



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

FRANCISCO THALYSSON ANDRADE RODRIGUES

PROPOSTA DE PLANO DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL PARA A SUB-BACIA DO
RIO QUIXERAMOBIM

FORTALEZA

2022

FRANCISCO THALYSSON ANDRADE RODRIGUES

PROPOSTA DE PLANO DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL PARA A SUB-BACIA DO
RIO QUIXERAMOBIM

Monografia de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino

FORTALEZA

2022

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)

- R613p Rodrigues, Francisco Thalysson Andrade.
Proposta de plano de conservação ambiental para a sub-bacia do rio Quixeramobim / Francisco Thalysson Andrade Rodrigues. – 2022.
100 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino.
1. Quixeramobim. 2. Recursos hídricos. 3. Conservação ambiental. I. Título.

CDD 628

FRANCISCO THALYSSON ANDRADE RODRIGUES

PROPOSTA DE PLANO DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL PARA A SUB-BACIA DO
RIO QUIXERAMOBIM

Monografia de Conclusão de Curso
apresentada ao curso de Engenharia Ambiental
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Ambiental.

Aprovada em: 08/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Marisete Dantas de Aquino (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cleiton da Silva Silveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

À minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos por um caminho seguro e repleto de bênçãos e por sempre ter me dado forças para superar cada desafio.

Aos meus pais, Gilberto e Rejane, por sempre terem se esforçado para que eu tivesse acesso à melhor educação e por sempre me apoiarem em todas as minhas escolhas e projetos. Agradeço também a compreensão da necessidade da minha ausência em casa durante o período de graduação.

Ao meu irmão, Tiago, por sempre me alegrar, mesmo nos momentos difíceis.

Aos meus avós, Francisco e Maria José, que sempre me aconselharam e confortaram com sua enorme sabedoria.

Aos meus amigos de longa data, Amanda, Cibelle, Guilherme, Lorena e Walter, por todas as contribuições à minha formação pessoal e acadêmica, e por todas as memórias felizes que fizemos juntos.

Ao professor Veridiano, por todo o apoio e incentivo dado durante o período escolar e o início da graduação.

À COGERH, em especial a Gerência Regional da Sub-bacia do Rio Banabuiú, pelas valiosas informações disponibilizadas.

À Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino, pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora, Prof. Dr. Cleiton da Silva Silveira e Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao Programa de Iniciação à Docência - PID, pela concessão da bolsa nos anos iniciais da minha graduação e por me proporcionar experiências transformadoras.

Ao Corpo Docente e Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da UFC, por toda a dedicação, empenho e profissionalismo empregado na realização das suas funções.

À Universidade Federal do Ceará, pela excelente estrutura e assistência dada aos alunos.

“Baleia queria dormir. Acordaria feliz, num mundo cheio de preás. E lamperia as mãos de Fabiano, um Fabiano enorme. As crianças se espojariam com ela, rolariam com ela num pátio enorme, num chiqueiro enorme. O mundo ficaria todo cheio de preás, gordos, enormes.” (RAMOS, 2013, p.32)

RESUMO

O presente trabalho trata de uma proposta de um Plano de Conservação Ambiental para a Sub-bacia do Rio Quixeramobim, localizado no município de Quixeramobim-CE. Com esse objetivo, foram realizados o diagnóstico ambiental da área de estudo, a identificação das áreas frágeis e críticas, o zoneamento ambiental da sub-bacia e a elaboração de programas, projetos e ações voltados para a conservação ambiental do Rio Quixeramobim. Para isso, foi necessário promover o levantamento bibliográfico dos dados ambientais e sociais da região, bem como realizar visitas à área em estudo para melhor identificação dos impactos ambientais na sub-bacia. Além disso, foram elaborados mapas da região através do Software de Geoprocessamento QGIS versão 3.4.12. A bibliografia e a observação dos aspectos ambientais em campo constataram que a Sub-bacia do Rio Quixeramobim apresenta significativo grau de degradação ambiental, decorrente principalmente do crescimento urbano desordenado e das práticas agrícolas intensificadoras dos processos erosivos. Nesse contexto, promoveu-se o disciplinamento dos usos do solo na sub-bacia, de modo que os impactos decorrentes das atividades humanas apresentassem menor expressão sobre as áreas de maior fragilidade ambiental. Atrelado a isso, foram propostos programas visando a recuperação dos espaços degradados, proteção dos ecossistemas e dos recursos hídricos, a promoção do uso sustentável dos recursos naturais e a realização de atividades de educação ambiental. Como conclusão desta pesquisa, tem-se que a preservação dos recursos naturais é fundamental para o gerenciamento de recursos hídricos e este, enquanto desenvolvido em um modelo de gestão participativa, depende do envolvimento da sociedade civil nos programas e projetos a serem desenvolvidos para obter êxito. Além disso, em virtude da natural escassez hídrica da região, é fundamental que as medidas para atender à demanda hídrica da população realizadas pela COGERH, SAAE Quixeramobim e demais órgãos ocorram simultaneamente à implementação de um plano de conservação ambiental, como medida para atenuar a fragilidade hídrica do município de Quixeramobim. Ademais, o presente trabalho pode contribuir com futuras pesquisas científicas e planos de gestão de recursos hídricos com foco em conservação ambiental na área de estudo ou regiões semelhantes.

Palavras-chave: Quixeramobim 1; Recursos Hídricos 2; Conservação Ambiental 3.

ABSTRACT

The present work deals with a proposal for an Environmental Conservation Plan for the Sub-basin of the Quixeramobim River, located in the municipality of Quixeramobim-CE. With this objective, were realized the environmental diagnosis of the study area, the identification of fragile and critical areas, the environmental zoning of the sub-basin and the elaboration of programs, projects and actions aimed at the environmental conservation of the Quixeramobim River. For this, it was necessary to carry out a bibliographical survey of the region's environmental and social data, as well as visits to the studied area to better identify the environmental impacts in the sub-basin. Furthermore, maps of the region were prepared using the QGIS Geoprocessing Software version 3.4.12. The bibliography and the observation of environmental aspects in the field showed that the Sub-basin of the Quixeramobim River presents a significant degree of environmental degradation, mainly due to disorderly urban growth and agricultural practices that intensify erosion processes. In this context, the disciplining of land use in the sub-basin was promoted, so that the impacts resulting from human activities would have less expression on areas of greater environmental fragility. Linked to this, programs were proposed aimed at recovering degraded spaces, protecting ecosystems and water resources, promoting the sustainable use of natural resources and carrying out environmental education activities. As a conclusion of this research, the preservation of natural resources is fundamental for the management of water resources and this, as developed in a participative management model, depends on the involvement of civil society in the programs and projects to be developed to be successful. In addition, due to the region's natural water scarcity, it is essential that measures to meet the population's water demand carried out by COGERH, SAAE Quixeramobim and other authorities take place simultaneously with the implementation of an environmental conservation plan, as a measure to mitigate the water fragility in the municipality of Quixeramobim. Furthermore, this work can contribute to future scientific research and water resources management plans with a focus on environmental conservation in the study area or similar regions.

Keywords: Quixeramobim 1; Water Resources 2; Environmental Conservation 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização da Sub-bacia do Rio Quixeramobim.....	35
Figura 2 - Elementos de um Plano de Conservação Ambiental para Bacia Hidrográfica	39
Figura 3- Afloramento rochoso.....	42
Figura 4 - Mapa hipsométrico da Sub-bacia do Rio Quixeramobim.....	43
Figura 5 - Mapa litológico da Sub-bacia do Rio Quixeramobim	45
Figura 6 - Aves aquáticas em manancial urbano	47
Figura 7 - Pequeno lagarto sobre pedras	48
Figura 8 - Mapa de uso e cobertura do solo da Sub-bacia do Rio Quixeramobim.....	50
Figura 9 - Cactos sobre afloramento rochoso	51
Figura 10 – Material reciclado segregado por catadores	54
Figura 11 - Estrutura danificada na ETE de Quixeramobim	55
Figura 12 - Açude Quixeramobim	57
Figura 13 - Poço cavado no leito do Açude Quixeramobim	58
Figura 14 - Iselberg na área rural do município de Quixeramobim	60
Figura 15 - Mirante do Cruzeiro.....	61
Figura 16 - Inscrições rupestres.....	62
Figura 17 - Corte de material vegetal para queima	63
Figura 18 - Plantio de espécie forrageira às margens do Rio Quixeramobim.....	64
Figura 19 – Animais observados na área do aterro.....	66
Figura 20 - Efluente doméstico em rede de drenagem	67
Figura 21 - Açude Lessa	68
Figura 22 - Trecho impermeabilizado do Riacho da Palha	69
Figura 23 - Zoneamento ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim.....	70
Figura 24 - Zoneamento Ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim (detalhamento na sede do município)	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Largura da APP para cursos d'água.....	38
Tabela 2 - Largura da APP para lagos e lagoas.....	38
Tabela 3 - Parâmetros Climatológicos para Quixeramobim entre 2006 e 2016.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
A	Área
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AMR	Adutora de Montagem Rápida
APP	Área de Preservação Permanente
BNB	Banco do Nordeste
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CSBH	Comitê de Sub-bacia Hidrográfica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPSG	<i>European Petroleum Survey Group</i>
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FATEC	Faculdade de Tecnologia
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNCEM	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPE	Instituto Nacional de Meteorologia
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
L	Largura
MDE	Modelo Digital de Elevação
MOUI	Macrozona de Ocupação Urbana e Industrial
MPAUS	Macrozona de Preservação Ambiental e Uso Sustentável
MUA	Macrozona de Uso Agrícola
NEB	Nordeste do Brasil
OSM	<i>Open Street Map</i>
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

PIB	Produto Interno Bruto
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PRH	Plano de Recursos Hídricos
SAAE	Sistema Autônomo de Água e Esgoto
SINGERH	Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas
SRH	Secretaria dos Recursos Hídricos
SUMAQ	Superintendência de Meio Ambiente de Quixeramobim
UC	Unidade de Conservação
UFC	Universidade Federal do Ceará
UTM	Universal Transverso de Mercator
WGS	<i>World Geodetic System</i>
ZAA	Zona de Adequação Ambiental
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico
ZIS	Zona de Interesse Socioambiental
ZOUC	Zona de Ocupação Urbana Comum
ZPA	Zona de Proteção Ambiental
ZRA	Zona de Recuperação Ambiental
ZRUA	Zona Restrita de Uso Agrícola
ZUAC	Zona de Uso Agrícola Comum
ZUI	Zona de Uso Industrial

LISTA DE SÍMBOLOS

R\$	Real
%	Porcentagem
<	Menor que
≤	Menor ou igual a
Nº	Número
°C	Grau Celsius
ha	Hectares
m	Metros
mm	Milímetros

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Objetivos.....	20
1.1.1	<i>Objetivo geral.....</i>	20
1.1.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	20
1.2	Estruturas do trabalho.....	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1	Bacia hidrográfica.....	23
2.2	A Gestão das Águas.....	23
2.3	Plano de conservação ambiental.....	26
2.3.1	<i>Diagnóstico ambiental.....</i>	27
2.3.2	<i>Áreas frágeis e áreas críticas.....</i>	28
2.3.3	<i>Disciplinamento de uso e ocupação do solo.....</i>	29
2.3.4	<i>Programas, projetos e ações.....</i>	31
2.3.5	<i>Avaliação permanente.....</i>	32
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	Localização da área de estudo.....	34
3.2	Levantamento de dados em campo.....	36
3.3	Geoprocessamento.....	36
3.4	Modelo de plano de conservação ambiental.....	38
4	RESULTADOS.....	40
4.1	Diagnóstico ambiental.....	40
4.1.1	<i>Meio físico.....</i>	40
4.1.1.1	<i>Clima.....</i>	40
4.1.1.2	<i>Geomorfologia e pedologia.....</i>	41
4.1.2	<i>Meio biótico.....</i>	46
4.1.2.1	<i>Fauna.....</i>	46
4.1.2.1.1	<i>Avifauna.....</i>	46
4.1.2.1.2	<i>Herpentina.....</i>	xx
4.1.2.1.3	<i>Mastofauna.....</i>	49
4.1.2.2	<i>Flora.....</i>	49
4.1.3	<i>Meio socioeconômico.....</i>	52
4.1.4	<i>Recursos hídricos.....</i>	55

4.1.4.1	Mananciais superficiais.....	55
4.1.4.2	Mananciais subterrâneos.....	57
4.2	Identificação de áreas frágeis e críticas.....	59
4.2.1	Áreas Frágeis.....	59
4.2.2	Áreas Críticas.....	62
4.3	Zoneamento Ambiental.....	69
4.3.1	Macrozona de Preservação Ambiental e Uso Sustentável (MPAUS).....	71
4.3.1.1	Zona de Proteção Ambiental (ZPA).....	71
4.3.1.2	Zona de Recuperação Ambiental (ZRA).....	73
4.3.1.3	Zona de Adequação Ambiental (ZAA).....	75
4.3.1.4	Zona de Interesse Socioambiental (ZIS).....	76
4.3.2	Macrozona de Ocupação Urbana e Industrial (MOUI).....	78
4.3.2.1	Zona de Ocupação Urbana Comum (ZOUC).....	78
4.3.2.2	Zona de Uso Industrial (ZUI).....	80
4.3.3	Macrozona de Uso Agrícola (MUA).....	81
4.3.3.1	Zona de Uso Agrícola Comum (ZUAC).....	81
4.3.3.2	Zona Restrita de Uso Agrícola (ZRUA).....	83
4.4	Programas, projetos e ações.....	84
4.4.1	Programa de Adequação Ambiental dos Serviços de Saneamento.....	84
4.4.1.1	Projeto 1: Adequação Ambiental da Destinação Final de Resíduos Sólidos.....	84
4.4.1.2	Projeto 2: Ampliação e Adequação da Rede de Coleta de Esgoto.....	85
4.4.1.3	Projeto 3: Adequação Ambiental e Reestruturação Sustentável do Sistema de Drenagem Urbana.....	85
4.4.1.4	Projeto 4: Renovação do Sistema de Tratamento de Esgoto Municipal.....	86
4.4.2	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Requalificação dos Espaços Verdes.....	86
4.4.2.1	Projeto 1: Recuperação dos Açudes Urbanos.....	86
4.4.2.2	Projeto 2: Proteção e Recuperação dos Cursos D'água Urbanos.....	87
4.4.3	Programa de Monitoramento de Áreas Protegidas e Incentivo ao Turismo Sustentável.....	87
4.4.3.1	Projeto 1: Fiscalização e Monitoramento da APP do Rio Quixeramobim.....	88
4.4.3.2	Projeto 2: Incentivo ao Turismo Ecológico e à Criação de Unidades de Conservação.....	88
4.4.4	Programa de Educação Ambiental e Incentivo à Prática da Agricultura	

<i>sustentável</i>	88
4.4.4.1 <i>Projeto 1: Adequação dos Sistemas Sanitários Rurais</i>	88
4.4.4.2 <i>Projeto 2:Recuperação Ambiental através da Agricultura Sustentável</i>	89
4 CONCLUSÃO	90
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

A água é uma substância essencial para a vida no planeta. Todos os organismos, do mais simples ao mais complexo, possuem água na sua composição física, além de usarem-na em inúmeros processos metabólicos. Além disso, a água é um recurso altamente demandado em praticamente todas as atividades econômicas. Desse modo, a existência de água em qualidade e quantidade suficiente para atender a todos os seus usos é de suma importância, não apenas para suprir a demanda das atividades econômicas, mas também para a manutenção da vida na Terra.

Apesar de abundante, apenas 0,3% da água do planeta encontra-se disponível para uso humano, distribuindo-se de maneira desigual na superfície do planeta (Tundisi, 2003). Enquanto algumas regiões são banhadas por sinuosos rios perenes ao longo de toda a sua extensão, outras apenas apresentam escoamento superficial durante um curto período chuvoso, obrigando a população local a adotar estratégias para lidar com a estiagem.

Além disso, em virtude do vertiginoso desenvolvimento das atividades econômicas observadas nas últimas décadas, a demanda de água para os processos industriais e agrícolas observou-se um acentuado crescimento. As Revoluções Industriais e a Revolução Verde corroboraram não apenas com a depleção dos recursos hídricos, mas também com a redução da qualidade dos mananciais, visto que por muito tempo realizaram o uso indiscriminado de reagentes industriais e defensivos agrícolas químicos sem qualquer mecanismo para conter seu carreamento para cursos d'água e reservatórios (CAMPOS, 2013).

Outrossim, a escalada de conflitos pelo uso da água em diversas regiões do planeta torna-se cada vez mais acelerada. A escassez natural desse recurso, aliada à poluição dos mananciais e ao aumento da demanda para processos produtivos contribuem para a fragilização das relações diplomáticas e o acirramento das tensões políticas e sociais nas regiões com menor disponibilidade hídrica.

Em face das problemáticas levantadas, faz-se necessário o desenvolvimento de um uso racional da água, de tal modo que o abastecimento humano e a proteção dos ambientes naturais não sejam preteridos pelas demais demandas hídricas. Para Aquino (2021), os eventos naturais extremos, a poluição dos mananciais e a escalada dos conflitos pelo uso da água foram fatores que trouxeram notoriedade à causa da escassez hídrica, o que provocou reações em diversos países e organizações internacionais, que culminou no desenvolvimento de políticas voltadas para o gerenciamento dos recursos hídricos.

No Brasil, o decreto do Código de Águas em 10 de julho de 1934 pelo então presidente Getúlio Vargas e seus ministros foi o evento histórico, legal e institucional que marcou o início do gerenciamento de recursos hídricos no país (Souza; Moraes, 2016). Esse documento delimitou critérios para segregação dos corpos hídricos enquanto pertencentes à União, aos Estados ou aos Municípios e integrou princípios legais relacionados ao Direito da água (BRASIL, 1934).

