural do rio, a impermeabilização do solo, alterações na qualidade da água e a retirada da mata ciliar, que é um fato muito comum em muitas partes ao longo das margens do rio no município.

A retirada das matas ciliares para dar lugar a plantações, edificações, estradas e demais superfícies impermeabilizadas, contribui para perturbações e alterações na biodiversidade local. Isso mostra que as matas ciliares se apresentam negligenciadas e esquecidas pela sociedade assim como ocorre com os rios urbanos.

Outro ponto a ser comentado sobre os impactos ambientais no município, está ligado aos locais onde há presença dos inselbergues. Em um primeiro momento, verifica-se a presença das atividades turísticas nesses ambientes, tendo em vista que as mesmas têm se tornado cada vez mais popular, pois as pessoas são atraídas pela beleza cênica, biodiversidade e pelo potencial para lazer e diversão, como trilhas, escaladas, etc. No entanto, sem a adoção de práticas adequadas de educação ambiental, os turistas podem abandonar resíduos sólidos, ocasionando danos consideráveis ao local.

Além disso deve-se levar em conta que no território dos inselbergues, em algumas áreas, existem gravuras e pinturas rupestres que podem estar sujeitas a práticas de turismo predatório. Observa-se na Figura 43 – A, uma gravura localizada na Pedra do Letreiro no distrito de Quixeramobim, zona rural; e na Figura 43 – B, uma pintura em um inselbergue na Fazenda Guarany, no distrito de Lacerda, zona rural.

Figura 43 – Gravura e pintura rupestre



Fonte: Arquivos pessoais (Junho/2023).

Torna-se preocupante também, o fato de algumas áreas próximas aos inselbergues apresentarem retirada da vegetação para usos e ocupações. Isto deixa em evidência que esses locais se encontram suscetíveis às intervenções humanas.

Freitas et al. (2019) destacam a relevância nacional e internacional desses ambientes, e o grande potencial para uso didático, científico, interesses arqueológicos, mineralógicos, entre outros.

Deste modo convém ressaltar o fato de não existir regulamentações legais protetivas para o território dos inselbergues no município de Quixeramobim (OLIMPIO et al., 2021), o que é verificado apenas para os inselbergues do município de Quixadá, que são considerados uma unidade de conservação de proteção integral na modalidade monumento natural por meio do Decreto nº 26.805, de 25 de outubro de 2002 (CEARÁ, 2002), sendo protegido também pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) o qual tombou o Açude do Cedro em 1984 e a paisagem dos monólitos em 2004.

É de fundamental importância reconhecer que a proteção, preservação e conservação dos inselbergues está para além do controle da poluição por lixo, ou do desmatamento e usos em suas proximidades. Essas áreas de beleza única exigem contínuos esforços, para a sustentabilidade de suas riquezas.

Sem a devida proteção para os inselbergues de Quixeramobim, esses ambientes ficam suscetíveis aos impactos, correndo riscos mais acentuados relacionados às extrações clandestinas de granitos (OLIMPIO et al., 2021).

Neste caso, a geologia, fator destacado no uso pela mineração, é um dos principais elementos para a Proposta do Projeto Geoparque Sertão Monumental (FREITAS et al., 2019). Este projeto tem um papel importante para a geoconservação do território dos inselbergues, pois, é uma proposta viável para o estabelecimento de políticas conservacionistas por meio da criação do geoparque.

No município, as marcas do extrativismo mineral se mostram presentes, existindo locais de mineração desativados e ativados, legalizados e não legalizados. Observou-se lugares extremamente danificados pela atividade de mineração com alterações permanentes na paisagem.

Dois locais de mineração desativados foram identificados. Hoje representam pontos histórico-culturais, que testemunham que a atividade de mineração é consideravelmente antiga no município. Um dos locais refere-se à extração de granito e outro a de calcário dolomítico, descritos abaixo.

O local de mineração desativada de granito encontra-se localizado na antiga pedreira da Fazenda Salva Vidas, no distrito de Quixeramobim, zona rural, em um inselbergue denominado popularmente de “Pedra do Corte” (Figura 44). Na Figura 44 – A, tem-se a vista parcial da extensão da área explorada; na Figura 44 – B, verificam-se vários blocos de granitos abandonados no local; e na Figura 44 – C, observam-se algumas perfurações feitas no inselbergue. O granito extraído foi utilizado no segundo projeto da barragem de Quixeramobim. Os danos causados ao inselbergue são bastante visíveis e irreversíveis.

Figura 44 – Mineração desativada na pedra do corte



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

A mineração desativada de calcário dolomítico encontra-se localizada nas proximidades do maciço residual de Santa Maria, no distrito de Quixeramobim, zona rural. No local é possível observar alguns resquícios do mineral (Figura 45 – A) e um forno (Figura 45 – B).

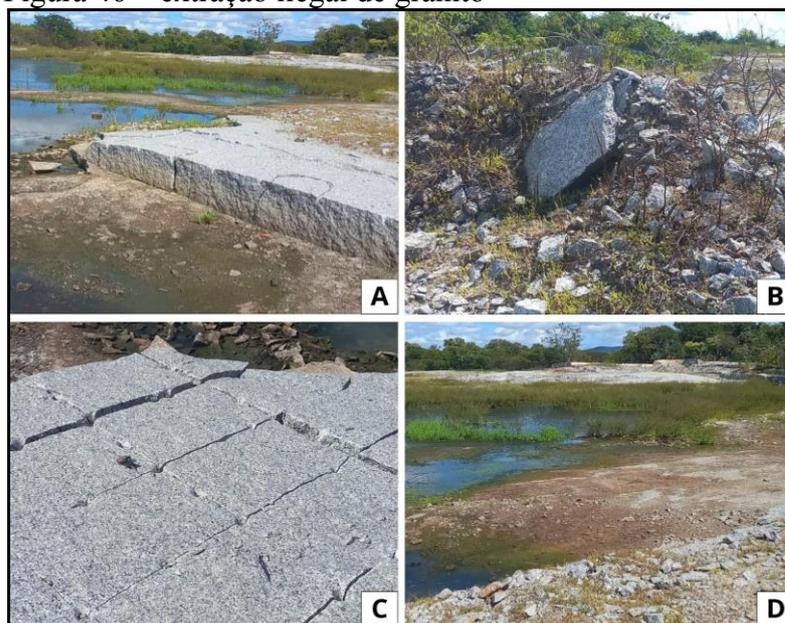
Figura 45 – Mineração desativada de calcário dolomítico



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

Visto isto, cabe observar algumas áreas com mineração ativa no município. Na Figura 46 – A e C nota-se a extração de granito ilegal no assentamento recreio. No local, existia um enorme lajedo que foi explorado de forma intensiva, encontrando-se hoje completamente deteriorado (Figura 46 – D). Nota-se também rejeitos da mineração deixados no local (Figura 46 – B). É relevante ressaltar que o granito extraído na área é tanto para o uso no calçamento de vias como para a construção civil.

Figura 46 – extração ilegal de granito



Fonte: arquivos pessoais (Junho/2023).

Em outro local, nas proximidades do maciço residual de Santa Maria, no distrito de Quixeramobim, zona rural, observa-se uma área de mineração legalizada, correspondente à empresa Cal Viva, responsável pela extração de calcário e dolomita. Na Figura 47– A tem-se a vista parcial onde encontra-se instalada a empresa, na Figura 47 – B tem-se a placa de licença que indica a legalidade da atividade de mineração e na Figura 47 – C está a entrada principal.

Figura 47 – Empresa Cal Viva mineração e indústria



Fonte: Arquivos pessoais (Junho/2023).

Nota-se também um grupamento mineiro envolvendo cinco áreas nas localidades da Fazenda Condado e Várzea do Serrote, cuja empresa é a Mineração Condado Ltda (VIDAL et al., 2005) com direito de lavrar turmalina, mica, berilo, muscovita, lepidolita e rubelita (Figura 48).