Contudo, o crescimento econômico e populacional do país, acompanhado pela depleção da qualidade dos mananciais e da escalada dos conflitos entre usuários da mesma fonte hídrica pautou a criação de novos mecanismos legais para nortear a gestão de recursos hídricos no país. Dentre as normas e legislações criadas após o decreto do Código de Águas de 1934, vale destacar a publicação da Lei Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa lei fundamentou a água enquanto bem de domínio público dotado de valor econômico e sujeito a uma gestão descentralizada integrada pelo Poder Público, usuários e a comunidade relacionada ao manancial (Brasil, 1997). Além disso, instituiu a bacia hidrográfica como unidade de gestão e fundamentou o abastecimento humano e a dessedentação animal como usos prioritários dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A Lei Nº 9.433 definiu como instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos o Plano de Recursos Hídricos, o enquadramento dos cursos d'água, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso das águas, a compensação aos municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Destacando-se o Plano de Recursos Hídricos, esse instrumento tem como objetivo orientar e fundamentar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e é desenvolvido de forma participativa. O Plano deve possuir, além de outros aspectos relacionados ao manancial objeto do planejamento, o diagnóstico socioambiental da área da bacia hidrográfica, propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso em prol da proteção dos recursos hídricos e programas, projetos e ações a serem implementados visando o atingimento das metas estabelecidas para a bacia (BRASIL, 1997).

Dentre as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, vale destacar a integração do gerenciamento dos recursos hídricos à gestão ambiental e ao uso do solo (Brasil, 1997). Essas diretrizes estão intrinsecamente relacionadas e são fundamentais para a manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade suficientes para garantir o abastecimento humano e a proteção dos ecossistemas aquáticos. O desenvolvimento acelerado

dos grandes centros urbanos brasileiros presenciado nas últimas décadas contribuiu para a formação de arranjos urbanos insustentáveis do ponto de vista ambiental.

Para Campos (2003), as problemáticas vivenciadas nas cidades durante os períodos chuvosos decorrem da má ocupação do solo e da inexistência de políticas exequíveis relacionadas ao controle do uso do espaço pautado na proteção do meio ambiente. Além disso, a ocupação desordenada do solo contribui para a destruição dos ambientes naturais pelas atividades humanas e corrobora com a contaminação dos mananciais. Nesse sentido, a gestão ambiental torna-se uma importante faceta da gestão de recursos hídricos, haja vista que um gerenciamento sustentável dos recursos naturais e do espaço físico perpassa pela proteção dos ecossistemas naturais e pelo planejamento do uso e ocupação do solo (OLIVEIRA; LIMA; SOUSA, 2017).

O Ceará, em virtude de suas características climáticas e hidrológicas, é um Estado notoriamente desenvolvido em relação à organização legal e institucional do gerenciamento de recursos hídricos. Segundo Medeiros *et al* (2011), a gestão das águas no Ceará divide-se em dois momentos distintos, tendo como marco delimitador a criação da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) em 1987. Em sua primeira fase, o gerenciamento não contava com instituição específica para planejamento e execução de obras no âmbito estadual, as poucas ações desenvolvidas, que em sua maioria tratavam da criação de poços e açudes, eram realizadas por diferentes órgãos que não atuavam de forma inter-relacionada (Medeiros *et al*, 2011). Após a criação da SRH, o Governo Estadual promoveu diversos avanços na gestão de recursos hídricos, tais como a fundação da Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) e integração da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) à SRH, responsável pelos estudos climatológicos no Estado (Medeiros *et al*, 2011). A SRH, após contratar a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH), fomentou a criação da Lei nº 11.996 em 24 de julho de 1992, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH).

De maneira semelhante à Lei nº 9.433, a PERH reiterou a importância da proteção do meio ambiente na gestão de recursos hídricos. Segundo a Lei nº 11.996, a Política Estadual de Recursos Hídricos tem como um de seus objetivos a compatibilização entre o desenvolvimento socioeconômico e a manutenção do equilíbrio ambiental, além disso, dentre as diretrizes da PERH está a proteção da fauna, da flora e do meio ambiente como um todo (CEARÁ, 1992).

Conforme observado nas legislações federal e estadual, a preservação do meio ambiente apresenta-se como um aspecto de fundamental relevância para a gestão de recursos hídricos, devido ao fato que o estado de conservação dos elementos bióticos e abióticos de uma bacia hidrográfica refletem diretamente na qualidade e na disponibilidade da água do manancial (Bueno; Galbiatti; Borges, 2005). Nesse sentido, a gestão de recursos hídricos deve ser realizada considerando-se a proteção ambiental e os diversos usos do solo dentro da unidade de gestão.

Apesar do destaque dado à proteção ambiental pelas legislações pertinentes ao gerenciamento de recursos hídricos, em muitos casos os ecossistemas pertencentes a diversas bacias hidrográficas encontram-se severamente degradados, o que influi sobre a conservação das águas na região.

Em Estados como o Ceará, que apresentam regime irregular de chuvas, acentuado déficit hídrico e predominância de rios intermitentes, a conservação dos ambientes naturais associados às planícies fluviais e conseqüentemente a proteção dos mananciais superficiais e subterrâneos é fundamental para a redução da fragilidade hídrica da região.

Não obstante, o zoneamento ambiental e o controle do uso e ocupação do solo, sobretudo nas áreas urbanas e agrícolas próximas a cursos d'água e reservatórios, são importantes elementos da gestão ambiental dentro do gerenciamento de recursos hídricos (Carvalho, 2014). Através do planejamento da ocupação do espaço em uma bacia hidrográfica, faz-se possível mitigar os impactos negativos das atividades humanas sobre o meio aquático.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um Plano de Conservação Ambiental para a Sub-bacia do Rio Quixeramobim.

1.1.2 Objetivos Específicos

Em função do objetivo geral deste trabalho, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um levantamento dos aspectos e parâmetros bióticos, abióticos, sociais e econômicos da Sub-bacia do Rio Quixeramobim;
- Identificar as áreas frágeis e críticas;
- Promover o Zoneamento Ambiental da área da Sub-bacia;
- Elaborar Programas, Projetos e Ações para a promoção da gestão ambiental na área da Sub-bacia.

1.2 Estruturas do Trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido em cinco seções, sendo elas introdução, revisão bibliográfica, metodologia, resultados e conclusão.

Na primeira seção, referente à introdução, realizou-se uma apresentação geral do tema, abordando a importância da água para as sociedades e ecossistemas, parte do desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil e no Ceará e a importância da preservação do meio ambiente para a garantia da disponibilidade hídrica. Além disso, delimitou-se os objetivos gerais e específicos, bem como a estrutura do trabalho.

A revisão bibliográfica apresenta um levantamento das informações pertinentes ao desenvolvimento do presente trabalho, realizado a partir da consulta a diversas bibliografias, como trabalhos acadêmicos, livros, artigos científicos e documentos legais. A segunda seção elucida aspectos relacionados ao conceito de bacia hidrográfica, a estrutura e história da gestão das águas no país e a definição do conceito de plano de conservação ambiental para bacia hidrográfica e seus elementos integrantes.

A terceira seção, que trata da metodologia, descreve os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. Inicialmente, delimitou-se a área em estudo, logo em seguida descreveu-se a metodologia empregada nas visitas a campo, no uso do programa de geoprocessamento e na estruturação do plano de conservação ambiental.

Após isso, na quarta seção foram incluídos os resultados alcançados no trabalho. Descreveu-se os produtos obtidos no diagnóstico ambiental, na identificação de áreas frágeis e críticas, no zoneamento ambiental da sub-bacia e nos programas a serem implementados.

Por fim, na conclusão realizou-se um balanço dos objetivos a serem alcançados em comparação aos resultados obtidos no presente trabalho. Além disso, também foram reiteradas algumas conclusões importantes encontradas no decorrer do desenvolvimento da presente pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bacia Hidrográfica

Conforme instituído pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a bacia hidrográfica é a unidade territorial de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nesse contexto, muitos autores elaboraram diferentes definições acerca do conceito de bacia hidrográfica. Apesar de relativamente semelhantes, é fundamental que gestores e pesquisadores compreendam as diferentes abordagens e conceitos a respeito das bacias hidrográficas, para o melhor desempenho em suas áreas de atuação (TEODORO *et al*, 2007).

Segundo Barrella (2001) *apud* Teodoro *et al* (2007), bacia hidrográfica é o conceito aplicado para definir terras drenadas por um rio e seus afluentes, margeadas por elementos divisores de água nos pontos mais altos do relevo. Enquanto parte da precipitação é carregada pelos corpos hídricos, outra parte percola através das camadas do solo da bacia e incrementa o volume dos mananciais subterrâneos (Kuntschik; Eduarte; Uehara, 2011). A água que escoar compõe pequenos cursos d'água, que se unem a outros e formam rios, que por sua vez recebem água de outros contribuintes, tornando-se cada vez mais volumosos até desaguar no mar (BARRELA, 2001 *apud* TEODORO *et al*, 2001).

Tucci (1997) destaca o conceito de exutório em sua definição de bacia hidrográfica, ao defini-la como uma área dotada de superfícies vertentes que drenam o escoamento superficial através de cursos d'água, que se unem e direcionam a água em leito único até uma saída, o exutório.

Conforme destaca Teodoro *et al* (2007), o termo sub-bacia também está incluído nos trabalhos e pesquisas científicas, contudo, sua definição tende a variar mais de autor para autor em comparação ao termo bacia hidrográfica.

Para Santana (2003), a diferença entre bacia e sub-bacia hidrográfica é relativa e provém de uma segmentação dos compartimentos geográficos drenados. As bacias hidrográficas são formadas por inúmeras sub-bacias, formadas a partir da escolha de um determinado ponto do curso d'água drenante como exutório.

2.2 A Gestão das Águas

A gestão das águas tem como objetivo promover o uso, controle e proteção dos recursos hídricos através da formulação de princípios, diretrizes, normas, sistemas de gerenciamento e de suporte à tomada de decisões relacionadas ao uso das águas (Sousa Junior, 2004). São elementos integrantes da gestão das águas a Política das Águas, o Plano de Águas, o Gerenciamento de Águas e o Sistema de Gerenciamento das Águas.

As ações governamentais relacionadas à gestão das águas podem ser observadas na criação de normas, leis e decretos pertinentes ao tema. Esse arcabouço legal voltado para o gerenciamento de recursos hídricos culmina na criação de um Modelo de Gerenciamento das Águas, ou seja, uma configuração administrativa com base institucional direcionado para a gestão das águas no Estado (AQUINO, 2021).

Ao longo do desenvolvimento das ferramentas institucionais da gestão de recursos hídricos no Brasil, o modelo de gerenciamento sofreu mudanças, tornando-se mais complexo e eficiente, apresentando três fases distintas: o modelo burocrático, o econômico-financeiro e o sistêmico de integração participativa.

Caracterizado pela racionalidade e hierarquização do processo gerencial, o modelo burocrático surgiu no final do século XIX e teve como marco referencial a publicação do Código de Águas na década de 1930 (NUNES, 2022).

Em face da grande complexidade dos processos relacionados ao gerenciamento dos recursos hídricos, faz-se necessária a criação de uma vasta literatura institucional, que inclui leis, normas, decretos, e portarias sobre a gestão das águas. Nesse contexto, sabendo-se que o objetivo do agente administrador no modelo burocrático é cumprir e fazer cumprir a legislação vigente, tem-se uma gradual concentração da autoridade nos entes públicos de natureza burocrática (AQUINO, 2021).

O modelo burocrático não obteve êxito em virtude da excessiva atenção dada aos processos formais, que impede a percepção dos elementos dinâmicos do gerenciamento. A realidade na qual a organização está inserida, bem como os recursos disponíveis e as relações de poder entre os entes administrativos são elementos que devem ser considerados dentro do gerenciamento de águas (TONET; LOPES, 1994 *apud* AQUINO, 2021).

Com o declínio do modelo burocrático, o modelo econômico-financeiro surge como um reflexo da política econômica instituída por John Maynard Keynes nos Estados Unidos na década de 1930, que conta com a criação da primeira Superintendência de Bacia

Hidrográfica dos EUA em 1933, a Tennessee Valley Authority (Bordal; Silva, 2012). O Keynesianismo defende o papel do Estado enquanto agente empreendedor, devendo intervir no mercado quando necessário, a fim de evitar a retração econômica (CARVALHO, 2008).

O modelo econômico-financeiro foi caracterizado pela aplicação de instrumentos financeiros pelo Estado para indução da obediência às disposições legais e para promover o desenvolvimento econômico nacional e regional (Ferreira; Silva; Pinheiro, 2010). O modelo econômico-financeiro apresentou duas orientações durante seu período de vigência, cuja primeira é alicerçada em prioridades setoriais do governo e teve como força motriz programas de investimento em atividades relacionadas ao uso dos recursos hídricos, como saneamento, irrigação e eletrificação (Velloso, 2000). Já a segunda orientação, mais moderna, apresentava foco no desenvolvimento multissetorial da bacia hidrográfica.

Para Ferreira, Silva e Pinheiro (2010), o modelo econômico-financeiro teve como principal falha a adoção de uma concepção abstrata como suporte para resolução de problemas contingenciais, o que não conferia flexibilidade ao modelo, elemento necessário para lidar com o ambiente mutável e dinâmico referente ao gerenciamento de recursos hídricos.

O Modelo Sistêmico de Integração Participativa é o mais moderno e caracteriza-se por consolidar um elo efetivo entre as esferas da política, da academia e da sociedade civil (Junior; Netto, 2003). Esse modelo adota três instrumentos em sua composição: o planejamento estratégico por bacia hidrográfica, a tomada de decisão através de deliberações descentralizadas e multilaterais e os instrumentos legais e financeiros, que incluem formas de captação de recursos financeiros para subsidiar planos e programas de investimentos (JUNIOR; NETTO, 2003).

Para Ferreira, Silva e Pinheiro (2010), esse modelo é bem sucedido por integrar sistematicamente quatro tipos de negociação social: econômica, política direta, política-representativa e jurídica.

Sabe-se que o interesse pelo uso e proteção dos recursos hídricos surge de variados setores dentro de uma bacia hidrográfica, assim, o gerenciamento das águas torna-se um processo complexo e que engloba diversas variáveis. Em virtude das dificuldades envolvidas na previsão dos cenários futuros, o planejamento estratégico responsável pela elaboração de planos de gestão deve buscar conhecer os usuários da bacia, bem como as demandas sociais e ambientais da área planejada. No modelo sistêmico, a formação de comitês de bacia, ao promover oportunidades para a negociação social direta, surge como uma

alternativa para a discussão de forma transparente e inequívoca dos diferentes interesses dos usuários da bacia.

Nesse contexto, a descentralização do gerenciamento dos recursos hídricos promovido pela inclusão dos comitês de bacia garante o pleno conhecimento das necessidades do corpo social, promovendo tomadas de decisões mais justas e eficazes. Assim, o Poder Público, sem abdicar de seu papel gestor e coordenador, permite a participação dos representantes dos setores sociais e produtivos da bacia nos processos gerenciais, o que garante o atendimento aos interesses da maioria e reduz a possibilidade de infrações e tomadas de decisão unilaterais (CARDOSO, 2003).

2.3 Plano de Conservação Ambiental

Os Planos de Águas são produtos do planejamento de águas, sendo um dos instrumentos do gerenciamento de recursos hídricos (Brasil, 1997). Esses planos buscam disciplinar os usos e adequar o grau de proteção dos mananciais, de forma atrelada ao atendimento das demandas sociais e governamentais. Através da coordenação de planos de intervenção na área da bacia, os planos de água promovem o cumprimento dos preceitos estabelecidos de maneira formal ou informal em uma política de águas (AQUINO, 2021).

Em virtude da complexidade dos assuntos tratados nos planos de água, é fundamental que sejam conhecidos os diversos fatores relacionados aos recursos hídricos da bacia planejada. Nesse contexto, os comitês de bacia desempenham papel fundamental para a construção dos documentos necessários para o planejamento hídrico da região em que atuam. Em face do seu caráter deliberativo, é atribuição dos comitês de bacia acompanhar e aprovar a execução dos Planos de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Apesar de estar intimamente relacionado com as demandas sociais e econômicas de uma bacia hidrográfica, é fundamental que o gerenciamento de águas atente-se à necessidade de proteger os recursos naturais da área em vistas de garantir a qualidade dos recursos hídricos. Os recursos hídricos tornam-se vulneráveis à contaminação por diversos agentes poluidores quando se encontram em regiões degradadas, o que reforça a necessidade de inclusão de medidas para promover a proteção do meio ambiente nos planos de água desenvolvidos em uma bacia hidrográfica.

O gerenciamento das águas deve englobar medidas para promover a utilização

racional e sustentável não apenas dos recursos hídricos, mas de todos os recursos naturais constituídos de uma bacia hidrográfica (Borsoi; Torres, 1997). Nesse sentido, as medidas para proteção ambiental em uma bacia devem constituir o Plano de Conservação Ambiental de Bacia Hidrográfica, que alinha a gestão ambiental ao gerenciamento de recursos hídricos.

Em seus estudos, Mota e Aquino (2003) elencam elementos fundamentais para a estruturação de um plano de conservação ambiental em uma bacia hidrográfica: diagnóstico ambiental da área planejada, identificação das áreas frágeis e críticas da bacia, disciplinamento do uso e ocupação do solo, medidas para recuperação e controle de áreas críticas e avaliação permanente. Estes itens proporcionam não apenas uma visão holística a respeito dos aspectos ambientais e do grau de conservação da bacia, mas também promovem modificações efetivas nas atividades antrópicas desenvolvidas na área planejada, visando a proteção dos ambientes naturais e recuperação dos espaços degradados, além de promover a conscientização da população sobre a importância de se preservar o meio ambiente e os recursos hídricos.

2.3.1 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental é uma das etapas da composição de um Estudo de Impacto Ambiental e de um Relatório de Impacto Ambiental, sendo um dos primeiros levantamentos realizados para esse tipo de estudo, por demandar mais recursos e fornecer subsídios para as etapas subsequentes (Almeida *et al*, 2015). Para a elaboração de um plano de conservação ambiental, segue-se a mesma lógica, os dados fornecidos pelo diagnóstico ambiental fornecem um “retrato” dos aspectos ambientais, sociais e econômicos mais relevantes da bacia hidrográfica.

O diagnóstico ambiental deve contar com informações referentes aos compartimentos físico, biótico e antrópico da área de estudo; de tal maneira que seja possível compreender de maneira holística o estado de conservação da bacia hidrográfica e assim, propor medidas mais efetivas para a preservação ambiental e promoção do uso racional dos recursos.

Destaca-se a importância de levantar dados referentes ao clima, geologia, pedologia, topografia, recursos hídricos, fauna e flora da bacia hidrográfica. Não obstante, o diagnóstico ambiental também deve contar com as informações referentes aos usos e

atividades econômicas desenvolvidas na bacia, cultura da população local, demografia e destinação final de efluentes e resíduos sólidos gerados na área da bacia (PORTO; BASSO; STROHAECKER, 2019).

2.3.2 Áreas Frágeis e Áreas Críticas

Os ambientes naturais apresentam uma grande diversidade na sua composição. Os diferentes arranjos de solo, relevo, clima, vegetação, recursos hídricos e fauna encontrados nos ecossistemas naturais são componentes fundamentais das dinâmicas ecológicas desenvolvidas no ambiente e contribuem para a reação do meio às intempéries externas (naturais ou antrópicas). Frente a isso, existem áreas com diferentes capacidades de suporte aos impactos ambientais das atividades humanas. Apresentando um baixo potencial de recuperação e equilíbrio instável, tem-se as áreas frágeis, cujos impactos tornam-se mais intensos e refletem nos diversos compartimentos ambientais do meio, como água, solo e vegetação (GOMES, 2011).

Em decorrência da sua maior sensibilidade, faz-se necessário um maior controle sobre o uso e ocupação do solo com o intuito de proteger as áreas frágeis dos desequilíbrios ambientais decorrentes das atividades antrópicas. Para Gomes (2011), a proposta para alteração do Código Florestal Brasileiro de 1965, concretizada em 2012, deu luz à discussão sobre áreas frágeis e suas definições.

De maneira análoga às Áreas de Preservação Permanente (APP) definidas no novo Código Florestal Brasileiro, as áreas tidas como frágeis para a elaboração de planos de gestão de recursos hídricos são definidas como faixas marginais a cursos d'água, brejos e reservatórios naturais ou artificiais, área do entorno de nascentes de rios, dunas, manguezais, áreas com vegetação de restinga, encosta de tabuleiros, topo de serras, morros e montanhas, encostas com declividade superiores a 45° e regiões com altitude superior a 1.800 metros (Brasil, 2012). Além da necessidade de conservação desses ambientes em virtude de sua fragilidade ambiental, as áreas frágeis desempenham importantes funções ambientais nos ecossistemas em que estão inseridas, como proteção dos recursos hídricos, da paisagem, da biodiversidade, da estabilidade geológica, do bem-estar humano e garantia do fluxo gênico de fauna e flora (BRASIL, 2012).

Apesar da obrigatoriedade legal de proteção das Áreas de Preservação Permanente

prevista no Código Florestal Brasileiro, muitas das áreas frágeis pertencentes à sub-bacia do Rio Quixeramobim apresentam níveis elevados de degradação, causados principalmente pela atividade agrícola irregular, expansão urbana desordenada e inexistência de sistemas efetivos de saneamento básico.

Segundo Mota e Aquino (2003), as áreas degradadas de uma bacia hidrográfica, sejam elas frágeis ou não, decorrentes de atividades antrópicas são classificadas como áreas críticas. A identificação dessas áreas é de fundamental importância para a composição de um plano de conservação ambiental de bacia hidrográfica, uma vez que se faz necessária a proposição de medidas visando sua recuperação.

2.3.3 Disciplinamento de Uso e Ocupação do Solo

O planejamento ambiental, enquanto processo dinâmico deve levar em consideração o ordenamento territorial referente aos aspectos naturais e sociais do espaço planejado. Neste sentido, o planejamento ambiental efetivo perpassa pelo levantamento quantitativo e qualitativo dos recursos naturais, bem como sua distribuição espacial dentro da área de estudo (SANTOS; RANIERI, 2013).

O Zoneamento Ambiental é um instrumento do ordenamento territorial, uma vez que atribui a variável ambiental aos processos decisórios referentes ao uso e ocupação do solo, o que delimita as atividades humanas não apenas em detrimento dos aspectos sociais e econômicos, mas também com relação ao meio ambiente e sua capacidade de suporte (Santos; Ranieri, 2013). Assim, a delimitação de zonas dentro de um plano ambiental é uma estratégia que visa preservar as áreas frágeis ou de relevante importância ambiental e recuperar as regiões degradadas através do disciplinamento das atividades humanas para cada porção do espaço, em virtude da distribuição territorial dos diferentes aspectos ambientais do meio.

O Zoneamento Ambiental, que à luz do Poder Público é denominado Zoneamento Ecológico-Econômico, é fundamental para a execução de planos e programas ambientais, bem como nortear as medidas mais assertivas em processos de licenciamento ambiental ou criação de Unidades de Conservação. Tendo como objetivo organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos em relação aos diversos níveis do planejamento, o Zoneamento Ecológico-Econômico busca compatibilizar o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente, através do uso sustentável dos recursos naturais, atrelado aos estudos

científicos e da participação democrática em seu processo de elaboração e implementação (BRASIL, 2002).

No contexto de um Plano de Conservação Ambiental de Bacia Hidrográfica, o disciplinamento do uso e ocupação do solo é uma medida fundamental para a preservação das áreas frágeis e recuperação das áreas críticas, bem como para a atenuação dos impactos das atividades humanas sobre os mananciais da bacia. Nesse sentido, o Zoneamento Ambiental atua como uma importante ferramenta para a gestão de recursos hídricos ao proporcionar a segmentação de uma bacia hidrográfica em regiões com diferentes características ambientais, sociais e econômicas; o que auxilia o processo de disciplinamento do uso do solo visando a conservação ambiental.

O disciplinamento de uso e ocupação do solo deve se basear nos condicionantes do meio físico da bacia hidrográfica, tais como topografia, vegetação, geomorfologia, presença de reservatórios, cursos d'água, entre outros; bem como do levantamento das áreas frágeis e críticas na área de estudo (Mota, 1980). Desse modo, com base nos dados levantados no Diagnóstico Ambiental desse trabalho, realizou-se o Zoneamento Ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim, definindo-se as restrições às atividades humanas cabíveis para cada zona.

O macrozoneamento, ao passo que segmenta o espaço da sub-bacia e disciplina os usos passíveis de serem realizados em cada área, promove a proteção dos recursos naturais do município, sobretudo os mananciais superficiais e subterrâneos. Este macrozoneamento se dá pela restrição das atividades humanas em cada zona dada a capacidade dos condicionantes ambientais suportarem os impactos das ações antrópicas.

O macrozoneamento também se faz necessário para fixar padrões ambientais e indicadores urbanos de ocupação para cada zona em detrimento de seu objetivo e função (QUIXERAMOBIM, 2000). A segmentação do espaço, atrelada ao disciplinamento do território da bacia permite um maior controle dos impactos ambientais gerados pelas atividades humanas. Nesse ínterim, o zoneamento ambiental promove o conhecimento das dinâmicas espaciais na área de estudo, o que colabora com a elaboração dos planos e programas a serem desenvolvidos na bacia, com o intuito de promover a proteção dos recursos hídricos e das áreas frágeis, bem como a recuperação das áreas críticas.

Como indicadores de ocupação urbana, com base no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Quixeramobim (2000), o Plano de Conservação da Sub-bacia do Rio Quixeramobim considerou a taxa de ocupação (%), a taxa de permeabilidade (%) e o

índice de aproveitamento para a composição do Zoneamento Ambiental no município. Os valores para esses indicadores basearam-se nos números estabelecidos no PDDU de Quixeramobim (2000) e Fortaleza (2009).

O zoneamento ambiental da sub-bacia determinou a criação de três macrozonas: Macrozona de Preservação Ambiental e Uso Sustentável (MPAUS), Macrozona de Ocupação Urbana e Industrial (MOUI) e a Macrozona de Uso Agrícola (MUA). Cada macrozona possui objetivos gerais e é formada por zonas com objetivos específicos diferentes, valores fixados para cada indicador de ocupação urbana e as atividades humanas permitidas dentro de sua delimitação.

2.3.4 Programas, Projetos e Ações

Em face das informações sistematizadas pelo Diagnóstico Ambiental e pelo levantamento de áreas frágeis e críticas da Sub-bacia do Rio Quixeramobim, as causas e efeitos da degradação ambiental na área de estudo tornam-se conhecidas pelos agentes responsáveis pela gestão dos recursos hídricos. Ademais, o Zoneamento Ambiental promovido na sub-bacia, além de disciplinar o uso e ocupação do solo com base nas características ambientais, sociais e econômicas, segmenta a área em regiões estratégicas para a aplicação de medidas de preservação e recuperação ambiental.

Segundo Mota e Aquino (2003), um Plano de Conservação Ambiental de Recursos Hídricos deve apresentar medidas para o controle de áreas frágeis e recuperação de áreas degradadas, o que pode incluir ações de fiscalização ambiental, implantação de aterros sanitários e estações de tratamento de efluentes, programas de reflorestamento, medidas de controle de erosão, entre outros. O planejamento e execução dessas ações é facilitado pelo conhecimento dos fatores socioambientais da área, além da prévia segmentação ecológica-econômica do espaço.

Vale ressaltar que, além da importância das medidas voltadas para a preservação e revitalização dos recursos hídricos, é fundamental que um Plano de Conservação Ambiental inclua ações voltadas para a conscientização da população. Segundo o Artigo 1º da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, educação ambiental pode ser entendida como:

Os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem

valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999, p. 1).

Nesse ínterim, as medidas de controle e recuperação dos recursos naturais somente apresentarão êxito quando atreladas a programas voltados para a educação ambiental da população (DIAS; DIAS, 2017).

Com o objetivo de organizar e implementar de forma eficiente todas as medidas necessárias para a readequação ambiental da sub-bacia, foram elaborados programas ambientais com objetivos relacionados às demandas da área de estudo. Sob a ótica do planejamento ambiental, os programas são estratégias dotadas de objetivos generalistas, adotadas visando o atingimento de metas estabelecidas pela organização (MAIA, 2008, p.53 *apud* NUNES, 2015, p.7).

Os programas são constituídos por projetos, que por sua vez integram as ações que serão realizadas para o cumprimento dos objetivos estabelecidos. Os projetos possuem escopo definido e são restritos no tempo, ou seja, possuem prazo determinado; enquanto as ações são as atividades concretas necessárias para a execução dos projetos, vindo a se tornar processos rotineiros para a manutenção do equilíbrio atingido ao final do projeto (MAIA, 2008; CORDEIRO, 2010 *apud* NUNES, 2015).

2.3.5 Avaliação Permanente

Segundo o modelo de plano de conservação ambiental de bacia hidrográfica desenvolvido por Mota e Aquino (2003), a avaliação permanente é uma etapa obrigatória na construção desse documento. Essa medida é comum em diversos planos de recursos hídricos e visa a melhoria e adequação das informações e medidas estabelecidas nos estudos ao cenário atual da área gerenciada, com a finalidade de garantir a proteção e o uso racional dos mananciais. Em face da dinamicidade dos diversos compartimentos sociais e ambientais relacionados ao gerenciamento de águas, faz-se necessário que planos de recursos hídricos sejam atualizados dentro de intervalos definidos. Essas revisões buscam englobar as variações no contexto socioambiental da bacia nos planos de gestão, bem como realizar melhorias na estrutura já existente.

Nesse sentido, destaca-se o papel dos comitês de bacia e das agências de água na gestão dos recursos hídricos. Responsáveis por propor, analisar, aprovar e acompanhar as medidas propostas nos planos de recursos hídricos, os comitês de bacia representam os interesses dos diversos usuários da bacia hidrográfica. (Borsoi; Torres, 1997). Já as agências de água, instituídas no ato de publicação da Política Nacional de Recursos Hídricos em 1997, atuam como secretarias executivas dos respectivos Comitês de Bacia e são responsáveis pela elaboração de estudos, planos de recursos hídricos, contratação de serviços e celebração de convênios (Brasil, 1997). Não obstante, as agências de água também são responsáveis pela atividade de monitoramento qualitativo e quantitativo dos mananciais, bem como pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos, mediante concessão de outorgas (BRASIL, 1997).

Dito isso, as agências de água são responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de conservação ambiental de bacia hidrográfica, mediante acompanhamento e aprovação pelo comitê de bacia. O mesmo aplica-se para a avaliação permanente, na qual a atualização do plano de conservação ambiental deverá ser realizada pela agência de água atuante na bacia, em concordância com as propostas e avaliações realizadas pelo comitê.

3 METODOLOGIA

Para a construção deste trabalho, foi necessário realizar pesquisas em diversos materiais, tais como livros, trabalhos acadêmicos, publicações científicas, legislações e sites. As informações levantadas nesse processo forneceram base científica para a construção dos resultados desta pesquisa. Não obstante, também foi necessário realizar visitas à área em estudo, bem como utilizar softwares e bases de dados georreferenciadas para elaborar os mapas apresentados neste trabalho.

3.1 Localização da Área de Estudo

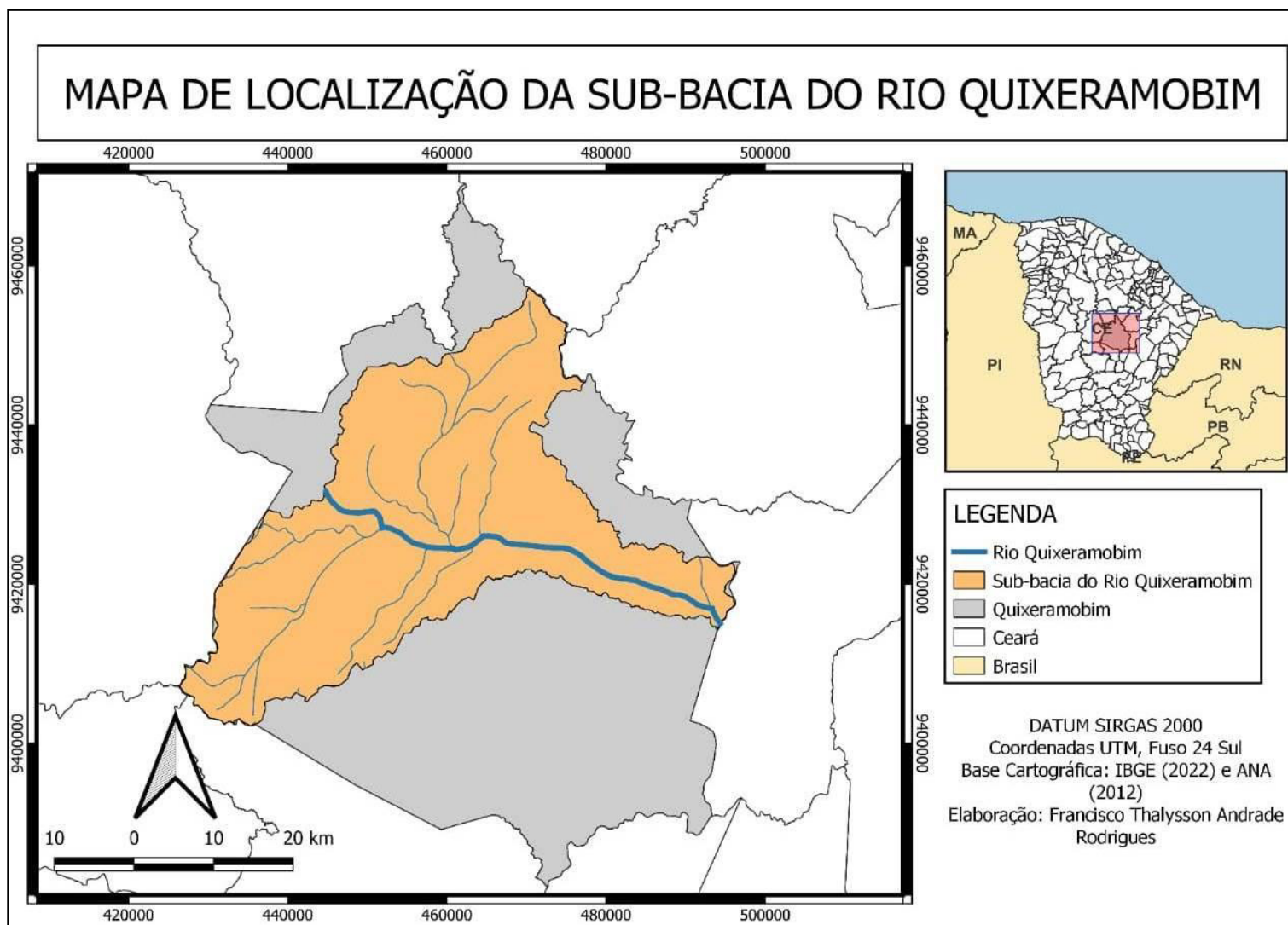
A área em estudo deste trabalho corresponde à Sub-bacia do Rio Quixeramobim. O rio localiza-se no município de Quixeramobim, na região do Sertão Central do Estado do Ceará. A sub-bacia engloba a porção centro-norte do município, incluindo toda a extensão da sede urbana.

O Rio Quixeramobim, dentro dos limites do município, tem início no vertedouro do açude Antônio Ferreira Antero e é responsável pela comunicação entre as águas do Distrito de Passagem ao açude Quixeramobim, na sede do município. A sub-bacia tem como exutório o trecho mais a Leste do rio, na divisa entre os municípios de Quixeramobim e Banabuiú.

Quixeramobim localiza-se a 212,6 quilômetros de distância de Fortaleza e tem como principais vias de acesso à capital a BR-116, CE-060 e BR-020. O município comunica-se com as porções central e sul do Estado por meio das vias CE-266, CE-060 e CE-166.

A localização da sub-bacia, bem como a representação do Rio Quixeramobim e dos seus principais afluentes pode ser observada na Figura 1.

Figura 1- Mapa de localização da Sub-bacia do Rio Quixeramobim



Fonte: Adaptado de IBGE(2021b) e ANA (2012)

3.2 Levantamento de Dados em Campo

Para possibilitar a construção deste trabalho, foram realizadas diversas visitas à área em estudo, sobretudo nas áreas próximas ao Rio Quixeramobim no entorno do perímetro urbano do município. Durante as visitas foram realizadas fotografias e coletadas informações que auxiliaram na composição dos mapas da sub-bacia.