Figura 48 – Processo de obtenção de rubelita na mina do Condado

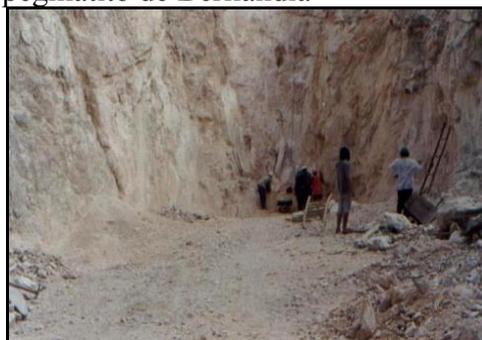


Fonte: Vidal et al. (2005).

Essas e demais ocorrências minerais no município são retratadas pela CPRM (BRASIL, 2023). Destaca-se a presença de mina ativa na localidade de Berilândia com a exploração do lítio, e minas ativas na Fazenda Condado, com a exploração de muscovita, turmalina, lítio, mica, berílio, entre outros. Existe também uma mina inativa no Sítio Parnasio que extraía água marinha, feldspato, muscovita, quartzo e turmalina (BRASIL, 2023; VIDAL et al., 2005).

O garimpo é bem marcante nas seguintes localidades: Berilândia (água marinha, mica, turmalina, e feldspato retratado na Figura 49), Boa situação (ametista, quartzo fumê), Massapê do boi (ametista, calcedônia, quartzo, berilo, feldspato, muscovita, turmalina), e Vargem redonda (água marinha, berilo, feldspato, muscovita) (BRASIL, 2023; VIDAL et al., 2005).

Figura 49 – Mina de feldspato do pegmatito de Berilândia



Fonte: Vidal et al. (2005).

Além dessas localidades, conforme Brasil (2023), existem muitas outras com ocorrência mineral que ainda não foram exploradas, dentre elas destacam-se: Cachoeirão (feldspato), Caraíbas (calcário), Coque (feldspato, turmalina), Córrego do Lima (feldspato), Fazenda nova (feldspato), Fazenda Pereiro (feldspato), Lagoa rasa (ferro), Maraquetá (feldspato), Novo oriente (turmalina), próximo a lagoa de São Miguel (cálcio) e Riacho da roça (feldspato). Observou-se também em algumas localidades ocorrência mineral com status econômico ainda indeterminado: Coque (tungstênio), Fazenda boqueirão (amianto), Fazenda carnaubinha (amianto), Fazenda São Bento (amianto), Jardim (calário), São Miguel (calcário).

Toda essa abundância de recursos minerais evidencia a suscetibilidade que existe no município em relação à exploração dessas riquezas. Esse fato demonstra que, tanto as áreas que já estão sendo exploradas, de forma legal ou ilegal, quanto as que ainda permanecem inexploradas, requerem uma atenção especial.

A atividade de mineração oferece significativos impactos, como a degradação do solo, podendo ainda contribuir em alguns casos para a contaminação da água. Além do mais, proporcionam a alteração da paisagem por meio da retirada da vegetação, das escavações, perfurações, construção de infraestruturas, entre outros.

Por isso, considerando os impactos ambientais presentes na área de estudo, surge a importância de um melhor planejamento ambiental e ordenamento territorial. Ambos exercem um papel essencial na gestão sustentável do ambiente, assim como são fundamentais para o desenvolvimento equilibrado da sociedade, favorecendo a proteção dos sistemas/subsistemas frágeis, a conservação dos recursos naturais, e a qualidade de vida das pessoas.

6 SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL

A fragilidade ambiental associa-se a um conjunto de fatores, como a ausência e cumprimento de legislações ambientais, bem como a não execução de legislações específicas, a exemplo do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) (CRISPIM, 2016). Assim, são muitas as questões que apontam para a urgência em discutir sobre um melhor planejamento ambiental e ordenamento territorial do município de Quixeramobim.

O primeiro fato é que o PDDU data do ano de 2000 e conforme Brasil (2001), que corresponde ao estatuto da cidade Lei nº 10.257/2001, o plano diretor de um município precisa ser revisto pelo menos a cada dez anos.

Essa questão é analisada por Nogueira (2022), que aborda o fato de não haver indícios em nenhum meio de comunicação que o PDDU do município de Quixeramobim tenha passado por uma revisão no ano de 2010, com exceção ao que consta em documento no site da Câmara Municipal, que traz alterações referentes aos limites do perímetro urbano na Lei 1813/2000 que dispõe sobre a Organização Territorial (QUIXERAMOBIM, 2000), atualizada em 2010 por meio da lei 2380/2010 (QUIXERAMOBIM, 2010).

No ano de 2020, também não houve indícios de tal revisão. Porém em 2019, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura (SEINFRA), abriu uma seleção para a contratação de uma empresa com objetivo de realizar a revisão do plano diretor, mas em primeiro prazo o plano não foi revisado, sendo o contrato prorrogado até 5 de junho de 2022 (NOGUEIRA, 2022).

Porém, observa-se que, até o momento final da redação desta dissertação, em agosto de 2023, o novo plano diretor ainda está passando por estudos para a sua elaboração conforme informações fornecidas no “I Fórum de desenvolvimento sobre o plano mestre de Quixeramobim” que ocorreu em 27 de maio de 2023. O evento foi organizado pela prefeitura e conterà mais três fóruns, que deverão ser finalizados ainda no final de 2023.

De acordo com Oliveira (2020), Quixeramobim está sob as diretrizes de um plano que já nasceu ultrapassado. Considerando seus 20 anos de vigência desde 2000 e os três anos de atraso de sua revisão, torna-se necessário uma nova atualização. Não apenas a Lei nº 1811/2000 do Plano Diretor, mas as demais leis que abrangem o planejamento urbano como a Lei nº 1812/2000 do Código de Obras e Posturas, a Lei nº 1813/2000 da Organização Territorial, a Lei nº 1814/2000 de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, a Lei nº

1815/2000 do Sistema Viário e a Lei nº 2380/2010 que dispõe sobre os Limites da Zona Urbana.

Nogueira (2022, p. 139) evidencia que “(...) o crescimento demográfico, a nova configuração do espaço urbano da cidade, o novo contexto econômico e a disposição das infraestruturas existentes, são apenas alguns dos motivos que remete a uma urgência na atualização”.

Duas décadas de desordem urbana foram responsáveis por criar movimentos de expansão em diversos sentidos, resultando em um crescimento disperso e um subdesenvolvimento de áreas negligenciadas, colocando em evidência o fato de o município adotar uma lógica de ocupação prejudicial à população, à gestão pública e ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2020).

O não-ordenamento urbano tem um impacto direto na fragilidade ambiental, por isso o meio urbano necessita de cuidados especiais para evitar danos permanentes. Não se trata apenas do meio urbano, mas de todos os setores que envolvem uso e ocupação do território, o que inclui todos os sistemas ambientais do município.

Nesse contexto, quando se coloca em foco toda a extensão territorial de Quixeramobim, convém destacar que, tanto as áreas que apresentam altas instabilidades, quanto as que detém relativa estabilidade, requerem restrições significativas em relação ao uso e ocupação. Nas áreas estáveis, tais cuidados objetivam prevenir os problemas ambientais; enquanto nas áreas instáveis, busca-se minimizar e controlar os impactos.

Colocar em pauta a fragilidade ambiental, em todas as ações de planejamento e gestão do ambiente, pode contribuir para equilibrar o desenvolvimento humano com a conservação ambiental. Essa inclusão da fragilidade nas tomadas de decisões no município deve proporcionar uma visão mais holística, que leve em consideração não apenas as necessidades do presente, mas das gerações futuras.

Em vista disso, há ausência de um planejamento compatível a um desenvolvimento sustentável, havendo falta de cumprimento e elaboração das legislações específicas. Isso reflete na situação atual quando se verifica por exemplo a pressão econômica sobre os sistemas ambientais.