Além disso, o período em campo permitiu a visualização de diversos problemas ambientais, que foram destacados ao longo da elaboração desta pesquisa. A observação dos aspectos físicos e bióticos da sub-bacia promoveu um vislumbre do estado de conservação da área estudada, bem como da complexidade e diversidade dos ecossistemas do semiárido brasileiro.

3.3 Geoprocessamento

Para a elaboração do presente trabalho, fez-se necessário o uso do Software de Geoprocessamento QGis, em sua versão 3.4.12, para a composição de mapas da área de estudo.

Vale destacar que a delimitação da área da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Quixeramobim se deu a partir de uma ferramenta automática do próprio programa de geoprocessamento.

Para obtenção do traçado da bacia, inicialmente foi necessário compor um mosaico com os modelos digitais de elevação referentes à área do município de Quixeramobim, obtidos no site do INPE. Em seguida, reprojeteu-se o arquivo raster para o sistema de coordenadas planas referente ao vetor do traçado do município de Quixeramobim, EPSG: 31984 - WGS 84/ UTM Zona 24 S. Com isso, foi possível recortar o mosaico utilizando o traçado do município como camada máscara. Feito isso, bastou-se utilizar a ferramenta *r.watershed*, definindo o valor referente a 10% da resolução de pixels do arquivo recortado como tamanho mínimo do exterior da bacia hidrográfica. Essa operação retornou um arquivo raster contendo a delimitação de duas bacias dentro do município de Quixeramobim. Identificou-se a bacia referente ao Rio Quixeramobim e criou-se um arquivo vetorial para representar o contorno dessa área.

Não obstante, foram realizados diversos testes com a ferramenta *r.watershed* para

a obtenção do traçado da bacia que melhor contemplasse o Rio Quixeramobim e seus afluentes. Os testes sucederam-se a partir da alteração do valor do tamanho mínimo do exterior da bacia hidrográfica, até encontrar a percentagem que melhor representou a área drenada pelo rio, referente a 10% da resolução do arquivo raster utilizado nas operações.

Para a realização do Zoneamento Ambiental da área de estudo, foram utilizados os arquivos vetoriais disponibilizados pelo Projeto *OpenStreetMap* e pelo Monitoramento do Uso e Cobertura da Terra realizado pelo IBGE, além de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth e do Modelo Digital de Elevação disponibilizado pelo Projeto Topodata do INPE.

Os dados fornecidos pelo Projeto *OpenStreetMap*, baixados através do módulo *OSM Downloader*, são desenvolvidos de maneira coletiva, na qual os colaboradores do projeto compartilham arquivos vetoriais de ruas, avenidas, estradas vicinais, rios, afluentes, entre outros (OLIVEIRA; SANTOS; FERREIRA, 2019).

A delimitação das áreas agrícolas se deu com o auxílio dos vetores fornecidos pelo IBGE, que segmentam o território brasileiro em corpos d'água, áreas antropizadas (áreas urbanizadas e de uso agrícola) e áreas com diferentes tipos de vegetação. Como complemento para a criação das zonas rurais, utilizou-se a extensão *QuickMapServices*, do QGIS, que permite incluir imagens espaciais do Google Earth. Com isso, realizou-se a delimitação manual das demais áreas agrícolas não incorporadas nos arquivos de monitoramento de uso e cobertura do solo do IBGE.

De maneira análoga, a delimitação das áreas urbanas se deu através do traçado manual do contorno das zonas, auxiliado pelas imagens fornecidas pelo Google Earth e pelos vetores dos arruamentos disponibilizados pelo Projeto *OpenStreetMap*.

As faixas marginais aos recursos hídricos, declaradas como áreas de proteção permanente pelo Código Florestal Brasileiro (2012), foram delimitadas com a ferramenta *Buffer*, que cria um contorno de espessura definida sobre os arquivos vetoriais. O tamanho de cada APP foi definido através da medição da largura e da área dos corpos hídricos no Software *Google Earth Pro*. De posse dessas informações, bastou-se consultar o Código Florestal para definir a largura adequada no *Buffer* de cada curso d'água ou reservatório, conforme ilustrado na Tabela 1 e na Tabela 2

Tabela 1 - Largura da APP para cursos d'água

L - Largura do curso d'água (m)	Largura da faixa marginal considerada APP (m)
$L < 10$	30
$10 \leq L < 50$	50
$50 \leq L < 200$	100
$200 \leq L \leq 600$	200
$600 < L$	600

Fonte: Brasil (2012)

Tabela 2 - Largura da APP para lagos e lagoas

A – Área do Manancial (ha)	Largura da faixa marginal considerada APP (m)
Zona Rural	
$A \leq 20$	50
$20 < A$	100
Zona Urbana	
-	30

Fonte: Brasil (2012)

Vale ressaltar que os arquivos vetoriais do tipo linha, que representam os rios e afluentes da área de estudo, também foram disponibilizados pelo Projeto *OpenStreetMaps*.

Por fim, em virtude da inexistência de delimitações predefinidas das áreas de relevante beleza cênica e dotadas de achados arqueológicos, os sítios que compõem a Zona de Interesse Socioambiental foram definidos através de imagens do Google Earth, levando em consideração os elementos antrópicos (estradas, cercas e muros) e naturais (relevo, vegetação e cursos d'água). O desenho dos polígonos no QGIS buscou contemplar integralmente os aspectos ambientais que conferem a essas áreas sua devida importância socioambiental, apoiando-se nos elementos antrópicos e naturais já existentes como limites da zona.

3.4 Modelo de Plano de Conservação Ambiental

A construção do Plano de Conservação Ambiental para a Sub-bacia do Rio Quixeramobim buscou contemplar os procedimentos mais relatáveis com a realidade da

região, permitindo a obtenção dos melhores resultados em caso de implantação do plano.

Nesse contexto, a estrutura utilizada segue o modelo estabelecido por Mota e Aquino (2003), ilustrado na Figura 2, para composição de planos de conservação ambiental de bacias hidrográficas. É válido destacar que foram realizadas algumas adaptações ao modelo originalmente proposto para ser implementado em uma sub-bacia e para tornar possível o desenvolvimento deste estudo com os recursos disponíveis.

Figura 2 - Elementos de um Plano de Conservação Ambiental para Bacia Hidrográfica



Fonte: Adaptado de Mota e Aquino (2003)

4 RESULTADOS

Conforme a metodologia apresentada, foram desenvolvidos uma série de resultados de acordo com os objetivos estabelecidos para o presente trabalho. Os resultados obtidos constam nos itens subsequentes.

4.1 Diagnóstico Ambiental.

4.1.1 Meio Físico

4.1.1.1 Clima

O Nordeste Brasileiro (NEB) é uma das regiões da América do Sul que apresentam os efeitos mais visíveis da variação intrasazonal, decorrentes principalmente da alternância entre períodos chuvosos e extremamente secos, com fraca variação térmica (CAVALCANTI; FERREIRA; SILVA; DIAS, 2009).

No Estado do Ceará, o domínio climático predominante é o semiárido, caracterizado por altas taxas de insolação e déficit pluviométrico. O município de Quixeramobim se encontra dentro da faixa climática do tipo Tropical Quente Semiárido, apresentando acentuada escassez hídrica em relação aos demais tipos climáticos (IPECE, 2007).

O município de Quixeramobim apresenta temperaturas médias elevadas e baixa amplitude térmica. Mesmo durante a estação chuvosa, as variações térmicas são baixas quando comparadas ao período seco, com variação máxima de 2,4 °C entre as médias mensais, conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros Climatológicos para Quixeramobim entre 2006 e 2016

Município	Máxima	Precipitação Média Anual (mm)	Temperatura	Temperatura
	Evapotranspiração Potencial Mensal (mm)		Média Mensal Máxima (°C)	Média Mensal Mínima (°C)

Quixeramobim	181,7	619,9	28,3	25,9
--------------	-------	-------	------	------

Fonte: FUNCEME (2018) e INMET (2018) *apud* Macêdo *et al* (2019)

Com relação à precipitação, a área em estudo apresenta baixa precipitação anual e médias mensais bastante variadas, além de um alto valor de evapotranspiração potencial, em virtude sobretudo das altas temperaturas. Os maiores volumes concentram-se no período da quadra chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio. As chuvas que ocorrem na pré-estação chuvosa (sobretudo no mês de janeiro) são menos volumosas, mas merecem destaque e são importantes para a manutenção dos recursos hídricos na região, já os volumes precipitados na pós-estação chuvosa, junho e julho, são menos expressivos (MACÊDO *et al*, 2019).

A Sub-bacia do Rio Quixeramobim, por localizar-se próxima à porção norte do litoral brasileiro, tem sua pluviosidade fortemente influenciada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pelo incremento aos volumes precipitados no Estado do Ceará durante a quadra chuvosa. Contudo, a pluviosidade na área em estudo também é afetada pelo fenômeno das chuvas orográficas, ou seja, as massas de ar úmidas advindas do litoral precipitam boa parte da água acumulada durante a passagem pela Serra de Baturité, sobrando um pequeno volume para a formação de chuvas à sotavento da Serra (SILVA, 2022).

4.1.1.2 Geomorfologia e Pedologia

Tendo como origem substratos cristalinos, a Depressão Sertaneja é a principal unidade geomorfológica presente na Sub-bacia do Rio Quixeramobim. Com predominância de áreas planas e de baixa declividade, o relevo da área em estudo é constituído majoritariamente por rampas com pequena inclinação, responsáveis por direcionar o escoamento superficial para o leito dos cursos d'água (Rabelo *et al*, 2022). Há, contudo, algumas áreas de declividade acentuada. Nessas regiões, pode-se observar uma maior incidência de afloramentos rochosos, fenômeno observado na Figura 3.

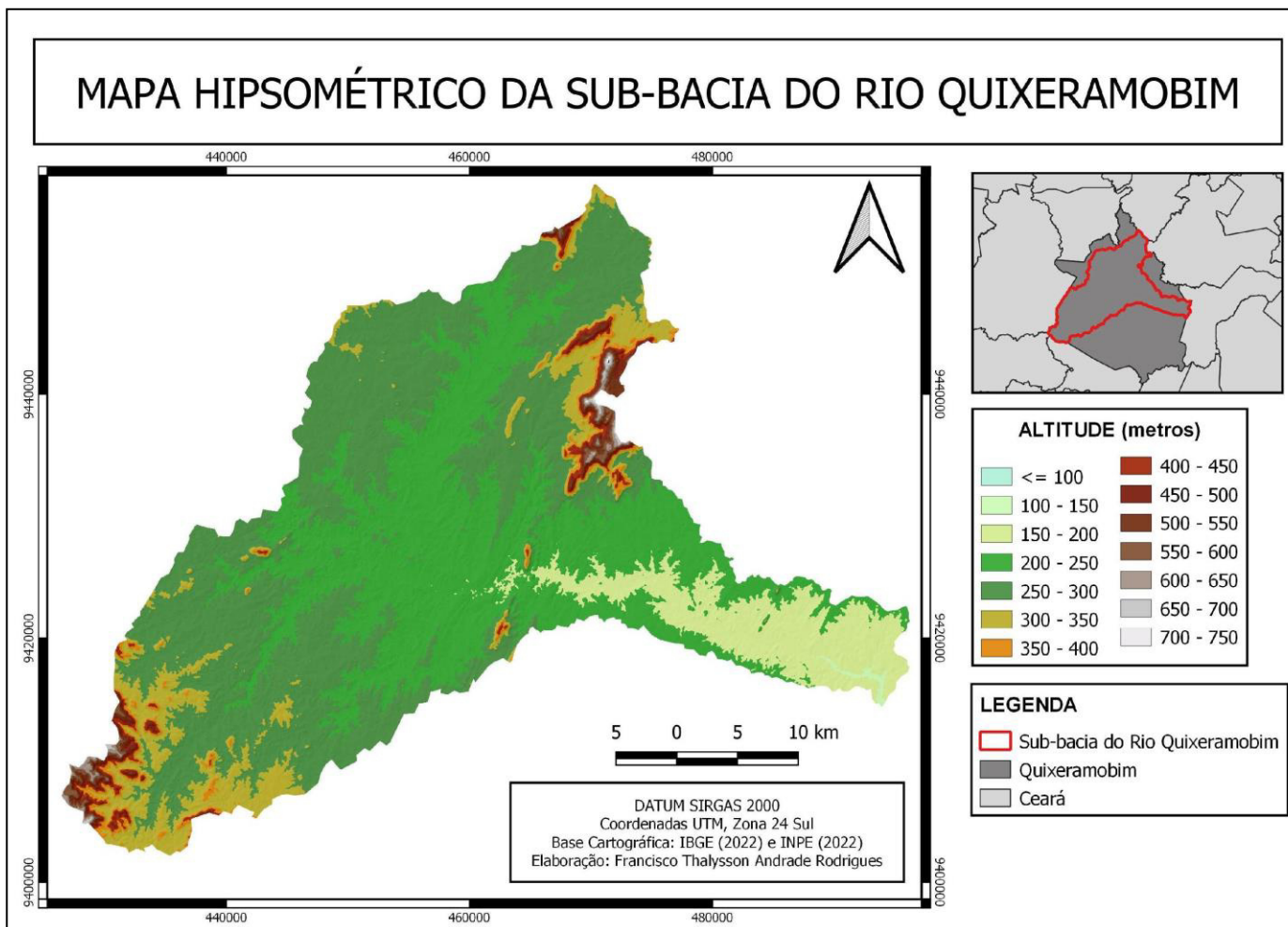
Figura 3- Afloramento rochoso



Fonte: Autor

A altimetria da região pode ser observada na Figura 4. A Sub-bacia do Rio Quixeramobim apresenta extensas áreas com pouca variação altimétrica, representadas pelas áreas em verde da Figura 4, com algumas poucas regiões de inclinação mais expressiva, representadas pelas áreas em vermelho e cinza

Figura 4 - Mapa hipsométrico da Sub-bacia do Rio Quixeramobim

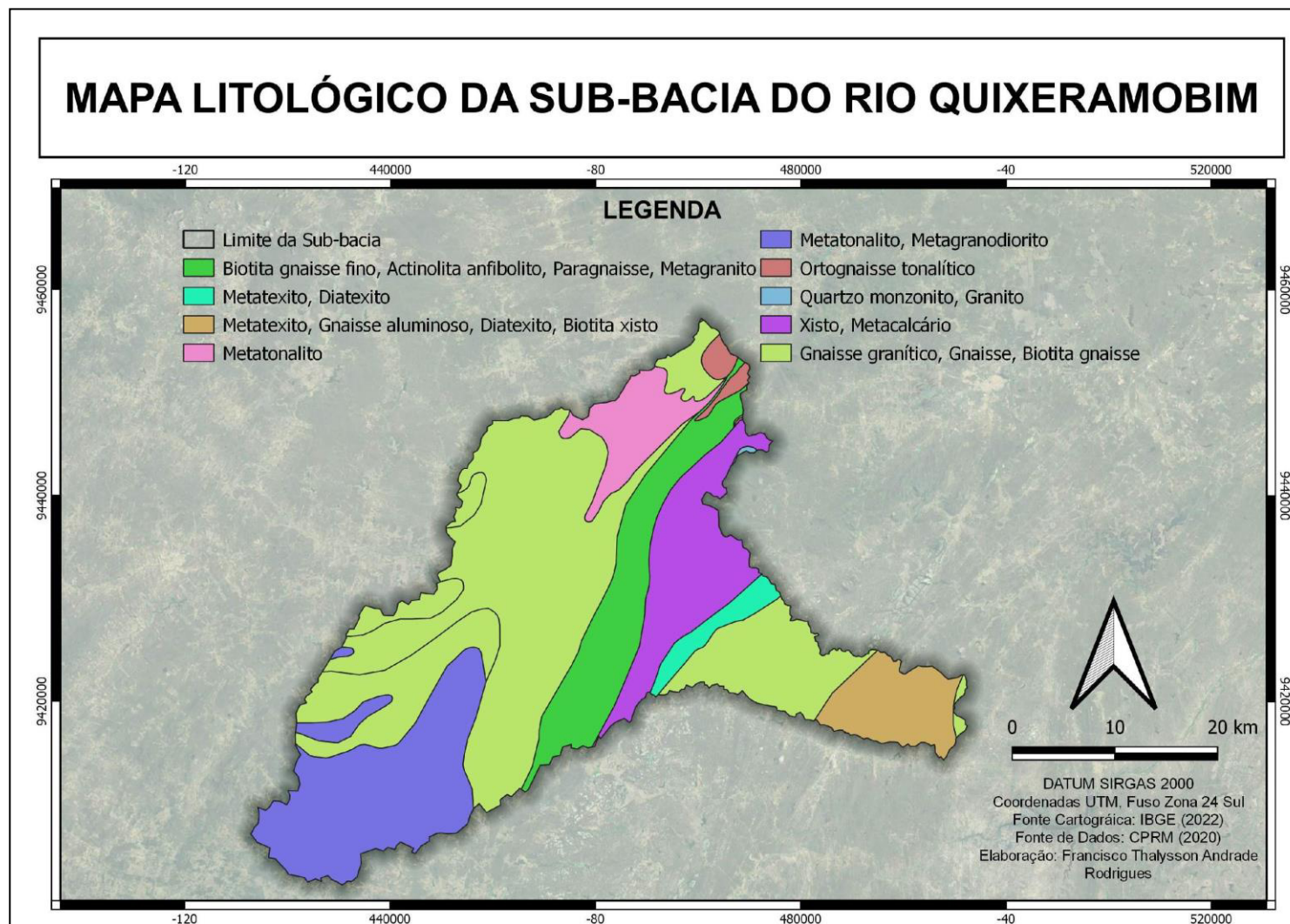


Fonte: Adaptado de INPE (2022) e IBGE (2021b)

Na Sub-bacia do Rio Quixeramobim, a presença da serapilheira ou Horizonte O do solo restringe-se às áreas de vegetação densa, nas demais regiões o solo praticamente não apresenta cobertura significativa de matéria orgânica em decomposição (folhas, galhos e restos animais). Nesse contexto, tem-se uma menor fertilidade do solo nas regiões desmatadas.

Os solos da Sub-bacia do Rio Quixeramobim apresentam profundidade rasa a mediana, além de numerosos residuais pedregosos. Os tipos pedológicos desse domínio geomorfológico variam de podzólicos vermelho-amarelos e brunos não cálcicos nas áreas de topo de colina e altas vertentes até planossolos solódico, vertissolos e solonetz-solodizados nas baixas vertentes e áreas a jusante das planícies inclinadas (BNB, 2005). Com relação aos tipos litológicos na área em estudo, pode-se observar na Figura 5 uma maior incidência de gnaiss granítico, gnaiss, biotita gnaiss, xisto, metacalcário, biotita gnaiss fino, paragnaiss e metagranito.

Figura 5 - Mapa litológico da Sub-bacia do Rio Quixeramobim



Fonte: Adaptado de CPRM (2020)

Há também a presença de alguns maciços residuais na região em estudo, compondo serras e serrotes cristalinos com altimetria superior às típicas rampas de baixa inclinação da área da sub-bacia (Rabelo *et al*, 2022). Esses maciços concentram boa parte dos afloramentos rochosos, que comumente apresentam-se na forma de iselbergs e cristas residuais, compondo paisagens de relevante beleza cênica.

4.1.2 Meio Biótico

4.1.2.1 Fauna

A diversidade faunística presente na área de estudo é típica do bioma de caatinga, com animais de pequeno e médio porte, adaptados às condições climáticas particulares da região e à escassez de alimento durante grande parte do ano.

Apresentando índices quantitativos reduzidos, a fauna dentro da área de estudo encontra-se ameaçada pelas atividades humanas desenvolvidas no entorno. A intensa urbanização à jusante do Açude Quixeramobim, sobretudo dentro da bacia hidráulica do rio, reduziu as áreas verdes que abrigam diversas espécies animais, culminando na depleção da diversidade faunística na região.

Na porção à montante do reservatório, a caça e a atividade agrícola são desenvolvidas de forma predatória, contribuindo para a redução das áreas verdes, diminuição da oferta de alimento, afugentamento de animais e incremento dos índices de extinção.

4.1.2.1.1 Avifauna

A avifauna da região é abundante em espécies herbívoras de pequeno porte, apesar de contar com algumas aves carnívoras e detritívoras como *Caracara plancus* (carcará), *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira), *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó) e *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta).

Nas áreas mais próximas aos reservatórios, a incidência de aves da família Anatidae e demais espécies aquáticas é maior, conforme mostrado na Figura 6 (Filho; Junior, 2009). Essas aves geralmente são onívoras, alimentando-se de peixes, caramujos, larvas de

insetos, pequenos crustáceos e plantas aquáticas. A *Gallinula chloropus* (galinha d'água), *Dendrocygna viduata* (irerê ou marreca-viuvinha), *Butorides striata* (socozinho), *Cairina moschata* (pato-do-mato), e *Egretta thula* (garça-branca-pequena) são as aves mais comuns nas áreas úmidas (FILHO; JUNIOR, 2009).

Figura 6 - Aves aquáticas em manancial urbano



Fonte: Autor

As principais espécies encontradas em toda extensão da bacia hidrográfica são *Passer domesticus* (pardal), *Columbina sp.* (rolinha), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira), *Estrilda astrild* (bico-de-lacre), *Crotophaga ani* (anum-preto), *Guira guira* (anum-branco), *Cariama cristata* (seriema), *Vanellus chilensis* (quero-quero), *Paroaria dominicana* (galo-de-campina), *Eupsittula cactorum* (periquito-da-caatinga), *Forpus passerinus* (tuim), *Nyctipolus hirundinaceus* (bacurauzinho-da-caatinga) e *Zenaida auriculata* (avoante).

4.1.2.1.2 Herpentofauna

A ordem de anfíbios mais expressiva na área em estudo é a Anura, abrangendo as espécies conhecidas como sapos, rãs e pererecas. Esses animais são desprovidos de cauda na fase adulta, são carnívoros e dotados de quatro patas.

Dentre as espécies identificadas, podem ser citadas *Rhinella jimi* (sapo cururu),

Hypsiboas raniceps, *Leptodactylus fuscus* (socó), *Leptodactylus macrosternum*, *Physalaemus albifrons*, e *Pseudopaludicola pocoto*.

As espécies de répteis mais abundantes na sub bacia do Rio Quixeramobim pertencem à ordem Squamata, popularmente conhecida como Escamada. Esse grupo é formado por lagartos, cobras, serpentes e anfisbenas. O grupo dos lagartos é particularmente numeroso na região, sobretudo com relação as espécies de pequeno porte, como a ilustrada na Figura 7. Os cágados foram os únicos animais da Ordem Chelonia identificada na região.

Figura 7 - Pequeno lagarto sobre pedras



Fonte: Autor

Sobre as demais espécies de répteis presentes na área de estudo, tem-se: *Lygodactylus klugei*, *Hemidactylus agrius* (lagartixa), *Micrablepharus maximiliani*, *Vanzosaura rubricauda*, *Colobosauroides cearensis*, *Iguana iguana* (iguana), *Brasiliscincus reathi*, *Phyllopezus pollicaris*, *Ameiva ameiva* (calango-verde), *Ameivula ocellifera*, *Salvator merianae* (teiú), *Tropidurus semitaeniatus*, *Boa constrictor* (jiboia), *Oxyrhophus trigeminus*, *Pseudoboa nigra*, *Micrurus ibiboboca* (cobra-coral) e *Crotalus durissus* (cascavel) (RODRIGUES, 2003).

4.1.2.1.3 Mastofauna

Como representantes da mastofauna na área de estudo, pode-se citar *Lycalopex vetulos* (raposa-do-campo), *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba), *Callithrix jacchus* (sagui-do-nordeste), *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco), *Cavia aperea* (preá), *Kerodon rupestris* (mocó), *Puma condolor* (onça-parda), *Didelphis aurita* (sarüê), *Monodelphis domestica* (catita), *Mazama gouazoubira* (veado-catingueiro) e *Lonchophylla dekeyseri* (morcego).

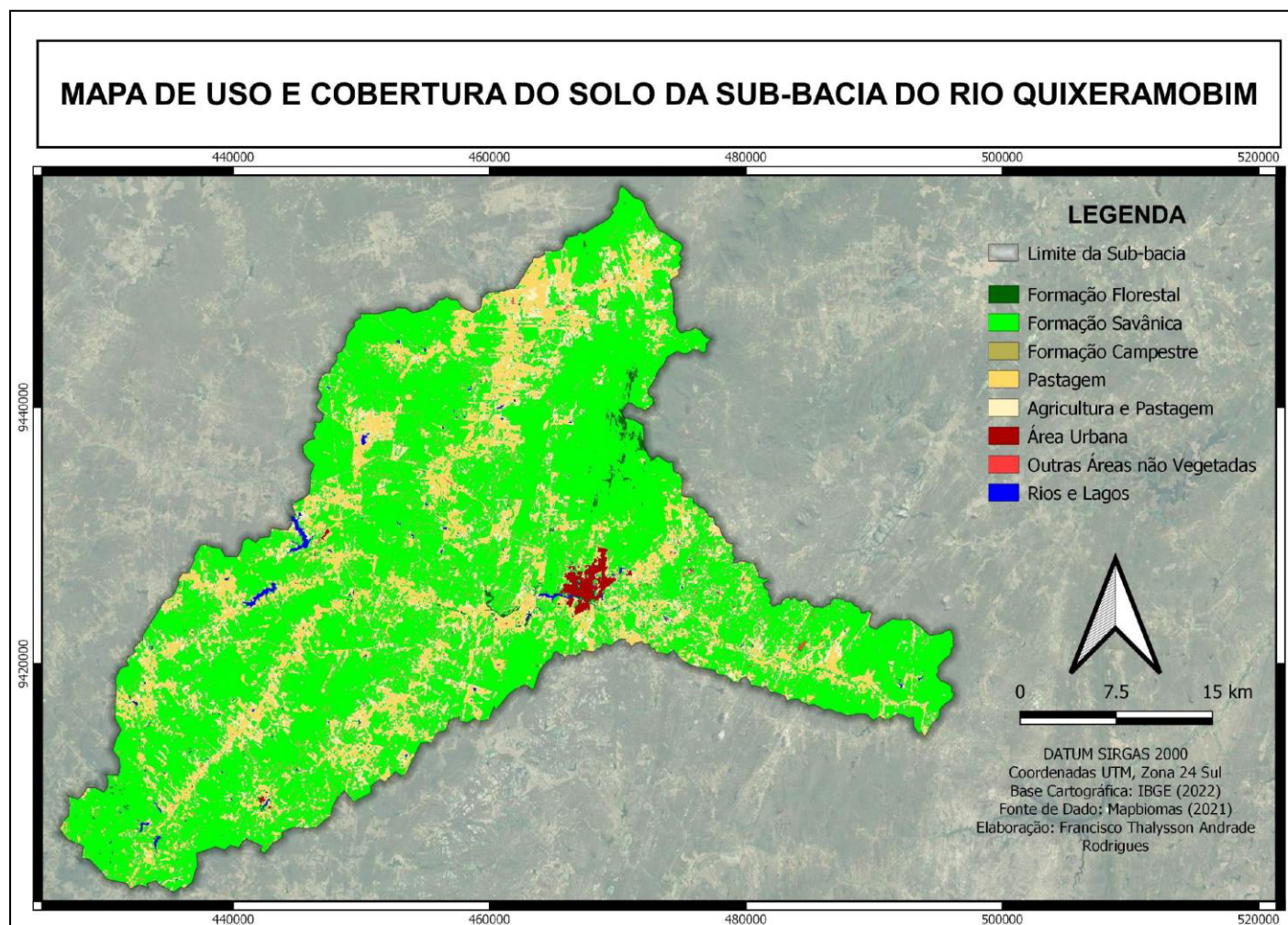
Com base nas visitas ao local em estudo, tornou-se evidente uma maior dificuldade nos avistamentos de mamíferos de médio e grande porte. A expansão urbana e agrícola, somado à caça predatória podem ser fatores que corroboram com a redução da diversidade dessas espécies na Sub-bacia do Rio Quixeramobim.

4.1.2.2 Flora

A Sub-bacia do Rio Quixeramobim encontra-se integralmente desenvolvida dentro do domínio do bioma caatinga. A vegetação observada na área em estudo é majoritariamente de pequeno e médio porte, com características xerófitas (espinhos, raízes profundas, folhas impermeabilizadas e comportamento caducifólio). As espécies arbóreas e arbustivas possuem caule e galhos retorcidos, com relativa baixa estatura máxima, já as ervas e gramíneas apresentam crescimento ereto, com rápida e abundante produção de sementes.

Conforme observado na Figura 8, a fisionomia da vegetação na Sub-bacia do Rio Quixeramobim é predominantemente savânica, com poucas áreas de formação florestal. As áreas de pastagem e agricultura alargam-se sobre a região, sobretudo nas proximidade de cursos d'água e reservatórios.

Figura 8 - Mapa de uso e cobertura do solo da Sub-bacia do Rio Quixeramobim



Fonte: Adaptado de MAPBIOMAS (2021).

Alternando-se entre regiões de mata densa e de vegetação esparsa, a Sub-bacia do Rio Quixeramobim é uma área rica em diversidade vegetal. As formações florestais são mais perceptíveis nos morros e serras, que garantem uma produção de matéria seca mais volumosa, responsável por cobrir e manter a fertilidade do solo. Já nas áreas de solos rasos e pedregosos, semelhante à Figura 9, a caatinga apresenta formação dispersa, com predominância de arvoretas, arbustos, gramíneas e cactos. Nessas regiões, a baixa produção de serapilheira, insuficiente para manter a cobertura do solo, intensifica a ação dos agentes erosivos.

Figura 9 - Cactos sobre afloramento rochoso



Fonte: Autor

O município de Quixeramobim apresenta 4 fisionomias diferentes do bioma caatinga: Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta, Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea) e Floresta Subcaducifolia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Seca) (IPECE, 2007). A ocorrência predominante na área da bacia se dá pelas fisionomias de Caatinga Arbustiva Densa e Caatinga Arbustiva Aberta, sendo as demais vegetações restritas à uma pequena faixa na porção sul do município (IPECE, 2007).

As principais espécies identificadas na área de estudo são: *Mimosa tenuiflora* (jurema), *Anadenanthera colubrina* (angico), *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Croton sonderianus* (marmeleiro-do-mato), *Amburana cearensis* (imburana-de-cheiro), *Commiphora leptophloeos* (imburana-de-cambão), *Poincianella pyramidalis* (catingueira), *Libidibia ferrea* (pau-ferro), *Gallesia integrifolia* (pau-d'alho), *Pilosocereus pachycladus* (facheiro),

Pilosocereus gounellei (xique-xique), *Cordia oncocalix* Allemão (pau-branco), *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá), *Hyptis umbrosa* (bamburral), *Cenchrus ciliaris* (capim-buffel), *Solanum capsicoides* (melancia-da-praia), *Ceiba glaziovii* (barriguda), *Genipa americana* (jenipapo), *Senna obtusifolia* (mata-pasto), *Bauhinia forficata* (pata-de-vaca), *Mimosa pudica* (mimosa), *Passiflora cincinnata* (maracujá-da-caatinga), *Sida cordifolia* (malva-branca) e *Turnera ulmifolia* (xanana) (LOPES *et al.*, 2009).

Na planície de inundação dos reservatórios e dos trechos perenizados da área de estudo, desenvolve-se uma vegetação de caatinga com fisionomia de mata ciliar. Essas faixas verdes apresentam características subcaducifólias, além de resistência à seca e à inundação. A exemplo de espécies da mata ciliar na sub-bacia do Rio Quixeramobim, tem-se o *Geoffroea spinosa* (marizeiro), *Parkinsonia aculeata* (cina-cina), *Paspalum maritimum* Trind (capim-gengibre), *Clitoria ternatea* (feijão-borboleta), *Combretum leprosum* (mufumbo) e *Cleome spinosa* (mussambê) (FARIAS; LACERDA; GOMES; BARBOSA; DORNELAS, 2017).

Nas proximidades dos centros urbanos e áreas agrícolas da área de estudo, é comum a identificação de espécies vegetais exóticas e invasoras, essas plantas decorrem das atividades humanas voltadas para arborização, paisagismo, produção de alimentos e forragem para ruminantes. Os exemplares da vegetação de ciclo longo de origem antrópica de maior destaque são o *Delonix regia* (flamboyant), *Azadirachta indica* (neem-indiano), *Ixoria coccinea* (ixora), *Ficus benjamina* (benjamim), *Terminalia catappa* (amendoeira-de-praia), *Mangifera indica* (mangueira), *Psidium guajava* (goiabeira-rosa), *Tamarindus indica* (tamarindo), *Agathis robusta* (pinheiro-australiano), *Roystonea oleracea* (palmeira-imperial), *Cocos nucifera* (coqueiro), *Prosopis juliflora* (algaroba), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Moringa oleifera* (moringa) e *Gliricidia sepium* (gliricídia).

4.1.3 Meio Socioeconômico

A sub-bacia do Rio Quixeramobim localiza-se no município de Quixeramobim, no Estado do Ceará. Pertencendo à Região de Planejamento do Sertão Central, o município possui 9 distritos (Belém, Encantado, Lacerda, Manitiba, Nenelândia, Passagem, Damião Carneiro, São Miguel e Uruquê), além da sede.

Conforme o último Censo, realizado em 2010, o município apresenta área total de 3.324,987 quilômetros quadrados e população de 71.887 pessoas, formada por 49,70% de

homens e 51,30% de mulheres (IBGE, 2010). Com uma taxa de população urbana relativamente alta, Quixeramobim concentra 60,42% da população na área urbana do município, enquanto os 39,58% restantes distribuem-se na zona rural. Com incremento populacional considerável, Quixeramobim apresenta projeção populacional de 82.455 pessoas para o ano de 2021 (IBGE, 2010).

O município apresenta taxa de escolarização de 6 a 14 anos de 96,77% e conta com 77 estabelecimentos de ensino fundamental e 10 de ensino médio (IBGE, 2021a). No ano de 2021, Quixeramobim figurou entre os 10 municípios brasileiros com melhor colocação de acordo com o Índice de Oportunidades da Educação Básica, que engloba indicadores referentes aos resultados educacionais, relação entre família, escola e educação, e processos e insumos da educação.

Quixeramobim apresenta PIB per capita de R\$ 15.148,01, destacando-se como uma das principais economias da Região do Sertão Central (IBGE, 2019). O setor de serviços é o responsável pela maior porção do PIB do município (57,27%), seguido pelo setor industrial (27,17%) e pela agropecuária (15,56%) (Ceará, 2009). Em contraste com municípios vizinhos, Quixeramobim apresenta desenvolvimento industrial relativamente elevado, principalmente pela existência de unidades do ramo alimentício, calçadista e de ração. Apesar de aparecer em terceiro lugar, o setor agropecuário destaca-se por, juntamente com outros municípios da Bacia do Banabuiú, possuir um dos maiores rebanhos bovinos do Ceará, sendo uma região conhecida pela produção de leite (CEARÁ, 2009).

Devido sua localização central, o município é um ponto estratégico para sediar órgãos e equipamentos ligados à gerência de recursos naturais e captação de dados ambientais. Quixeramobim abriga a Gerência Regional da COGERH responsável pela Bacia do Banabuiú, um dos radares meteorológicos da FUNCEME e uma sede da Brigada Federal do Ibama Ceará. Além disso, através do Projeto de Lei Nº 001/2021, o município instituiu a Criação da Superintendência Municipal de Meio Ambiente de Quixeramobim - SUMAQ, para dar suporte aos processos municipais de licenciamento ambiental.

Com relação à destinação final dos resíduos gerados na área da sub-bacia, o município de Quixeramobim conta com um aterro controlado como alternativa para disposição final dos resíduos sólidos gerados na cidade (SEMA, 2019). Nesta modalidade de aterro, os resíduos são confinados com uso de material inerte, após serem compactados ao final de cada jornada de trabalho (ABNT, 1985).