Por tais motivos, e com base nos impactos ambientais identificados no município, torna-se fundamental estabelecer subsídios para um melhor planejamento ambiental e ordenamento territorial. Assim, com base nos usos e ocupações vigentes, como a urbanização desordenada, as intensas atividades de agricultura e pecuária, a presença de atividades de

mineração e os problemas identificados aos territórios dos inselbergues, estabeleceu-se as seguintes medidas sustentáveis:

- Planejamento urbano eficiente e sustentável: é fundamental a revisão da Lei nº 1811/2000 do plano diretor, da Lei nº 1812/2000 do Código de Obras e Posturas, da Lei nº 1813/2000 da Organização Territorial, da Lei nº 1814/2000 do Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, da Lei nº 1815/2000 do sistema viário e da Lei nº 2380/2010 que dispõe sobre os Limites da Zona Urbana, colocando como foco o crescimento populacional, a nova configuração tanto da zona urbana como do contexto econômico, um melhor planejamento das infraestruturas urbanas e o contexto ambiental ao qual o município está inserido. Isto seria importante para orientar um crescimento urbano ordenado, atendendo não só a necessidade dos comerciantes, das fábricas, das indústrias, e dos demais moradores, mas também o respeito ao meio ambiente, levando em consideração as características naturais dos mesmos e os riscos ao qual estão sujeitos.
- Zonas de uso adequadas: a adoção de um zoneamento específico promove uma melhor organização do território, indicando as áreas residenciais, comerciais e industriais, entre outros. Além disso, previne conflitos de uso, estabelece a proteção ambiental, o planejamento de infraestruturas, a segurança e a qualidade de vida. Torna-se essencial também, no caso das planícies fluviais, a delimitação das áreas de preservação, assim como a fiscalização para o estabelecimento de restrições de ocupação com base nas regulamentações do código florestal lei nº 12.651/2012.
- Recuperação ambiental: possibilita a restauração dos danos causados aos sistemas ambientais, incluindo as depressões sertanejas que passam por exemplo, pelas intensidades das atividades agropecuárias. No caso das planícies fluviais, é importante a recuperação das áreas degradadas como as matas ciliares essenciais na proteção dos rios. As áreas exploradas para mineração também podem apresentar certo grau de degradação durante e após encerramento das atividades, em vista disso, é necessário ter como objetivo não só a exploração, mas a recuperação de tais áreas degradadas.
- Gerenciamento de resíduos e poluição: efetuar sistemas eficazes de gestão de resíduos, como é o caso de tratamento de esgoto e o controle da poluição para a redução dos impactos causados tanto aos recursos hídricos como ao meio ambiente. Pensar, por exemplo, na reformulação de um plano de saneamento básico que possa incluir a nova

configuração urbana. No caso das atividades agropecuárias, é interessante reaproveitar os resíduos gerados por tais atividades, como é o caso do esterco animal e dos restos de culturas para servir de adubo. Sobre a mineração, aderir a práticas adequadas de manejo dos resíduos que possam contribuir para minimizar a quantidade de rejeitos que proporcionam impactos ao meio ambiente. Aderir a medidas sustentáveis para o manejo de resíduos no território dos inselbergues, como por exemplo a instalação de lixeiras ao longo das trilhas e placas de alertas para o descarte correto do lixo, e a importância da reciclagem.

- Manejo adequado do solo: o manejo adequado do solo é essencial para prevenir a degradação ambiental. Tais práticas visam a conservação do solo e necessitam ser adotadas, pois contribuem por exemplo para a redução da erosão do solo, da compactação, aumento na disponibilidade de água e nutrientes, etc.
- Uso equilibrado de insumos químicos: os insumos químicos utilizados por exemplo na agricultura apresentam grande risco de contaminação dos solos e da água, por isso necessitam de uso responsável, seguindo as orientações dos fabricantes e das leis ambientais.
- Uso consciente dos recursos hídricos: essa prática contribui para minimizar os desperdícios de água e o consumo excessivo, que podem ocorrer por exemplo, nos sistemas de irrigação e no abastecimento e distribuição de água para o gado, no abastecimento e consumo público, na indústria, etc.
- Monitoramento ambiental: Nas áreas de cultivo/pastagens é importante a realização de diagnósticos ambientais, que possam elaborar uma avaliação da qualidade da água e do solo, verificando por exemplo o quanto tais atividades podem estar impactando o ambiente, e por meio disso sugerir mudanças necessárias. Nas áreas de mineração é fundamental a realização de monitoramento por meio de fiscalização e elaboração de relatórios, que possam avaliar a qualidade dessas áreas, verificando se as empresas estão seguindo as regulamentações ambientais para a prevenção de impactos. É também essencial a realização de uma fiscalização/monitoramento regular no território dos inselbergues e de seu entorno, necessária para avaliar o ambiente e prevenir os impactos.
- Proteção e conservação da biodiversidade: Desequilíbrios são causados à diversidade biológica por meio do desmatamento, queimadas, poluição, exploração excessiva dos recursos naturais, entre outros. Exemplo disso é a retirada da vegetação para dar lugar às plantações, as pastagens, as edificações, estradas, e demais áreas

impermeabilizadas. A poluição causada por meio do lixo, dos esgotos domésticos ou industriais, dos insumos químicos, ocasiona dentre outros fatores a poluição do solo, e dos recursos hídricos. Todas as atividades que proporcionam direta, ou indiretamente, danos à biodiversidade local, necessitam ser cuidadosamente avaliadas e mitigadas. É necessário estabelecer o controle de tais atividades, para promover a proteção da diversidade biológica, minimizando as perturbações causadas ao ecossistema local.

- Promoção de cursos/ capacitação ao agricultor e pecuaristas: a conscientização e capacitação dos agricultores e pecuaristas é um ponto bastante necessário. A promoção de cursos que coloquem em pauta o conhecimento de práticas sustentáveis, e adoção de tecnologias inovadoras para minimização de impactos podem representar mudanças significativas, colocando em equilíbrio as diferentes produções e a conservação do meio ambiente.
- Diagnóstico adequado considerando as potencialidades, limitações e riscos das atividades de mineração: para iniciar uma atividade de mineração é fundamental ter realizado um planejamento adequado, que possa destacar os possíveis riscos que tal atividade pode oferecer aos locais explorados e a vida das pessoas, trabalhando sempre com transparência e consciência.
- Adoção de técnicas/tecnologias de baixo impacto: aderir a técnicas/tecnologias de baixo impacto visando minimizar por exemplo, a retirada da vegetação, a degradação do solo e a poluição.
- Turismo sustentável: sabe-se que as práticas de turismo predatório podem ser bastante prejudiciais. Neste caso, adotar práticas de turismo sustentável, podem auxiliar na diminuição de impactos, na conservação da diversidade biológica e na valorização do meio ambiente.
- Reconhecimento e proteção dos inselbergues: reconhecer as delimitações do território dos inselbergues, para garantir a proteção de tais áreas. Como são áreas que apresentam interesse local, nacional e até mesmo internacional em alguns casos, necessitam também de maiores regulamentações para proteção e para o estabelecimento de um manejo adequado.
- Adotar medidas para restrição de acesso aos inselbergues: tomando como base o reconhecimento e a proteção do território dos inselbergues, é fundamental aderir a restrições de acesso, pois assim, existirá um maior controle e orientação adequada ao acesso às áreas sensíveis e as áreas que podem oferecer riscos.

- Fortalecimento da proposta do projeto Geoparque Sertão Monumental: O município tem estado presente nas reuniões relacionadas à proposta do projeto, e é crucial enfatizar a importância de manter essa participação ativa e constante, pois isso é fundamental para garantir o sucesso do processo de estabelecimento do geoparque.
- Conscientização da população: a conscientização da população pode ser possível por meio da promoção de palestras, minicursos, programas, campanhas, dentre outros eventos que possam promover a educação ambiental. Despertar a conscientização da população sobre o destino adequado dos resíduos sólidos residenciais, comerciais e industriais na zona urbana, e principalmente dos perigos relacionados ao avanço da urbanização irregular em planícies fluviais, sobre a preservação dos recursos naturais e principalmente sobre a importância da preservação dos inselbergues e suas riquezas, torna-se necessário tendo em vista o desrespeito ao meio ambiente e as regulamentações ambientais.

Todas essas práticas abrem caminho para um desenvolvimento pautado na sustentabilidade ambiental. Contudo, não se pode desconsiderar que tais medidas podem representar um desafio diante da situação atual de desvalorização das unidades de paisagens. Por isso, intensos esforços necessitam ser realizados para reverter esse quadro, principalmente quando não há em vista o cumprimento ou a execução de políticas ambientais e demais políticas específicas.