Apesar de não realizar a coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos, a gestão do

aterro promove a segregação do material entre lixo doméstico, entulho de construção civil e remanescente de poda de árvores. Ainda na área do aterro controlado, foi possível constatar a atuação de um pequeno grupo de catadores, que segregavam materiais para reciclagem conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Material reciclado segregado por catadores



Fonte: Autor

Vale destacar que atualmente o município de Quixeramobim encontra-se em processo de resolução dos trâmites legais para a possível instalação e operação de uma usina de reciclagem no município. A implantação de uma estrutura como essa, além de diminuir as pressões sobre o aterro controlado, promove uma destinação ambientalmente mais adequada para um grande volume de resíduos no município.

Apesar de apresentar rede de coleta de esgoto, a cobertura da rede não abrange 100% dos domicílios. Muitas residências ainda utilizam soluções individuais como destinação final dos efluentes gerados, como fossas negras.

O sistema de tratamento de esgoto do município, constituído por lagoas de estabilização, não está operando de maneira adequada, em virtude de alguns problemas técnicos. Para o bom funcionamento do sistema, são necessárias algumas ações na área da estação, como desassoreamento das lagoas. Em visita à Estação de Tratamento de Efluentes do município de Quixeramobim, observou-se que apesar da necessidade de alguns processos corretivos, conforme ilustrado na Figura 11, a estrutura do local é bastante robusta.

Figura 11 - Estrutura danificada na ETE de Quixeramobim



Fonte: Autor

4.1.4 Recursos Hídricos

4.1.4.1 Mananciais Superficiais

O Rio Quixeramobim integra a Sub-bacia do Rio Banabuiú, uma das cinco integrantes da Bacia do Rio Jaguaribe. A Sub-bacia do Rio Banabuiú drena uma área total de 19.810 quilômetros quadrados, correspondente a 13% do território cearense (caracterizando esta sub-bacia como a segunda maior em extensão territorial do Estado) (CEARÁ, 2009).

Percorrendo uma distância superior a 300 quilômetros, o Rio Banabuiú possui afluentes em 13 municípios cearenses (Quixeramobim, Quixadá, Mombaça, Senador Pompeu, Ibicuitinga, Morada Nova, Piquet Carneiro, Banabuiú, Monsenhor Tabosa, Boa Viagem, Itatira, Pedra Branca e Madalena) e desagua no Rio Jaguaribe (Ceará, 2009). Devido à baixa pluviosidade e às altas temperaturas médias da região, os rios da sub-bacia são intermitentes, apresentando escoamento apenas durante o período chuvoso.

Como mecanismo para sanar a demanda hídrica da região, a açudagem é uma técnica amplamente empregada na sub-bacia do Rio Banabuiú. Com nove açudes construídos pelo Estado e pela União, o município de Quixeramobim possui capacidade para armazenar

258.320.000 metros cúbicos nos reservatórios públicos (COGERH, SOHIDRA, FUNCEME, 2022). Apesar do grande potencial para acúmulo hídrico, os fatores climáticos adversos provocam a rápida evaporação do volume acumulado nos reservatórios durante o período de estiagem.

O Rio Quixeramobim, localizado no município de mesmo nome, é um dos principais mananciais que integram a Sub-bacia do Rio Banabuiú, sendo um dos afluentes da margem esquerda deste rio. Tendo como principais reservatórios o Açude Fogareiro e Açude Quixeramobim, este último na sede do município, o Rio Quixeramobim é um dos responsáveis pelo aporte hídrico do Açude Banabuiú.

O Açude Fogareiro localiza-se no Distrito de Passagem, no município de Quixeramobim e tem capacidade volumétrica de 118.820.000 metros cúbicos (SRH, 2015). Inaugurado no ano de 1996, o reservatório foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) e gerenciado pela COGERH. O volume acumulado nesse reservatório é parcialmente transferido para os açudes Quixeramobim e Pirabibu em anos de menor aporte hídrico (SRH, 2015).

O Açude Quixeramobim, ilustrado na Figura 12, está localizado na sede do município de Quixeramobim, sendo o reservatório responsável pelo abastecimento da cidade. Suas águas são captadas pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Quixeramobim para tratamento e distribuição no perímetro urbano do município. O açude apresenta capacidade volumétrica de 54.000.000 metros cúbicos, com áreas de bacia hidráulica e hidrográfica de 46,08 e 8.300 quilômetros quadrados respectivamente (SRH, 2015).

Figura 12 - Açude Quixeramobim



Fonte: Autor

Diferenciando-se da maioria dos reservatórios cearenses, o açude Quixeramobim possui barragem do tipo gravidade, realizada em concreto com sangradouro do tipo Creager e 102 metros de cota de soleira (SRH, 2015).

Até o ano de 2021, o trecho perenizado do rio Quixeramobim que liga o açude Fogareiro ao açude Quixeramobim era a via utilizada para transferência das águas do distrito de Passagem até a sede do município durante períodos de estiagem a fim de suprir a demanda hídrica da cidade. Com supervisão da COGERH, as operações de transferência das águas entre os açudes no ano de 2021 garantiu aporte hídrico de 4.500.000 metros cúbicos para a barragem de Quixeramobim, que atingiu o volume de 5.400.000 metros cúbicos ao final da operação (COGERH, 2021). A transferência apresentou eficiência de 80% e foi uma ação que teve participação e acompanhamento do Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Banabuiú (CSBH-Rio Banabuiú) e da Comissão Gestora do Sistema Quixeramobim-Fogareiro (COGERH, 2021).

Em 2022, a COGERH concluiu a construção da Adutora de Montagem Rápida (AMR), que liga o açude Fogareiro à sede do município de Quixeramobim. A adutora conta com tubulação em ferro fundido unidas através de anéis de vedação. As tubulações utilizadas na obra provém da adutora desativada do açude Pedras Brancas.

4.1.4.2 Mananciais Subterrâneos

O domínio hidrogeológico predominante na sub-bacia do Rio Quixeramobim é o embasamento cristalino, nos quais s mananciais subterrâneos encontram-se distribuídos de maneira aleatória, descontínua e em baixa quantidade, por conta da inexistência de uma porosidade primária que facilitaria a infiltração e reservação da precipitação (Feitosa, 1998). Os aquíferos fissurais caracterizam-se pela presença de porosidade secundária proveniente de fendas e fissuras distribuídas irregularmente no escudo rochoso (Feitosa, 1998). Com relação a qualidade desses mananciais, as características físico-químicas do solo, juntamente com os aspectos climáticos típicos do semiárido brasileiro corroboram para a alta salinidade de grande parte dos mananciais subterrâneos na região do sertão cearense, diminuindo a potencialidade do seu uso (FEITOSA, 1998).

Apesar da baixa potencialidade dos aquíferos da região, a utilização de poços é uma alternativa altamente empregada na Sub-bacia do Rio Quixeramobim, sobretudo para complementar a demanda hídrica do município durante o período de estiagem. Durante o primeiro semestre de 2022, foram perfurados poços no leito seco do Açude Quixeramobim, ilustrado na Figura 13, cuja água era captada para ser tratada e distribuída pelo SAAE Quixeramobim.

Figura 13 - Poço cavado no leito do Açude Quixeramobim



Fonte: Autor

Até o ano de 2006 o município de Quixeramobim apresentava 288 poços cadastrados nos sistemas do CPRM, Funceme, Funasa, Sohidra, COGERH, DNOCS, ou de

empresas privadas (Cordeiro *et al*, 2009 *apud* Ceará, 2009). Os poços tubulares são os mais comumente empregados no município, somando 273 instalações, enquanto os poços amazonas representam apenas 15 unidades do total de poços na região (CORDEIRO *et al*, 2009 *apud* CEARÁ, 2009).

4.2 Identificação de Áreas Frágeis e Críticas

4.2.1 Áreas Frágeis

A sub-bacia do Rio Quixeramobim apresenta dois grupos principais de áreas frágeis: as faixas marginais aos mananciais superficiais e as formações de relevo com alta declividade. O Rio Quixeramobim possui regime intermitente, logo apresenta escoamento apenas durante o período chuvoso, contudo as faixas marginais ao leito do rio, mesmo na ausência de deflúvio, são tidas como áreas frágeis, valendo-se do mesmo para seus afluentes (BRASIL, 2012).

Os açudes construídos a partir do barramento do rio apresentam faixa marginal passível de degradação intensa em face da possibilidade de desenvolvimento de ações antrópicas no seu entorno. Nesse sentido, as áreas que contornam os reservatórios também são classificadas como áreas frágeis, dada a fragilidade ambiental desses ecossistemas. Os principais reservatórios da sub-bacia do Rio Quixeramobim, açude Quixeramobim e açude Fogareiro, localizam-se majoritariamente na zona rural do município. Contudo há pequenos reservatórios não utilizados para abastecimento humano desenvolvidos dentro da zona urbana da cidade, formados a partir do barramento de afluentes do rio Quixeramobim por taludes que comportam as principais vias do município. As faixas marginais dos reservatórios urbanos formados a partir do barramento de cursos naturais também são classificadas como áreas frágeis, sendo necessária a sua proteção mesmo diante da proximidade com as edificações urbanas (BRASIL, 2012).

Por se encontrar no domínio geomorfológico da Depressão Sertaneja, a sub-bacia do Rio Quixeramobim apresenta relevo majoritariamente aplainado, formado por rampas cobertas por detritos cristalinos de baixa declividade (Rabelo *et al*, 2022). Entretanto, na mesma região há também a incidência de algumas áreas de maciços cristalinos residuais, que possuem declividade tipicamente acentuada e fragilidade ambiental expressiva, exemplificado

na Figura 14.

Figura 14 - *Iselberg* na área rural do município de Quixeramobim



Fonte: Autor

Apesar da definição de área frágil estar fortemente atrelada às APPs, o presente trabalho também considerou os espaços dotados de achados arqueológicos, relevante beleza cênica e formações naturais raras como áreas frágeis. Nas proximidades do Açude Quixeramobim, o Mirante do Cruzeiro (Figura 15) é uma das áreas de relevante interesse socioambiental, não apenas pela sua beleza cênica, como também pela prática do turismo sustentável. Devido à proximidade com a área urbana do município, a área é comumente utilizada para a prática de trilhas, escaladas e ciclismo.

Figura 15 - Mirante do Cruzeiro



Fonte: Autor

A zona rural do município de Quixeramobim abriga formações geológicas únicas e de relevante interesse socioambiental. A Localidade do Alegre destaca-se pela importância arqueológica das suas formações rochosas. O *inselberg* presente na área, conhecido como “Pedra do Letreiro”, possui gravuras rupestres esculpidas e pintadas na face rochosa, conforme ilustrado na Figura 16. Além das inscrições, a Pedra do Letreiro também apresenta a formação de pilões de pedra, estruturas confeccionadas pelos povos pretéritos para o processamento de vegetais (FREITAS, 2019).

Figura 16 - Inscrições rupestres



Fonte: Autor

4.2.2 Áreas Críticas

No meio rural da área de estudo, a supressão vegetal com finalidade agrícola é um dos principais fatores geradores de áreas críticas. Com o intuito de plantar culturas de ciclo curto (milho, feijão, abóbora, etc.) ou para o cultivo de pasto, o desmatamento é, muitas vezes, praticado de forma displicente na área rural, o que culmina na depleção da qualidade ambiental do meio.

Para o preparo do solo para o plantio, o emprego do fogo ainda é muito comum, sobretudo na agricultura de subsistência. A técnica que consiste no corte e queima da vegetação no período que precede a estação chuvosa é utilizada para retirar a cobertura vegetal nativa primária ou secundária, permitindo a aradagem com trator ou plantio direto, além da fertilização do solo com as cinzas. Contudo, essa prática, conciliada com a agricultura migratória, é altamente danosa ao meio ambiente, uma vez que remove a serapilheira e

compromete o metabolismo dos microorganismos responsáveis pelas diversas interações entre os componentes bióticos e abióticos do solo. A vegetação suprimida é disposta em amontoados, ilustrado na Figura 17, até desidratar em função da insolação, em seguida ateia-se fogo aos galhos e troncos.

Como consequência do manejo inadequado da terra, tem-se a perda de fertilidade e estabilidade do solo por volatilização dos nutrientes e intensificação dos fenômenos erosivos, o que resulta no processo de desertificação (Neary, 1999). Para Conti (2009), a desertificação é um processo dinâmico no qual os ambientes tornam-se desertos ou arranjos semelhantes, em virtude de mudanças climáticas naturais ou do aumento da pressão das atividades antrópicas sobre ecossistemas frágeis.

Figura 17 - Corte de material vegetal para queima



Fonte: Autor

O Código Florestal Brasileiro permite o plantio de culturas de ciclo curto como subsídio para a agricultura familiar nas faixas de terra expostas pelos rios e lagos durante o período de vazante, desde que não implique na supressão vegetal de novas áreas ou na alteração da qualidade da água, solo, vegetação e fauna da região (Brasil, 2012). Dado esse contexto, muitos agricultores realizam o plantio de espécies forrageiras (sorgo, capim-elefante, braquiárias, etc.) nas áreas de vazante do Rio Quixeramobim, exemplificado na Figura 18, com eventual aplicação de pesticidas e herbicidas nas plantações.

Figura 18 - Plantio de espécie forrageira às margens do Rio Quixeramobim



Fonte: Autor

O uso de agrotóxicos, sobretudo na faixa da bacia hidráulica de um rio ou lago, é prejudicial ao meio ambiente, uma vez que a ação da chuva e do vento dispersa os agentes tóxicos pelos diversos compartimentos ambientais do ecossistema, contaminando água, solo e consequentemente o meio biótico. Além disso, essa prática tem como agravante o risco de contaminação da população abastecida pela água do manancial, haja visto que os sistemas de tratamento convencionais de água não são capazes de remover todos os compostos tóxicos acarreitados pelo carreamento de agrotóxicos para o reservatório (Lucas *et al*, 2020). Dado esse contexto, muitas das áreas utilizadas para a produção de alimento, inclusive aquelas próximas ao leito do rio, encontram-se degradadas, logo tornam-se áreas críticas.

A inexistência de rede de coleta de esgoto em boa parte do meio rural brasileiro é um fator que contribui para a degradação da água e do solo em fazendas e assentamentos. Em decorrência do baixo custo de execução, muitas famílias da zona rural do município de Quixeramobim optam pela construção de uma fossa negra como destino final para o esgoto doméstico.

As fossas negras são estruturas escavadas no terreno geralmente bem próximo à residência, cobertas por uma laje de alvenaria e sem qualquer impermeabilização nas laterais ou do fundo. Apesar de que parte da matéria orgânica é degradada pela ação microbiana, o sistema apresenta baixa eficiência de tratamento, o que permite a infiltração de compostos

poluidores e organismos patogênicos pelas paredes da fossa, contaminando o solo e os mananciais subterrâneos e superficiais (Faustino, 2007). Além da degradação ambiental, a contaminação dos recursos hídricos por esgoto doméstico aumenta o risco de contração de doenças de veiculação hídrica pela população local, como febre tifóide, amebíase, esquistossomose, teníase, entre outras (SOUZA, 2015).

Conciliada com a agricultura de subsistência, a criação de suínos é uma atividade muito desenvolvida na Sub-bacia do Rio Quixeramobim. Do ponto de vista ambiental, os impactos relacionados à suinocultura na região se dão a partir de dois fatores, a alta demanda de água e a difícil destinação dos resíduos da atividade. Criados confinados em baias de alvenaria, os animais precisam de constantes banhos para evitar o estresse e diminuir a temperatura corporal, o que requer muita água. Além disso, é essencial que a limpeza das baias seja feita de maneira periódica, para evitar o acúmulo de dejetos junto aos animais e a contração de doenças. Nesse contexto, tem-se um alto consumo hídrico da atividade, o que contrasta com a disponibilidade do recurso em uma região semiárida.

Como consequência da limpeza constante das baias de suínos, tem-se a geração de efluentes volumosos de elevada carga poluidora, que na maioria dos casos não recebem a destinação adequada. É comum que os efluentes de suinocultura sejam destinados a fossas negras ou dispostos diretamente no solo, mesmo nas criações próximas ao leito do rio. A alta carga de matéria orgânica e a presença de coliformes fecais nesses efluentes, quando não tratados e adequadamente destinados, causam sérias consequências para a qualidade ambiental do meio, sobretudo intensificando a degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (OLIVEIRA, 2002).

A inexistência de um aterro sanitário como destinação final ambientalmente adequada no município de Quixeramobim é um fator que corrobora com a degradação ambiental na área de estudo. Assim como muitos dos municípios cearenses, Quixeramobim apresenta sistema de coleta de resíduos sólidos, mas não realiza a disposição final adequada do material, que é disposto em um aterro controlado (Santaella *et al*, 2014). Localizado às margens da CE-265, que liga Quixeramobim ao município de Madalena, o aterro controlado ocupa uma área de aproximadamente cinco quilômetros quadrados.

A ausência de drenos de chorume e de gás, além de mecanismos para proteção dos taludes corrobora para a possibilidade de contaminação da área do aterro controlado pelos subprodutos da decomposição dos resíduos (Santaella *et al*, 2014). Por conta do alto teor de DBO, DQO e possíveis metais pesados, a infiltração do lixiviado no solo é uma problemática

preocupante, dada a possibilidade de contaminação do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na área de estudo (SILVA *et al*, 2015). Além disso, a presença de animais vetores de doenças contagiosas na área do aterro, conforme ilustrado na Figura 19, pode oferecer riscos à saúde da população próxima.

Figura 19 – Animais observados na área do aterro



Fonte: Autor.

Na área urbana da sub-bacia do Rio Quixeramobim, as áreas críticas decorrem majoritariamente da degradação ambiental de áreas frágeis (faixas marginais a cursos de rios e reservatórios artificiais) pela expansão urbana e contaminação por esgoto. Conforme exemplificado na Figura 20, observa-se intrusão de esgoto doméstico em parte do sistema de drenagem urbana, que direcionam o líquido para rios e reservatórios.