Cabe destacar que, a execução ou não cumprimento do planejamento ambiental e territorial interfere diretamente na sustentabilidade e fragilidade ambiental. Há de fato uma interação, que de forma equilibrada pode garantir a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, mas de forma desequilibrada garante que as pressões socioeconômicas gerem impactos a curto e longo prazo.

No município de Quixeramobim, tal relação de desequilíbrio já se mostra presente, o que tem refletido nos impactos já especificados e na degradação ambiental. Dessa forma, os cenários que se desenham até então se apresentam bastante preocupantes, quando se analisa por exemplo, os resultados dos níveis de fragilidade emergente tendo em maior porcentagem uma fragilidade média, tendendo a alta, com cerca de 44,17%; somados a uma fragilidade alta de 27,73% e uma fragilidade potencial alta em maior porcentagem, representando aproximadamente 40,06%.

Tanto os resultados de fragilidade potencial como emergente apresentam cenários tendenciais negativos, que favorecem a intensificação da degradação ambiental em

consequência dos mínimos esforços dado por parte da gestão municipal, da população, empresas, dentre outros, para adoção de medidas sustentáveis.

Portanto, considerando a atual situação do município, é essencial a efetivação de legislações territoriais e ambientais que possam colocar em foco o estudo integrado dos componentes ambientais, considerando as suas fragilidades, sustentabilidade, potencialidades e limitações.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa objetivou avaliar a fragilidade ambiental potencial e emergente no município de Quixeramobim. Para isso considerou-se fatores naturais como geomorfologia, clima, geologia, vegetação, solos e a ação humana por meio da variável uso e ocupação da terra que proporcionaram a elaboração dos mapas de fragilidade para o município de Quixeramobim.

Para isso, adotou-se a metodologia de Ross (1994), realizando algumas adaptações que correspondem a inclusão da variável geologia, o uso de Índice de Concentração da Rugosidade para a variável geomorfologia, e a adoção da intensidade pluviométrica para a variável clima. De modo complementar, analisou-se a relação da fragilidade com a sustentabilidade ambiental, destacando os impactos, as limitações e potencialidades dos geoambientes, e os desafios da promoção de um planejamento ambiental e territorial.

Assim, considerando os resultados obtidos por meio dos objetivos traçados, verificou-se que de uma área total do município com aproximadamente 3325 km², cerca de 1141,99 km² correspondem a fragilidade potencial baixa, 851,24 km² a fragilidade potencial média e com maior área de 1331,75 km² tem-se uma fragilidade potencial alta. Em relação a fragilidade emergente, destaca-se que cerca de 934,26 km² correspondem a uma fragilidade emergente baixa, 1466,24 km² em maior extensão apresentam uma fragilidade emergente média e 921,84 km² encontra-se em fragilidade emergente alta.

Deste modo, observaram-se cenários preocupantes pois, em maior área tem-se uma fragilidade potencial alta, o que indica ambientes bastante suscetíveis a processos erosivos; e uma fragilidade emergente média, que apresenta ambientes sujeitos a altas fragilidades, em decorrência da intensificação das atividades humanas, da desvalorização dada aos geoambientes, e da não adoção de medidas e regulamentações que possam minimizar os problemas ambientais. Visto isto, observa-se também que já há uma significativa área com fragilidade emergente alta, que necessita, assim como as demais, de cuidados especiais. Dessa forma, nas áreas onde encontra-se baixa ou moderada instabilidade, tais cuidados são necessários para prevenir os problemas ambientais; e nas áreas com alta instabilidade, esforços contínuos podem contribuir para a redução e controle dos impactos.

Convém destacar, que os resultados da presente pesquisa confirmam a hipótese formulada no início deste estudo, demonstrando que os sistemas ambientais sofrem

transformações significativas em virtude da significativa influência proveniente das ações humanas, contribuindo para intensificação da fragilidade.

Verificou-se no município, um desequilíbrio entre a relação sociedade e natureza, que expõe dentre outros aspectos as marcas da degradação ambiental. Assim, identificou-se que as atividades humanas são as principais responsáveis por exercerem pressão nos geoambientes, como por exemplo a urbanização desordenada, a mineração, a agricultura e a pecuária.

Com isso, alguns impactos se apresentaram bastante comuns, como o desmatamento, queimadas, poluição, erosão, alterações permanentes na paisagem, perturbações na biodiversidade local, entre outros. Tais problemas ambientais, diante da desvalorização dada às unidades de paisagens por parte da população, da própria gestão municipal e dos demais setores, favorecem a intensificação da degradação e consequentemente o aumento da fragilidade.

Nesse contexto, coloca-se em evidência a necessidade de cumprimento ou elaboração de políticas ambientais, políticas públicas e demais políticas específicas como por exemplo o PDDU de 2000, que se encontra desatualizado, assim como o Código de Obras e Posturas, a Lei que dispõe sobre os Limites da Zona Urbana, a Lei de Organização Territorial e a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo.

Todas essas políticas necessitam considerar, por exemplo, o atual contexto ambiental e econômico, o crescimento populacional e a nova configuração da zona urbana. Dessa forma, um melhor planejamento ambiental e ordenamento territorial se torna extremamente necessário, colocando como foco principal o desenvolvimento sustentável.

Se as regulamentações não forem cumpridas, revistas ou reformuladas, as intensas transformações podem garantir um quadro agravante para a área de estudo, tendo em vista que, o plano exploratório sobre as unidades de paisagem já é bastante perceptível diante do atual modelo de desenvolvimento, que não leva em consideração as especificidades do ambiente, como as potencialidades e limitações.

Dessa forma, considerando os muitos desafios que interferem na busca de melhores condições ambientais e sociais, destacaram-se algumas medidas que podem subsidiar um planejamento mais sustentável na área de estudo, como um manejo adequado do solo, monitoramento ambiental, uso consciente dos recursos hídricos, diagnósticos adequados para as atividades de mineração, estabelecimento de zonas de uso apropriadas, recuperação ambiental, gerenciamento de resíduos e poluição, uso equilibrado de insumos químicos, uso consciente dos recursos hídricos, proteção e conservação da biodiversidade, adoção de

técnicas/tecnologias de baixo impacto, turismo sustentável, reconhecimento e proteção dos monumentos naturais, planejamento urbano eficiente e sustentável, e ainda a conscientização da população.

Todas as medidas foram pensadas a fim de alcançar uma relação mais equilibrada entre sociedade e natureza, pois quanto mais um ambiente presencia intenso crescimento e ocupações sem os devidos cuidados necessários, maior será sua fragilidade ambiental. E essa questão é de fato preocupante levando em conta que a sustentabilidade diminui à medida em que são encontradas altas fragilidades ambientais.

Nesse sentido, visto a importância dos estudos sobre fragilidade e as contribuições que as mesmas podem trazer para o processo de tomada de decisão, espera-se que esta pesquisa tenha despertado o interesse de outros pesquisadores para a elaboração de demais estudos que abordem tal perspectiva de análise da paisagem no município de Quixeramobim, a fim de contribuir para as discussões levantadas e pesquisas mais aprofundadas.

REFERÊNCIAS

- ABRÃO, C. M. R.; BACANI, V. M. Diagnóstico da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio santo Antônio, MS: Subsídio ao zoneamento ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 619-645, dez. 2018.
- AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AB' SÁBER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 43, p. 1-39, 1974.
- ALCÂNTARA, A. P. de. **Potencialidades geoturísticas e geoeeducativas do geossítio pedra do letreiro, município de Quixeramobim, Ceará**. 2021. 112 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Instituto Federal do Ceará (IFCE), Quixadá, 2021.
- ALENCAR, Amaury. **Polo Industrial de Quixeramobim comemora primeiro ano com mais de 100 empregos gerados e mais de 200 pessoas profissionalizadas**. 2022. Disponível em: <https://www.blogdoamauryalencar.com.br/2022/09/polo-industrial-de-quixeramobim.html>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidade socioambientais de rios urbanos**. 2010. 278 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Rio Claro, 2010.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; NEVES, B. B. Brito.; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., Campina Grande. **Atas...** Campina Grande: SBG,1977. p. 363-391.
- ALVES, E. (Ceará). **Ponte Metálica da cidade de Quixeramobim passa por reforma na estrutura e melhorias**. 2022. Disponível em: <http://revistacentral.com.br/2022/02/ponte-metalica-da-cidade-de-quixeramobim-passa-por-reforma-na-estrutura-e-melhorias/>. Acesso em: 2 fev. 2023.
- ALVES, W. dos S.; SCOPEL, I.; MARTINS, A. P. Análise da fragilidade ambiental da bacia do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde, Sudoeste de Goiás. **Geofocus**, [s. l], n. 19, p. 81-108, mar. 2017.
- ALVES, W. dos S.; MARTINS, A. P.; SANTOS, A. K. F. dos; MOURA, D. M. B. de. Análise da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho, sudoeste de Goiás. **Geoambiente**, [s. l], p. 164-183, dez. 2017.
- ALVES, J. M. B.; FERREIRA, F. F.; CAMPOS, J. N. B.; SOUZA FILHO, F. de A. de; SOUZA, E. B. de; DURAN, B. J.; SERVAIN, J.; STUDART, T. M. C. Mecanismos atmosféricos associados à ocorrência de precipitação intensa sobre o nordeste do Brasil durante Janeiro 2004. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l], v. 21, n. 1, p. 56-76, maio 2006.

ARARIPE, T. A. **História da província do Ceará desde os tempos primitivos até 1850**. Typographia do jornal do Recife, 1867.

ARAÚJO, Eliene. **Festejos de Santo Antônio têm início em Quixeramobim com hasteamento da bandeira**. 2019. Disponível em: <http://blogs.diariodonordeste.com.br/sertaocentral/religiao/68037/68037>. Acesso em: 2 fev. 2023.

ARAÚJO, G. C., BUENO, M. P., SOUZA, A. A., MENDONÇA, P. S. M. Sustentabilidade empresarial: conceito e indicadores. III CONVIBRA, 2006. Disponível em: http://www.convibra.com.br/2006/artigos/61_pdf.pdf. Acesso em: 05 dez. 2022.

BATISTA, J. P. G.; SILVA, F. M. da. Avaliação da fragilidade ambiental na microbacia do riacho cajazeiras no semiárido potiguar. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 33, n. 1, p. 53-72, abr. 2013.

BELTRÃO, N.E. de; VIEIRA, R. de M.; BRAGA SOBRINHO, R. **Possibilidades de cultivo do algodão orgânico no Brasil**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1995. 36p. (Embrapa-CNPA. Documentos, 42).

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: vozes, 1975.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, v.13, p. 1-21, 1969.

BEZERRA, A. **Algumas origens do Ceará**. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara, 2009.

BRANDÃO, R. de L.; FREITAS, L. C. B. (Orgs). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza : CPRM, 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados de Informações Ambientais**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 8 fev. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional do Semiárido. **O Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro#:~:text=O%20Semi%C3%A1rido%20Brasileiro%20se%20estende,semi%C3%A1ridos%20mais%20povoados%20do%20mundo>. Acesso em: 20 Jun. 2023.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais- CPRM. Repositório Institucional de Geociências. **Projeto geoparques Sertão Monumental**: proposta. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21623>. Acesso em: 21 jun. 2023.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais- CPRM. **Geologia**. Disponível em: <https://geoportal.cprm.gov.br/geosgb/>. Acesso em: 8 mai. 2023.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente**. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938.HTM>. Acesso em: 4 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Resolução CONAMA nº 001 de 1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 4 fev. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 4 fev. 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. **Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 3 dez. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. **Censo Demográfico, 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938&t=resultados>. Acesso em: 28 jun. 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. **Censo 2022, Panorama**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 8 jul. 2023.

BRASIL. Estatuto da Cidade 2001. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em: 24 mai. 2023.

BRILHANTE, O. M. Gestão e Avaliação da Poluição, Impacto e Risco na Saúde Ambiental. In. **Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. p 19-73.

BUENO, K. **Fragilidade ambiental do município de Guaíra- PR**. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

CARTAXO, L. **A produção de algodão no estado do Ceará: aspectos tecnológicos e competitivos**. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

CARVALHO, Carlos Alberto Viana de. **Análise econômica da revitalização do algodão no estado do Ceará**. 2000. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

CARVALHO, O.; VIANA, O. Ecodesenvolvimento e equilíbrio ecológico: algumas

considerações sobre o Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 29, n. 2, abr./jun. 1998.

CASTELETTI, C. H M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Quanto Ainda Resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.) **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

CAVALCANTE, J. da C.; LIMA, A. M. M. de; SILVA, J. C. C. da; HOLANDA, B. S. de; ALMEIDA, C. A. Fragilidade ambiental potencial e emergente da bacia do rio Mocajuba – PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l], v. 15, n. 3, p. 1417-1433, maio 2022.

CEARÁ. Decreto estadual nº 26.805, 25 de outubro de 2002. Criação da Unidade de Conservação Estadual intitulada: Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá (MNMQ). **Diário Oficial do Estado**, série 2, ano 5, n. 208, p.3, 2002.

CEARÁ. Secretaria da Cultura. **Casa de Antônio Conselheiro**. 2013. Disponível em: <https://www.secult.ce.gov.br/2013/01/07/casa-de-antonio-conselheiro/>. Acesso em: 2 fev. 2023.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Arquivos georreferenciados**. 2019. Disponível em: <http://mapas.ipece.ce.gov.br/i3geo/ogc/index.php>. Acesso em: 7 jul. 2022.

CEARÁ. Secretaria da Cultura. **Memorial Antônio Conselheiro - MAC**. 2017. Disponível em: <https://mapacultural.secult.ce.gov.br/espaco/1342/#:~:text=Descri%C3%A7%C3%A3o,O%20Memorial%20Ant%C3%B4nio%20Conselheiro%20foi%20constru%C3%ADdo%20em%201997%2C%20ano%20do,o%20Memorial%20existe%20na%20cidade>. Acesso em: 2 fev. 2023.

CEARÁ. SESC. **Quixeramobim é palco, em março, da 19ª edição do evento Conselheiro Vivo**. 2023. Disponível em: <https://www.sesc-ce.com.br/noticias/quixeramobim-e-palco-em-marco-da-19a-edicao-do-evento-conselheiro-vivo/>. Acesso em: 2 fev. 2023.

CEARÁ. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Ações da Cogerh para segurança de barragens são apresentadas no Coema**. 2019. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/acoes-da-cogerh-para-seguranca-de-barragens-sao-apresentadas-no-coema/>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CEARÁ. Secretaria do Desenvolvimento Agrário. **Programa Hora de Plantar**. 2022. Disponível em: https://sistemas2.sda.ce.gov.br/scriptcase/app/demanda/blk_mapa_dashboard/?esconde_cabecalho=0. Acesso em: 29 jun. 2023.

CEARÁ. Secretaria do Desenvolvimento Agrário. **Programa Hora de Plantar**. 2014. Disponível em: <https://www.sda.ce.gov.br/2014/08/21/programa-hora-de-plantar-hpnet/>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CEARÁ. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Presidente da Ematerce visita propriedades que exploram bovinocultura**. 2014. Disponível em: <https://www.ematerce.ce.gov.br/2014/12/22/presidente-da-ematerce-visita-propriedades-que-exploram-bovinocultura/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

CEARÁ. Ministério Público do estado do Ceará. **MPCE discute importância de criação do Geoparque Sertão Monumental para o desenvolvimento regional sustentável**. Disponível em: <http://www.mpce.mp.br/2022/09/mpce-discute-importancia-de-criacao-do-geoparque-sertao-monumental-para-o-desenvolvimento-regional-sustentavel/>. Acesso em: 21 Jun. 2023.

CEARÁ. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará**. 2020. Disponível em: <http://atlas.cogerh.com.br/>. Acesso em: 24 out. 2022.

CEARÁ. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Sistemas atmosféricos atuantes sobre o nordeste**. 2014. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=967>. Acesso em: 5 fev. 2023.