Figura 20 - Efluente doméstico em rede de drenagem



Fonte: Autor

O Açude Lessa, ilustrado na Figura 21, conhecido como Açude da Pompéia é um dos reservatórios artificiais do município, utilizado principalmente como bacia de retenção de águas pluviais. Criado a partir do barramento de um dos afluentes do Rio Quixeramobim por um talude que abriga o trecho urbano da BR-266, o açude apresenta uma área aproximada de 1,5 hectares. Com o crescimento desordenado da cidade, muitas residências instalaram-se sobre a área de preservação permanente do reservatório, chegando a invadir parte da área da bacia hidráulica do açude. Somado a isso, as ligações de esgoto aos córregos de drenagem de águas pluviais ligados ao açude comprometeram gravemente a qualidade hídrica do manancial. A presença excessiva de macrófitas e mau odor do líquido são indícios da possível contaminação por esgoto doméstico.

Figura 21 - Açude Lessa



Fonte: Autor

De forma análoga ao Açude Lessa, boa parte dos reservatórios urbanos e afluentes do Rio Quixeramobim que passam pela sede do município encontram-se degradados pela expansão urbana e disposição inadequada de efluentes. Como consequência disso, a população que habita nas proximidades das áreas críticas encontra-se sujeita a diversos prejuízos à sua qualidade de vida, como mau odor, presença de animais peçonhentos e transmissores de doenças, falta de segurança e risco de inundações durante o período chuvoso.

Além disso, certo trecho do Riacho da Palha, um dos afluentes urbanos do Rio Quixeramobim, foi canalizado e impermeabilizado, conforme ilustrado na Figura 22. A impermeabilização de canais é uma prática que vai na contramão dos sistemas de drenagem urbana sustentáveis, uma vez que estes visam reter uma maior quantidade de líquido próximo a sua captação, através de mecanismos que permitam a infiltração da água no solo, como os jardins de chuva (Melo *et al.*, 2014). Com a impermeabilização do solo, o escoamento superficial torna-se mais intenso, o que culmina na maior incidência de inundações e carreamento de material particulado, que ocasiona assoreamento dos mananciais (Cuo *et al.*, 2009). Além disso, a supressão vegetal necessária para a canalização do riacho descaracterizou o trecho como ambiente natural protegido, tornando-o mais suscetível aos impactos antrópicos.

Figura 22 - Trecho impermeabilizado do Riacho da Palha

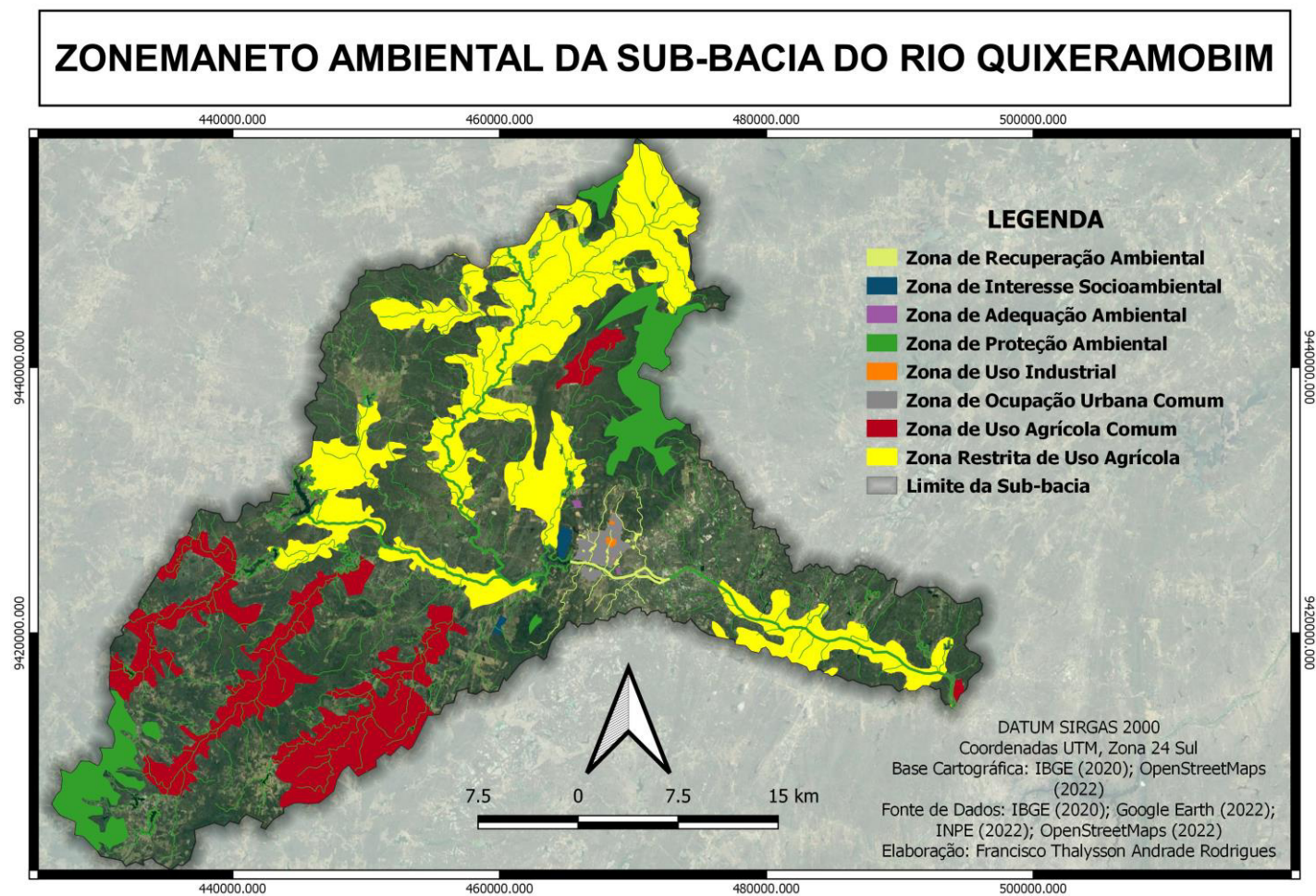


Fonte: Autor

4.3 Zoneamento Ambiental

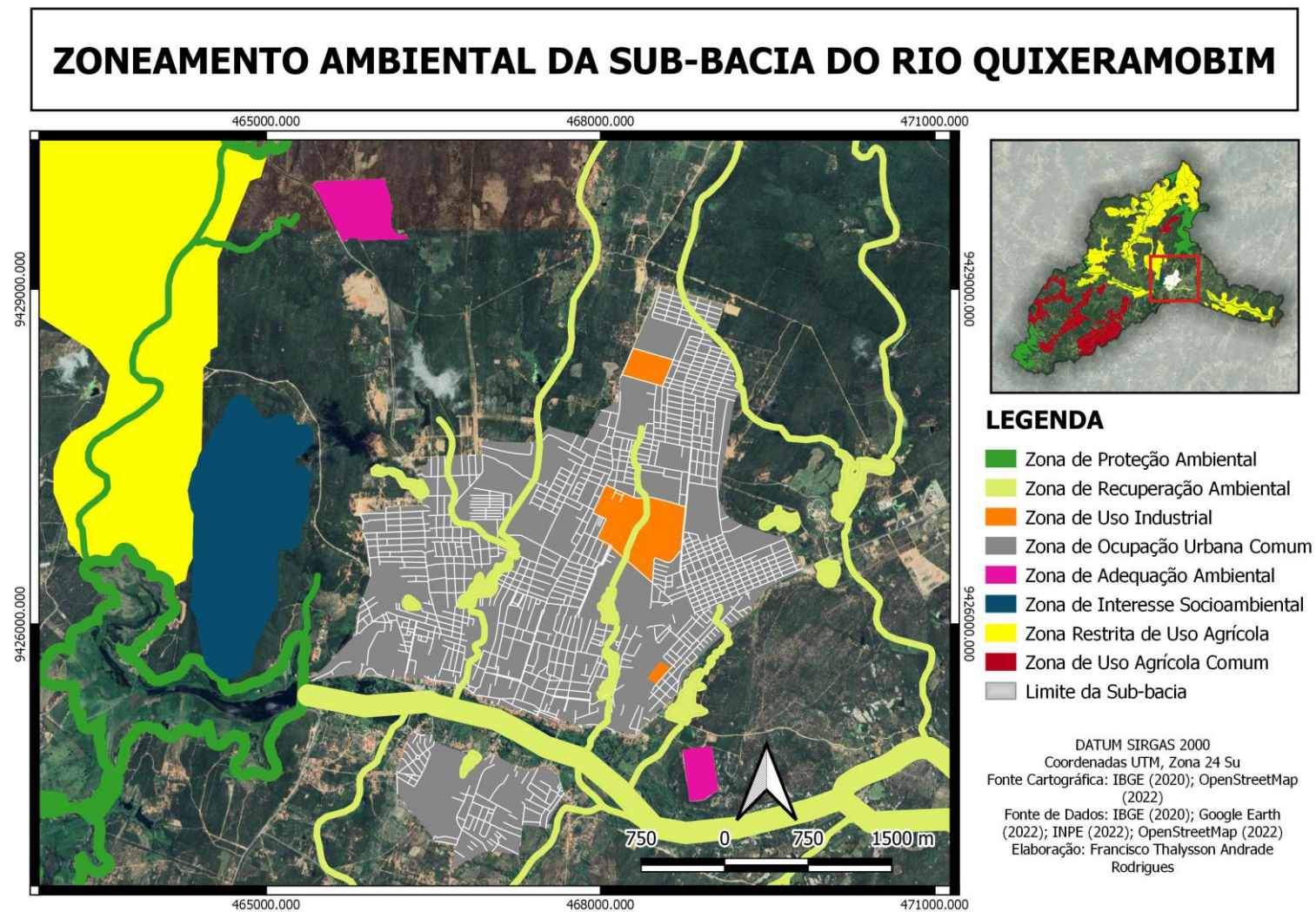
Com base na metodologia implementada no Plano Diretor do Município de Quixeramobim (2000) e nas zonas instituídas pelo zoneamento ambiental desenvolvido no Plano Diretor do Município de Fortaleza (2009), somado às informações levantadas no desenvolvimento desse trabalho, elaborou-se a delimitação referente ao Zoneamento Ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim. O mapa do Zoneamento Ambiental em toda extensão da sub-bacia pode ser observado na Figura 23, já na Figura 24 tem-se o detalhamento para a sede do município.

Figura 23 - Zoneamento ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim



Fonte: Adaptado de IBGE (2020), Google Earth (2022), INPE (2022) e OpenStreetMaps (2022).

Figura 24 - Zoneamento Ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim (detalhamento na sede do município)



Fonte: Adaptado de IBGE (2020), Google Earth (2022), INPE (2022) e OpenStreetMap (2022)

4.3.1 Macrozona de Preservação Ambiental e Uso Sustentável (MPAUS)

A Macrozona de Preservação Ambiental e Uso Sustentável é constituída pelas áreas frágeis e críticas da sub-bacia, somadas às áreas de relevante interesse socioambiental. A MPAUS integra a Zona de Proteção Ambiental, a Zona de Recuperação Ambiental, a Zona de Interesse Socioambiental e a Zona de Readequação Ambiental.

Essa Macrozona tem como objetivo geral a proteção dos recursos naturais, a recuperação das áreas degradadas, a promoção da educação ambiental, o incentivo ao uso sustentável dos espaços naturais e a adequação ambiental das áreas destinadas à disposição final de resíduos sólidos e ao tratamento de efluentes líquidos.

4.3.1.1 Zona de Proteção Ambiental (ZPA)

A Zona de Proteção Ambiental integra as áreas frágeis e demais porções de relevante importância ambiental da sub-bacia do Rio Quixeramobim. Segundo o Código Florestal (2012), as florestas e demais formações vegetais marginais a cursos d'água são consideradas de preservação permanente. Desse modo, a ZPA engloba essas faixas verdes considerando uma largura de 100 metros em ambas as margens, valor definido pelo novo Código Florestal para cursos d'água com largura entre 50 e 200 (Brasil, 2012). De forma análoga, as áreas marginais a lagos, lagoas e reservatórios foram incluídas na ZPA considerando as larguras de 30 metros para mananciais situados em áreas urbanas, 50 metros para mananciais de até 20 hectares situados na área rural e 100 metros para mananciais maiores (BRASIL, 2012).

São objetivos da Zona de Proteção Ambiental:

- Promover a proteção do meio ambiente, sobretudo dos recursos hídricos, de modo a garantir a disponibilidade dos recursos naturais em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção dos processos ecológicos e para o atendimento das demandas hídricas;
- Proteger as áreas verdes integradas ao longo dos mananciais e de demais áreas frágeis, a fim de garantir a existência de abrigo, alimento, ambientes para reprodução e rotas de fuga para a fauna local;

- Atenuar os impactos das atividades humanas nas áreas adjacentes sobre os mananciais superficiais e subterrâneos através da manutenção das faixas de vegetação marginais aos recursos hídricos;
- Dispor-se para a realização de estudos científicos, atividades de educação ambiental e medições rotineiras de padrões ambientais pelos órgãos competentes.

Os usos Permitidos na Zona de Proteção Ambiental são:

- Harmonia paisagística;
- Atividades de educação ambiental, pesquisas científicas e turismo ecológico;
- Balneabilidade; desde que não implique em supressão vegetal ou demais atividades que provoquem o afugentamento da fauna e redução da qualidade ambiental da ZPA;
- Pesca artesanal, desde que seja realizada fora do período de defeso determinado pelos órgãos competentes.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZPA:

- Taxa de ocupação (%): 0,0%;
- Taxa de permeabilidade (%): 100%;
- Índice de aproveitamento: 0,0.

4.3.1.2 Zona de Recuperação Ambiental (ZRA)

A Zona de Recuperação Ambiental engloba a maior parte das áreas críticas levantadas, conforme destacado no item 4.2.2 deste trabalho, sobretudo as localizadas próximas a cursos d'água e reservatórios. Nesse contexto, a ZRA integra áreas com formações ambientais relevantes e que, de certo modo, foram degradadas em virtude dos impactos ambientais gerados pelas ações antrópicas. A ZRA tem como objetivo geral a recuperação dos espaços degradados e o atingimento do equilíbrio socioambiental através do uso sustentável dos recursos naturais.

Por apresentarem caráter temporário, as delimitações da ZRA devem ser

revisadas pelo Comitê responsável do Plano de Conservação Ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim no ato da atualização do Plano. O Comitê possui autonomia para alterar os limites estabelecidos para a ZRA, bem como integrá-la a outras zonas quando a recuperação ambiental encontrar-se concluída mediante cumprimento dos programas e projetos estabelecidos para essa zona.

São objetivos da Zona de Recuperação Ambiental:

- Promover a recuperação ambiental das áreas degradadas, sobretudo as faixas marginais a cursos d'água e reservatórios da zona rural.
- Disciplinar o uso e ocupação do solo na ZRA e incentivar as atividades que realizam o uso sustentável dos recursos naturais.
- Identificar as fontes poluidoras e tomar as medidas cabíveis para regularizar as residências e empreendimentos geradores de poluição.
- Proteger as áreas verdes integradas ao longo dos mananciais e de demais áreas frágeis, a fim de garantir a existência de abrigo, alimento, ambientes para reprodução e rotas de fuga para a fauna local.
- Dispor-se para a realização de estudos científicos, atividades de educação ambiental e medições rotineiras de padrões ambientais pelos órgãos competentes.

São atividades permitidas na Zona de Recuperação Ambiental:

- Atividades de educação ambiental, pesquisas científicas e turismo ecológico;
- Plantio de espécies de ciclo curto e perenes para a geração de alimentos a partir da aplicação de princípios voltados para a agricultura conservacionista, como as agroflorestas.
- Instalação de praças, parques e demais equipamentos públicos de lazer, desde que respeitem os indicadores de ocupação urbana e promovam a interação entre sociedade e natureza.
- Regularização e instalação de programas de moradia para população de baixa renda, desde que se respeitem os indicadores de ocupação urbana e permitam o fácil acesso dessa população às demais áreas urbanas do município.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZRA:

- Taxa de ocupação (%): 25,0%;
- Taxa de permeabilidade (%): 60,0%;
- Índice de aproveitamento: 0,6.

4.3.1.3 Zona de Adequação Ambiental (ZAA)

Essa zona é formada pelas áreas ocupadas pelos serviços de disposição final de resíduos sólidos e tratamento de efluentes líquidos do município de Quixeramobim. Como exposto no diagnóstico ambiental da área de estudo, o espaço que abriga os resíduos produzidos na cidade apresenta riscos ao equilíbrio ambiental, configurando-se como aterro controlado. Em virtude da possibilidade de contaminação dos diversos compartimentos ambientais, os aterros controlados não são soluções ambientalmente adequadas para a disposição final de resíduos sólidos (SANTAELLA *et al*, 2014).

Como verificado no diagnóstico ambiental, o sistema de tratamento de efluentes de Quixeramobim não funciona de maneira adequada. Dito isso, são necessários ajustes na estação de tratamento do município para garantir o atendimento aos padrões de lançamento de efluentes previstos na Resolução nº 430 do CONAMA (2011) e demais legislações pertinentes.

Nesse contexto, a Zona de Adequação Ambiental tem como objetivo geral a regularização ambiental nas áreas referentes à destinação final de resíduos sólidos e ao tratamento de efluentes líquidos.

Assim como a ZRA, a Zona de Adequação Ambiental pode apresentar caráter transitório. Desse modo, cabe ao Comitê responsável pelo Plano de Conservação Ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim, juntamente com as empresas selecionadas para realizar as atividades de adequação ambiental, decidir os limites territoriais da ZAA pertinentes para garantir o cumprimento dos objetivos da zona. Vale ressaltar que, em caso de realocação dos serviços sanitários aprovada pelo Comitê de Bacia, as áreas atualmente atribuídas à ZAA devem passar a compor a ZRA, valendo-se dos objetivos e programas voltados para essa zona.