CEARÁ. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Calendário de chuvas**. 2020. Disponível em: <http://www.funceme.br/app-calendario/mensal/municipios/media/2023>. Acesso em: 24 fev. 2023.

CEARÁ. Plataforma Estadual de dados espaciais. **Rede de drenagem**. 2022. Disponível em: <https://pedea.sema.ce.gov.br/portal/>. Acesso em: 28 mar. 2023.

CEARÁ. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural- EMATERCE. **Situação da produção 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.ematerce.ce.gov.br/projeto/relatorios/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal de Quixeramobim**. 2023. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>. Acesso em: 2 fev. 2023.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Projeto Malha D'água começa a ser executado**. 2022. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2022/10/07/projeto-malha-dagua-comeca-a-ser-executado/>. Acesso em: 03 out. 2023.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC, 1979.

CLAUDINO-SALES, V. de. **Megageomorfologia do estado do Ceará**. São Paulo: Nea Edições, 2016.

CLAUDINO-SALES, V. de. Megageomorfologia do nordeste setentrional brasileiro. **Revista de Geografia**, Recife, v. 35, n. 4, p. 442-454, jul. 2018.

CMMAD, Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CMMAD, Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CNUMAD, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agência 21. Brasília: Senado Federal, 1996.

CORDANI, U. G.; SATO, K.; TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C.C.G.; BASEI, M. A. S. Crustal evolution of the South American platform. In: CORDANI, U. G. MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. **Tectonic evolution of South America**. Rio de Janeiro: IGC, 2000. p.19-40.

COSTA1, L. R. F. da; OLIVEIRA, V. P. V. de. Sistemas ambientais, vulnerabilidade ambiental e uso e ocupação na sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa – Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l], v. 12, n. 4, p. 1525-1537, mar. 2019.

COSTA, J. S.; OLIVEIRA, A. L. N. de; SANTOS, M. N.T. dos. Preservação e Conservação Ambiental: significando a proteção do meio ambiente. **Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, [s. l], v. 4, p. 1-14, nov. 2018.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; AZEVEDO, L. G de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G., DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, 1996.

CREPANI, E. MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, 2001.

CRISPIM, A. B. **Fragilidade ambiental decorrente das relações sociedade/ natureza no semiárido brasileiro**: O contexto do Município de Quixadá-ce. 2016. 234 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.

CRUZ, E. F.; NEIVA, J. A. de F.; INÁCIO, R. D.; COSTA, P. S. F.; MOREIRA, A. A. M. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental do Distrito de Glaura - Município de Ouro Preto/MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 35-49, 2016.

CUNHA, G. H. de M. O algodão na economia da província do Ceará durante o século XIX: algumas considerações sobre a sua importância. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 3, n. 47, p. 211-240, dez. 2020.

DONHA, A. G.; SOUZA, Luiz C. de P.; SUGAMOSTO, Maria L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 175-181, 2006.

DULLEY, R.D. Noção de Natureza, Ambiente, Meio Ambiente, Recursos Ambientais e Recursos Naturais. **Revista de Agrícola de São Paulo**, v. 51, p. 15-26, 2004.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Preservação e uso da caatinga**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 39 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **Cultura do algodoeiro em áreas infestadas pelo bicudo** (*Anthonomus grandis*, Bohernan). Campina Grande, 1985. 17p. (Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 11).

FACO, B. Fatos do Ceará – Quixeramobim. **Revista do Instituto do Ceará**. 1958.

FAUSTINO, M.; AMADOR, F. O conceito de sustentabilidade: migração e mudanças de significados no âmbito educativo. **Indagatio Didactica**, [s. l], v. 8, n. 1, p. 2021-2033, jul. 2016.

FEITOSA, F. A. C.; VASCONCELOS, A. M.; COLARES, J. Q. dos S. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Quixeramobim**. Fortaleza: CPRM, 1998.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C.P. Movimento de massa: uma abordagem geológica-Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FERNANDES, J. D.; MEDEIROS, A. J. D. de. Desertificação no Nordeste: uma aproximação sobre o fenômeno do Rio Grande Norte. **Holos**, [s. l], v. 3, p. 147-161, 2009.

FERREIRA, F.; BOMFIM, Z. Á. C. Sustentabilidade Ambiental: visão antropocêntrica ou biocêntrica?. **Ambientalmente sustentável**, [s. l], v. 1, p. 37-51, dez. 2010.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 15-28, dez. 2005.

FERRI, M. G. **Evolução do conceito de xerofitismo**. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Botânica, n. 19, p.101-113, 1960.

FIERZ, M. M. de S. **As abordagens sistêmicas e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do estado de São Paulo**: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras. 410f. Tese (Doutorado em Geografia Física) FFLCH- Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, 2008.

FITZ, Paulo Roberto. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FLORIANI, N.; WINIEWSKI, C.; CANALI, N. E.; FLORIANI, D.; VEIGA, A. M. Avaliação da fragilidade geossistêmica de uma microbacia sobre geologia cárstica: potencial e limitações. **Ra'e Ga**, Curitiba, v. 11, p. 115-127, 2006.

FONSECA, B. M. **O uso do sistema de informações geográficas na análise morfométrica e morfológica de bacias de drenagem na Serra do Espinhaço Meridional-MG**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

FREIRE, E. C.; MEDEIROS, J. da C.; SILVA, C. A. D. da; AZEVEDO, D. M. P. de; ANDRADE, F. P. de; VIEIRA, D. J. **Cultura dos algodoeiros mocó precoce e algodão 7MH**. Campina Grande, 1999. 65p. (EMBRAPA - CNPA. Circular Técnica, 28).

FREIRE, E.C.; VIEIRA, D.J.; ANDRADE, F.P. de; MEDEIROS, J. da C.; NOBREGA, L.B. da; NOVAES VILHO, M. de B.; BRAGA SOBRINHO, R. **Cultura do algodoeiro mocó precoce**. Campina Grande: Embrapa CNPA, 1 990. 26p. (Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 1 5).

FREITAS, L. C. B.; MONTEIRO, F. A. D.; FERREIRA, R. V.; MAIA, R. P. (Org.) **Geoparque Sertão Monumental - CE: proposta**. Fortaleza: CPRM, 2019.

FURTADO, Celso. Formação econômica do Brasil. 32. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

GIESBRECHT, R. M. **Estações ferroviárias do Brasil**. 2022. Disponível em: http://www.estacoesferroviarias.com.br/ce_crato/quixeramobim.htm. Acesso em: 2 mar. 2023.

GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, É.; VITORINO, A. C. T.; ARAI, F. K. Determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 797-808, dez. 2011.

GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, É.; VITORINO, A. C. T.; PEREIRA, H. H. G.; ARAI, F. K. Caracterização empírica da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas – o caso da bacia do Rio Dourados - MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Anais [...]**. Corumbá: Embrapa Informática Agropecuária/Inpe, 2009. p. 422-432.

GOUVEIA, I. C. M. C.; ROSS, J. L. S. Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevo. **Revista do Departamento de Geografia USP**, São Paulo, v. 37, p. 123-136, mar. 2019.

GUIRRA, A. P. M.; SANTOS, C. A. M. dos; NOGUEIRA, C. E. A evolução metodológica de Fragilidade Ambiental no Brasil e seu aspecto transdisciplinar. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE CIDADES PEQUENAS, 2016, Ituiutaba. **Anais [...]**. Ituiutaba: Observatório das Cidades, 2016. p. 234-250.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020**. Brasília/DF, Brasil, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 24 fev. 2023.

ISGH, Instituto de Saúde e Gestão Hospitalar. **Hospital Regional Do Sertão Central**. Disponível em: <https://www.isgh.org.br/hospital-regional-do-sertao-central>. Acesso em: 6 fev. 2023.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, [s. l], v. 5, p. 141-148, jun. 2011.

JUCA NETO, C. R.. **Os primórdios da organização do espaço territorial e da vila cearense: algumas notas**. Anais do Museu Paulista [online]. 2012, vol.20, n.1, pp.133-163. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/anaismp/v20n1/v20n1a06.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2023.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XII., 2005, Goiânia. **Anais...**Goiânia: Inpe, 2005. p. 2203-2210.

LEITÃO, J. **Quixeramobim história breve dos municípios cearenses**. Fortaleza: Expert, 2003.

LIMA, I. B. O. V..; SOPCHAKI, C. H.; AMORIM, C. D. de; SILVA, E. V. da. Potencial do turismo de aventura no município de Quixeramobim- Brasil. **Geoheritage**. No prelo.

LIMA, G. F. da C. A institucionalização das políticas e da gestão ambiental no Brasil: avanços, obstáculos e contradições. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Editora Ufpr, n. 23, p. 121-132, jun. 2011.

LOPES, M. S.; SALDANHA, D. L. Análise de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio ao planejamento ambiental do oeste da bacia hidrográfica do Camaquã- RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 68, p. 1689-1708, out. 2016.

LOPES, L. G.; SILVA, A. G; GOURLART, A. C. O. Novos caminhos na análise integrada da paisagem: abordagem geossistêmica. **Natureza Online**, [s. l], v. 12, n. 4, p. 156-159, nov. 2014.

MACÊDO, J. A.; SILVA, G. de C.; RAMOS, F. S. N.; RABELO, F. D. B. Análise hidroclimatológica e identificação dos impactos ambientais: propostas para a gestão dos recursos hídricos de Quixeramobim- CE. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n. 2, p. 581-599, set. 2019.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 30 abr. 2014.

MAIA, R. P; BEZERRA, F. H. R.; NASCIMENTO, M. A. L.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J. A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do Campo de Inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 239-253, abr./jun. 2015.

MAIA, R. P.; BASTOS, F. de H. NASCIMENTO, M. A. L. **Paisagens graníticas do Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

MEDEIROS, J. da C.; AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N.E. de M.; FREIRE, E.C.; NOVAES FILHO, M. de B. **Zoneamento para a cultura do algodão no Nordeste**. 1. Algodão arbóreo. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1 996. 23p. (Embrapa-CNPA. Boletim de Pesquisa, 3 1 1.

MELO, O. A. G. de; SANTOS, M. L. dos. Análise comparativa da vulnerabilidade ambiental potencial ou emergente da bacia hidrográfica do Rio Baiano – Assis Chateaubriand/PR. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 17-27, dez. 2010.

MENEGUZZO, I.S; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **Revista Geografia**, Londrina, v.4, n.1, p. 181-185, 2010.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, [s. l], n. 16, p. 22-41, 2004.

MOREIRA, J. de A.N.; FREIRE, E.C.; SANTOS, R.F. dos; BARREIRO NETO, M. **Algodoeiro mocó: uma lavoura ameaçada de extinção**. Campina Grande: Embrapa-CNPQ, 1989. 20p. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 36).

MOREIRA, J. de. A.N.BELTRÃO, N.E. de M.FREIRE E.C.; NOVAES FILHO, M. de 8.; SANTOS, R.F. dos; AMORIM NETO, M. da S. **Decadência do algodoeiro mocó e medidas para o seu soerguimento no Nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa-CNPQ, 1997.20p. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 43).

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA- FÉ, M. M. de; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. da. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015.

MOURA, P. **Geoconservação no domínio Ceará central, nordeste do Brasil: métodos para seleção, proteção e uso dos sítios geológicos**. 2018. 206 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MOURA, M. M. S.; ARAÚJO NETO, J. R. de; PALÁCIO, H. A. de Q.; BATISTA, F. J. A.; SOUSA, M. M. M. de. Vulnerabilidade à erosão quanto aos aspectos solo e vegetação em uma bacia hidrográfica no semiárido. **Entorno Geográfico**, [s. l], n. 13, p. 100-113, jun. 2017.

NASCIMENTO, E. R. **Caracterização de feições cársticas a partir de parâmetros morfométricos do relevo: Região Metropolitana de Curitiba (RMC)**. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós Graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

NASCIMENTO, E. R. do; REIS NETO, J. M. dos; REBELO, A. M. de A. Aplicação do Índice de Concentração da Rugosidade do relevo no entendimento do nível de exposição dos sistemas cársticos ocorrentes na região norte do município de Curitiba, PR. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s. l], v. 11, n. 2, p. 61-68, 2010.

NOGUEIRA, E. R. **Cidade e Produção do Espaço Urbano: uma análise sobre o plano diretor de desenvolvimento urbano do município de Quixeramobim-CE**. 2022. 160 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Geografia, Instituto Federal do Ceará, Quixadá, 2022.

NOGUEIRA, J. F. **Estrutura, geocronologia e alojamento dos batólitos de Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu- Ceará central**. 2004. 119 f. Tese (Doutorado) - Curso

de Geociências, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

NÖRNBERG, S. O.; REHBEIN, M. O. Avaliação da fragilidade ambiental no município de Pelotas/ RS. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 76, p. 210-231, dez. 2020.

OLÍMPIO, J. L. S.; MONTEIRO, F. A. D.; FREITAS, L. C. B.; ALMEIDA, L. T. de; ALCÂNTARA, A. P. de; LOUREIRO, C. V.; NASCIMENTO, M. L.; MAIA, R. P. O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil?. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 19- 42, 2021.

OLIVEIRA, H. V. de. **Quixeramobim: vazios da expansão**. 2020. 143 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

OLIVEIRA, R. G. de. **Arcabouço geofísico, isostasia e causas do magmatismo cenozóico da província borborema e de sua margem continental (nordeste do Brasil)**. 2008. 411 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

OLIVEIRA, Terezinha. **Centro histórico do Coração do Ceará: onde tudo começou. onde tudo começou**. 2022. Disponível em: <http://www.reporterceara.com.br/2022/02/26/centro-historico-do-coracao-do-ceara-onde-tudo-comecou/>. Acesso em: 2 fev. 2023.

ONU (1987): “Brundtland Comission” em Our Common Future. Inglaterra: Oxford University Press.

PADUA, Suzana M. **Afinal, qual a diferença entre conservação e preservação?**. 2006. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/colunas/suzana-padua/18246-oeco-15564/>. Acesso em: 16 jun. 2023.

PRADO JÚNIOR, C. História Econômica do Brasil. 52. ed. São Paulo: Brasiliense, 2012.

PEREIRA JÚNIOR, A.; PEREIRA, E. Degradação ambiental e a diversidade biológica/ biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 14, n. 26, p. 922-937, 5 dez. 2017.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. de M.; COSTA, F. G. da; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, L. P.; GOMES, F. E. M. G.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. Projeto geologia e recursos minerais do Estado do Ceará: **Mapa Geológico do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2020. Escala 1:500.000. 1 mapa, color.

QUIXERAMOBIM. PREFEITURA MUNICIPAL DE QUIXERAMOBIM. **Dados do município**. Disponível em: <https://www.quixeramobim.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 2 jan. 2023.

QUIXERAMOBIM. CÂMARA MUNICIPAL DE QUIXERAMOBIM. **História**. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/a-camara/historia/>. Acesso em: 02 jan. 2023.

QUIXERAMOBIM. **Lei nº 2.892/2017, de 31 de agosto de 2017**. Eleva a vaquejada e a cavalgada, suas respectivas expressões artístico-culturais, à condição de manifestação cultural

municipal de Quixeramobim, Estado do Ceará. Quixeramobim, CE: Prefeitura municipal, 2017. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Lei-daVaquejada.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.

QUIXERAMOBIM. **Lei nº 1811, de 07 de junho de 2000**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, PDDU, e dá outras providências. Quixeramobim, CE: Prefeitura Municipal, 2000. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/legislacao/plano-diretor/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

QUIXERAMOBIM. **Lei nº 1812, de 07 de junho de 2000**. Institui o Código de Obras e Posturas do Município de Quixeramobim e dá outras providências. Quixeramobim, CE: Prefeitura Municipal, 2000. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/legislacao/plano-diretor/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

QUIXERAMOBIM. **Lei nº 1813, de 07 de junho de 2000**. Dispõe sobre a Organização Territorial e estabelece novos limites para a zona urbana da Cidade de Quixeramobim e dá outras providências. Quixeramobim, CE: Prefeitura Municipal, 2000. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/legislacao/plano-diretor/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

QUIXERAMOBIM. **Lei nº 1814, de 07 de junho de 2000**. Dispõe sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo da cidade de Quixeramobim e dá outras providências. Quixeramobim, CE: Prefeitura Municipal, 2000. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/legislacao/plano-diretor/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

QUIXERAMOBIM. **Lei nº 1815, de 07 de junho de 2000**. Dispõe sobre o Sistema Viário da Cidade de Quixeramobim e dá outras providências. Quixeramobim, CE: Prefeitura Municipal, 2000. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/legislacao/plano-diretor/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

QUIXERAMOBIM. **Lei no 2380, de 2010**. Alterações que dispõe sobre a Organização Territorial e estabelece novos limites para a zona urbana da Cidade de Quixeramobim e dá outras providências. Quixeramobim, CE: Prefeitura Municipal, 2000. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/legislacao/plano-diretor/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

RAMOS, R. R. da S. **Proposta de Método para análise da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Jordão- MG com uso de Redes Neurais Artificiais**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

REPÓRTER CEARÁ (Ceará). **Editorial: 59 anos – Conheça a história da Barragem de Quixeramobim**. 2019. Disponível em: <http://www.reporterceara.com.br/2019/02/02/editorial-59-anos-conheca-historia-da-barragem-de-quixeramobim/>. Acesso em: 2 mar. 2023.

RIBEIRO, F. L.; CAMPOS, Sérgio. Vulnerabilidade à erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 628-636, jul. 2007.

RODRIGUES, A. **Criadas as faculdades da Uece em Quixeramobim e em Canindé**. 2022. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2022/04/11/criadas-as-faculdades-da-uece-em-quixeramobim-e-em-caninde/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

RODRIGUES, R. Diário do Nordeste. **Estudo inédito estima a existência de quase 90 mil barragens no CE**. 2020. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/estudo-inedito-estima-a-existencia-de-quase-90-mil-barragens-no-ce-1.2969982>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, FFLCH-USP, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, FFLCH/USP, p. 65-76, 1994.

ROSS, J. L. S. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, n.9, p.65-75, 1995.

ROSS, J. L.S. **EcoGeografia do Brasil: Subsídios ao Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SALES, L. B.; NASCIMENTO, F. R. do. Geomorfologia e fragilidade ambiental na classificação de paisagens em bacias hidrográficas. **Revista Equador**, [s. l], v. 9, n. 1, p. 246-265, 2020.

SAMPAIO, T. V. M. **Parâmetros morfométricos para melhoria da acurácia do mapeamento da rede de drenagem – uma proposta baseada na análise da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente – ES**. Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFMG. Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SANTOS, J. de O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 75-90, ago. 2015.

SANTOS, J. de O.; ROSS, J. L. S. Fragilidade Ambiental Urbana. **Revista da Anpege**, v. 8, n. 10, p. 127-144, ago. /dez. 2012.

SANTOS, P. T.; MARTINS, A. P. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Claro (GO) Utilizando Geotecnologias. **Revista do Departamento de Geografia Usp**, [s. l], v. 36, p. 155-170, 20 dez. 2018.

SANTOS, J. de O.; SOUZA, M. J. N. de. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. 2014.

SANTOS, A. K. F. dos. **Análise multicritério entre fragilidade ambiental e a vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica da UHE esposa (GO)**. 2017. 76 f. Monografia (Especialização) - Curso de Bacharel em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.

SANTOS, L. C. dos; VELOSO, M. das D. M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; LINHARES, P. C. F. Estudo de uma flora em dois ambientes no município de Quixadá. **Revista Verde**, Mossoró, v. 3, n. 2, p. 116-135, abr./ jun. 2008.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 47-60, mar. 2014.

SCHWEIGERT, L. R. **Plano diretor e sustentabilidade ambiental da cidade**. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

SILVA, A. N.; SCHULER, C. A. B.; FALCÃO, N. A. M. Mapeamento e Análise da Fragilidade Ambiental do Município de Paripueira-AL. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, [S.L.], v. 42, n. 4, p. 155-162, 12 dez. 2019.

SILVA, A. S. da; SOUZA, J. G. de; LEAL, A. C. A sustentabilidade e suas dimensões como fundamento da qualidade de vida. **GeoAtos**, Presidente Prudente, v. 1, n. 12, p. 22-42, jun. 2012.

SILVA, J. L. C.; VIDAL, C. A. S.; BARROS, L. M.; FREITA, F. R. V. Aspectos da degradação ambiental no nordeste do Brasil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 180-191, 27 abr. 2018.

SIMÃO, M. **Quixeramobim, Reconpondo a História**. Fortaleza: Multigraf Editora LTDA, 1996.

SOPCHAKI, Carlos Henrique. **Influência do N amostral e das características do relevo na qualidade de modelos digitais do terreno**. 2016. 165 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SOPCHAKI, Carlos Henrique. **Análise comparativa de metodologias para o mapeamento de formas de vertente- estudo de caso nas Bacias do Rio Marumbi e do Arroio do Corvo - PR**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SOPCHAKI, C. H.; SAMPAIO, T. V. M. Estudo de Metodologias para identificação de formas de vertentes na bacia do rio curralinho- região metropolitana de Curitiba/PR. **Revista Geografar (UFPR)**, v. 8, p. 100, 2013.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo dos geossistemas**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

SOUZA, E. N. A. de. Breve História da Cidade de Quixeramobim (período 1789 – 1913). **Revista do Instituto do Ceará**, 1913.

SOUZA, M. J. N. de. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N. de; MORAES, J. O. de; LIMA, L. C. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Funece, 2000. p. 5-104.

SOUZA, M. J. N. de; MENELEU NETO, J.; SANTOS, J. de O.; GONDIM, M. S. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza**: Subsídios ao Macrozoneamento Ambiental e à Revisão do Plano Diretor Participativo-PDPFor. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009.

SOUZA, M. J. N. de; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do estado do Ceará. **Ciê. Agron.**, Fortaleza, 9 (1-2), p. 77-86, 1979.

SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável**. 2004. 371 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SOUZA, M. M.; COSTA, L. H. da; CARVALHO, D. A. S. de. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para mapear as fragilidades ambientais na área de influência direta da UHE de Belo Monte, no estado do Pará. **Espaço Plural**, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, v. 12, n. 25, p. 73-85, jul./ dez. 2011.

SOUZA, M. B. de; MARIANO, Z. de F. Geografia física e a questão ambiental no Brasil. **Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 23, p. 77-98, 2008.

SOUZA, L. F. e SAMPAIO, T. V. M. **Aplicação do Índice de Concentração da Rugosidade à identificação de classes de dissecação do relevo**: uma proposta de quantificação e automatização em ambiente SIG. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

SOUZA, D. S. L. de; DELLARGINE, F. L.; MIRA, Í. R. C. de; SILVA, G. T. G.; SILVA, M. L. da. Análise e Mapeamento da Fragilidade Ambiental no Município de Inconfidentes – MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l], v. 13, n. 5, p. 2269-2292, out. 2020.

SPORL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari-mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. 2001. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

TAMANINI, M. do S. A. **Diagnóstico Físico-Ambiental para a determinação da fragilidade potencial e emergente da bacia do baixo curso do rio Passaúna- Paraná**. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E. Determinação da fragilidade ambiental do município de São Carlos, São Paulo, Brasil. **Geografia Ensino e Pesquisa**, [s. l], v. 20, n. 3, p. 159, 29 dez. 2016.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977. 97p
VESPUCCI, A. G. **Análise da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio das Almas, GO**. 2020. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

VIDAL, F. W. H.; SALES, F. A. C. B.; ROBERTO, F. A. da C.; SOUSA, J. F. de; MATTOS, I. C. **Rochas e minerais industriais do Ceará**. Fortaleza: CETEM/ UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI, 2005.

VITTE, A. C. ; MELLO, J. P. Determinação da fragilidade ambiental na bacia do rio Verde, região nordeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Territorium** (Coimbra) , v. 16, p. 79-98, 2009.

XIMENES, Victor. **As 10 cidades que mais geram empregos no Ceará em 2023**. 2023. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opiniao/colunistas/victor-ximenes/as-10-cidades-que-mais-geram-empregos-no-ceara-em-2023-1.3388286>. Acesso em: 6 jul. 2023.

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