São objetivos da Zona de Adequação Ambiental:

- Abrigar os serviços de disposição final de resíduos sólidos e tratamento de efluentes do município de Quixeramobim;
- Promover a regularização dos serviços de tratamento de efluentes líquidos, valendo-se dos padrões de lançamentos fixados na Resolução N°430 do CONAMA;
- Promover a regularização da disposição final de resíduos sólidos no município de Quixeramobim, visando a substituição do aterro controlado do município por um aterro sanitário e demais processos em acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).
- Dispor-se para a realização de estudos científicos, atividades de educação ambiental e medições rotineiras de padrões ambientais pelos órgãos competentes;
- Promover o plantio de mudas e demais atividades de conscientização social com colaboradores dos serviços de saneamento na área da ZAA.

São atividades permitidas na Zona de Adequação Ambiental:

- Serviços ambientalmente regularizados de disposição final de resíduos sólidos e tratamento de efluentes líquidos;
- Atividades de educação ambiental e estudos científicos.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZAA:

- Taxa de ocupação (%): 50,0%;
- Taxa de permeabilidade (%): 50,0%;
- Índice de aproveitamento: 0,6.

4.3.1.4 Zona de Interesse Socioambiental (ZIS)

Essa zona integra áreas de relevante beleza cênica, formações geológicas raras e dotadas de vestígios arqueológicos. As áreas escolhidas para compor a ZIS são o Mirante do Cruzeiro e a Pedra do Letreiro. Vale ressaltar que o Comitê da Sub-bacia do Rio Quixeramobim pode incluir mais áreas de relevante interesse socioambiental à ZIS no ato de

atualização deste Plano.

O Mirante do Cruzeiro localiza-se nas proximidades da Barragem do Açude Quixeramobim e compõe uma das trilhas mais populares do município. A inclusão dessa área na ZIS se faz importante pela popularidade do ponto turístico e pela beleza cênica singular da região.

A Pedra do Letreiro inclui-se na ZIS por conta das escrituras rupestres encontradas na rocha localizada na zona rural do município.

A preservação desses ambientes é fundamental, dada sua relevância ambiental e social. Desse modo, a ZIS tem como objetivo geral a preservação das formações naturais raras e dos achados arqueológicos, alinhados à realização de atividades de educação ambiental e demais usos sustentáveis.

São objetivos da Zona de Interesse Socioambiental:

- A proteção dos espaços de relevante beleza cênica, com formações naturais raras e detentoras de vestígios arqueológicos.
- O incentivo às atividades de turismo ecológico e demais práticas sustentáveis voltadas para o lazer, a educação ambiental e a interação entre sociedade e meio ambiente.
- Dispor-se para a realização de estudos científicos, atividades de educação ambiental e medições rotineiras de padrões ambientais pelos órgãos competentes.
- Proteger as áreas verdes integradas ao longo dos mananciais e de demais áreas frágeis, a fim de garantir a existência de abrigo, alimento, ambientes para reprodução e rotas de fuga para a fauna local.

São atividades permitidas na Zona de Interesse Socioambiental:

- Turismo ecológico, incluindo trilhas, mergulho, escalada, ciclismo, cavalgada, acampamento, entre outros.
- Instalação e operação de ambientes de apoio às atividades turísticas (hotéis, restaurantes, teatros, balneários, espaços esportivos, entre outros), desde que se respeitem os indicadores de ocupação urbana estabelecidos para a ZIS.
- Atividades de educação ambiental e estudos científicos.

- Supressão vegetal mediante prévia autorização do órgão ambiental competente.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZIS:

- Taxa de ocupação (%): 25,0%;
- Taxa de permeabilidade (%): 70,0%;
- Índice de aproveitamento: 0,6.

4.3.2 Macrozona de Ocupação Urbana e Industrial (MOUI)

A Macrozona de Ocupação Urbana e Industrial abriga as áreas urbanas da sede do município de Quixeramobim, respeitando-se os limites estabelecidos pelo Plano Diretor e as áreas que apresentem vertiginoso crescimento da ocupação urbana.

Essa macrozona é formada pela Zona de Ocupação Urbana Comum e a Zona de Uso Industrial, que apresentam objetivos específicos diferentes. A MOUI tem como objetivos gerais a delimitação dos espaços destinados às ocupações residenciais, atividades econômicas, serviços de educação, saúde e lazer.

A segregação do espaço urbano em áreas com foco industrial e áreas de ocupação residencial e comercial se deu por conta da diferenciação entre as necessidades e aspectos urbanísticos e ambientais relacionados a cada atividade. A ZOUC, por englobar majoritariamente prédios residenciais e comerciais, demanda serviços e estruturas urbanas voltadas para o atendimento às necessidades da população, além de não necessitar de controle e fiscalização ambiental tão intenso. Já a ZUI, que engloba as edificações industriais, demanda uma infraestrutura voltada para o escoamento de insumos e mercadorias, além de necessitar de controle e fiscalização ambiental mais rígido, em detrimento do maior potencial poluidor das atividades industriais.

4.3.2.1 Zona de Ocupação Urbana Comum (ZOUC)

A Zona de Ocupação Urbana Comum é constituída pela porção da sede do município destinada às edificações residenciais, comerciais, de serviços básicos, de lazer e demais atividades econômicas, exceto industriais.

Esse formato de zoneamento permite que a população tenha acesso facilitado às edificações e aos espaços que frequentam diariamente. A configuração de uso misto é um aspecto que engloba a cidade enquanto reduto residencial e promotora de emprego e renda, pois integra diferentes atividades econômicas e usos variados, que possibilitam a vitalidade urbana, o bem-estar social e o desenvolvimento econômico.

São objetivos da Zona de Ocupação Urbana Comum:

- Promover espaços destinados à ocupação residencial, englobando diferentes modelos de edificações.
- Promover espaços destinados à ocupação por edificações institucionais.
- Promover o fácil acesso da população aos serviços gratuitos de saúde, educação, lazer, institucionais, entre outros.
- Promover espaços destinados à ocupação para fins econômicos, exceto industriais.
- Garantir o acesso aos sistemas de distribuição de água potável e coleta de esgoto em toda a extensão de sua área.
- Promover a destinação adequada dos efluentes líquidos gerados em toda a extensão da ZOUC, seja através da regularização da ligação ao sistema de coleta de esgoto ou uso de sistemas individuais de tratamento e disposição.
- Destinar espaços para a realização de obras de drenagem urbana sustentável, visando a percolação de parte do escoamento superficial nas proximidades de onde foi gerado, tais como jardins de chuva, pavimentos permeáveis, lagoas de retenção, trincheiras de infiltração, entre outros.

São atividades permitidas na Zona de Ocupação Urbana Comum:

- Ocupação residencial.
- Edificações e equipamentos institucionais.
- Serviços públicos e particulares de saúde, educação, lazer, entre outros.
- Atividades econômicas diversas, exceto industriais.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZOUC:

- Taxa de ocupação (%): 65,0%;

- Taxa de permeabilidade (%): 25,0%;
- Índice de aproveitamento: 1,60.

4.3.2.2 Zona de Uso Industrial (ZUI)

A Zona de Uso Industrial engloba as áreas destinadas à realização de atividades industriais. Essa Zona apresenta-se de maneira descentralizada e polinucleada, de modo que os compartimentos ambientais e a infraestrutura do município não sejam sobrecarregados ou afetados pela concentração de diversas indústrias em um mesmo local.

Vale ressaltar que, mediante a emissão de licenças ambientais pela SUMAQ aprovando a instalação e operação de novas indústrias no município, a ZUI deve ser expandida para incluir as novas atividades industriais realizadas na Sub-bacia do Rio Quixeramobim no ato de atualização desse Plano.

São objetivos da Zona de Uso Industrial:

- Promover espaços para a instalação e operação de indústrias.
- Descentralizar a ocupação industrial no município, com o intuito de atenuar a sobrecarga exercida por essas atividades sobre o meio ambiente e a infraestrutura urbana.
- Promover a implementação de faixas verdes de amortecimento no seu entorno, com o intuito de atenuar os possíveis impactos residuais das atividades industriais.

São atividades permitidas na Zona de Uso Industrial:

- Instalação e operação de atividades industriais.
- Instalação e operação de sistemas de tratamento de efluentes industriais.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZUI:

- Taxa de ocupação (%): 55,0%;
- Taxa de permeabilidade (%): 35,0%;
- Índice de aproveitamento: 1,2.

4.3.3 Macrozona de Uso Agrícola (MUA)

A Macrozona de Uso Agrícola foi delimitada a partir da observação da distribuição espacial dos aglomerados rurais, dos aspectos ambientais levantados no Diagnóstico Ambiental e na definição das áreas frágeis da sub-bacia. Desse modo, a divisão das zonas buscou o disciplinamento do uso e ocupação do solo de modo a restringir as atividades agrícolas de maior impacto ambiental nas proximidades das áreas de significativa sensibilidade ambiental conforme definido no Código Florestal Brasileiro (2012). Assim, as propriedades rurais localizadas na proximidade de corpos d'água possuem maior restrição nas atividades desenvolvidas, visando a proteção desses recursos. Já as áreas rurais localizadas em regiões desprovidas de elementos ambientalmente sensíveis são menos restritas.

A Macrozona de Uso Agrícola integra as áreas destinadas à plantação de pasto, espécies forrageiras, culturas de ciclo curto, frutíferas e espécies arbóreas de importância madeireira, beneficiamento de produtos agrícolas, além da criação de animais para abate e produção de ovos, leite e derivados.

Essa Macrozona é formada pela Zona de Uso Agrícola Comum e a Zona Restrita de Uso Agrícola, que possuem fragilidades ambientais distintas. A MUA tem como objetivos gerais a delimitação de espaços destinados à realização de atividades agrícolas de forma sustentável e o cumprimento das restrições estabelecidas para cada zona em prol da atenuação dos impactos ambientais dessas atividades.

4.3.3.1 Zona de Uso Agrícola Comum (ZUAC)

Essa Zona engloba as áreas destinadas ao uso agrícola localizadas em regiões afastadas de corpos hídricos e faixas de declividade acentuada, desse modo apresentam menor fragilidade ambiental.

Em virtude da maior resiliência dos ecossistemas integrantes da ZUAC, as atividades permitidas para essa zona são menos restritivas em relação aos usos autorizados para a Zona Restrita de Uso Agrícola.

São objetivos da Zona de Uso Agrícola Comum:

- A delimitação de espaços destinados às atividades agrícolas, sobretudo a produção de alimentos.

- Promover a aglutinação das pequenas propriedades agrícolas em faixas próximas, o que permite a integração entre os produtores, acesso facilitado às vias e serviços públicos, e favorece a realização de atividades de fiscalização e educação ambiental com a comunidade rural.
- Compatibilizar as atividades de produção agrícola com o uso sustentável dos recursos naturais e a redução dos impactos ambientais.

São atividades permitidas para a Zona de Uso Agrícola Comum:

- Ocupação residencial de baixa densidade (chácaras, assentamentos, pequenas vilas), mediante implementação de sistemas individuais ou coletivos de tratamento de efluentes.
- Supressão vegetal, respeitando-se as imposições legais estabelecidas pelo Código Florestal (2012) e demais legislações pertinentes.
- Plantio de pasto, hortaliças, forrageiras, cereais, frutíferas, entre outros.
- Construção de silos do tipo bunker, trincheira, superfície, entre outros.
- Criação extensiva e intensiva, mediante tratamento dos efluentes gerados pelos animais confinados.
- Instalação e operação de benfeitorias de produtos agrícolas, como casas de farinha, queijarias, engenhos de cana-de-açúcar, entre outros.
- Açudagem, perfuração de poços e demais práticas para captação de água, mediante prévia emissão de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos emitida pela COGERH.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZUAC:

- Taxa de ocupação (%): 50,0%;
- Taxa de permeabilidade (%): 40,0%;
- Índice de aproveitamento: 2,5.

4.3.3.2 Zona Restrita de Uso Agrícola (ZRUA)

A Zona Restrita de Uso Agrícola contempla as áreas de propriedades rurais localizadas em regiões próximas a cursos d'água, grandes reservatórios e faixas de declividade acentuada. Desse modo, essa zona é caracterizada pela elevada sensibilidade ambiental do ecossistema que a compõe, o que implica um maior controle sobre as atividades agrícolas desenvolvidas dentro da sua delimitação.

Para a Zona Restrita de Uso Agrícola, é fundamental que as atividades desenvolvidas promovam o desenvolvimento econômico para a população rural de modo a não comprometer os compartimentos ambientais da região. Nesse ínterim, é imprescindível que o uso do solo esteja alinhado com os princípios de viés conservacionista. A agricultura conservacionista pode ser entendida como um conjunto de práticas e tecnologias que visam a preservação e recuperação dos recursos naturais (DENARDIN *et al.*, 2012).

São objetivos da Zona Restrita de Uso Agrícola:

- A delimitação de espaços destinados às atividades agrícolas, sobretudo a produção de alimentos.
- Compatibilizar as atividades de produção agrícola com o uso sustentável dos recursos naturais e a redução dos impactos ambientais.
- Dispor espaços nas proximidades dos recursos hídricos superficiais para a proteção da vegetação existente ou recompô-la através do plantio de espécies nativas, caso haja supressão vegetal.
- Preservar a vegetação em topos de morros, áreas de encostas e demais formações geomorfológicas de declividade acentuada.
- Promover a aplicação de técnicas e práticas relacionadas com os princípios da agricultura conservacionista.

São atividades permitidas na Zona Restrita de Uso Agrícola:

- Ocupação residencial de baixa densidade (chácaras, assentamentos, pequenas vilas), mediante implementação de sistemas individuais ou coletivos de tratamento de efluentes.

- Supressão vegetal, respeitando-se as imposições legais estabelecidas pelo Código Florestal (2012) e demais legislações pertinentes.
- Plantio de pasto, hortaliças, forrageiras, cereais, frutíferas, entre outros, desde que se apliquem técnicas e práticas de conservação do solo. É vetado o uso de defensivos agrícolas contendo agentes químicos capazes de afetar a saúde humana e qualidade do meio ambiente na ZRUA.
- Construção de silos do tipo bunker, trincheira, superfície, entre outros.
- Criação extensiva de animais.
- Açudagem, perfuração de poços e demais práticas para captação de água, mediante prévia emissão de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos pela COGERH.

Valores fixados para os Indicadores de Ocupação Urbana na ZRUA:

- Taxa de ocupação (%): 30,0%
- Taxa de permeabilidade (%): 60,0%;
- Índice de aproveitamento: 2,5.

4.4 Programas, Projetos e Ações

Para a concretização do Plano de Conservação Ambiental da Sub-bacia do Rio Quixeramobim, foram definidos os seguintes programas, projetos e ações:

4.4.1 Programa de Adequação Ambiental dos Serviços de Saneamento

4.4.1.1 Projeto 1: Adequação Ambiental da Destinação Final de Resíduos Sólidos

Ações:

- Iniciar os processos legais e econômicos necessários para a instalação e operação de um aterro sanitário no município de Quixeramobim;

- Promover o fechamento gradual do atual depósito de resíduos sólidos do município, de modo que a produção de lixo possa ser gradativamente assimilada pelo aterro sanitário após o início da sua implementação;
- Promover a elaboração e implementação do Plano de Recuperação Ambiental da área atualmente ocupada pelo depósito de resíduos sólidos de Quixeramobim após seu encerramento;
- Realizar a elaboração, instalação e operação de um centro de compostagem para tratamento dos resíduos de poda, jardinagem e demais materiais orgânicos pertinentes.

4.4.1.2 Projeto 2: Ampliação e Adequação da Rede de Coleta de Esgoto

Ações:

- Mapear as áreas do município que não apresentem acesso à rede de coleta de esgoto;
- Promover a ampliação da rede de coleta de esgoto nas áreas desfalcadas;
- Identificar as edificações não ligadas à rede em áreas que apresentem cobertura de coleta de esgoto;
- Elaborar um plano de ação para incentivar a ligação à rede de coleta de esgoto pelas edificações não ligantes;
- Realizar revisões e manutenções periódicas em toda a extensão da rede de coleta de esgoto para garantir o bom funcionamento do sistema.

4.4.1.3 Projeto 3: Adequação Ambiental e Reestruturação Sustentável do Sistema de Drenagem Urbana

Ações:

- Identificação e Supressão das ligações responsáveis pela intrusão de esgoto sanitários nos sistemas de micro e macrodrenagem;
- Promover a instalação de jardins de chuva nos canteiros centrais das principais vias da sede do município de Quixeramobim;

- incluir o uso de pavimentos permeáveis nas áreas externas de prédios públicos e em áreas de lazer e convivência;

4.4.1.4 Projeto 4: Renovação do Sistema de Tratamento de Esgoto Municipal

Ações:

- Promover a elaboração do projeto técnico das lagoas pertencentes ao sistema de tratamento de efluentes de Quixeramobim;
- Desassorear e adequar as lagoas de tratamento já existentes segundo o projeto técnico elaborado;
- Realizar testes periódicos do efluente tratado para a verificar a conformidade dos parâmetros físicos, químicos e biológicos exigidos para o lançamento do líquido no Rio Quixeramobim.
- Promover o reúso do líquido tratado na própria Estação de Tratamento de Efluentes, quando os usos não demandarem água em qualidade elevada.

4.4.2 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Requalificação dos Espaços Verdes

4.4.2.1 Projeto 1: Recuperação dos Açudes Urbanos

Ações:

- Identificação e supressão das ligações responsáveis pela intrusão de esgoto sanitário nos reservatório;
- Instalar barreiras físicas para proteção dos limites dos açudes, sobretudo sobre os taludes responsáveis pelo barramento do curso d'água;
- Promover o plantio de espécies pioneiras e nativas das áreas verdes no entorno dos reservatórios para recuperação da mata ciliar suprimida;
- Realizar fiscalizações periódicas nas áreas poluídas para evitar a instalação de novas residências irregulares, depósito de resíduos e pesca;
- Promover mecanismos de aeração da água e demais ações pertinentes para acelerar os processo microbiológicos de degradação da matéria orgânica e surfactantes provenientes de esgoto doméstico nos açudes.

- Promover o desassoreamento periódico dos reservatórios.
- Realizar atividades de fiscalização e proteção dos taludes a montante e a jusante dos açudes degradados.
- Promover atividades de educação ambiental sobre a importância da conservação dos mananciais superficiais e de sua mata ciliar com a população local.

4.4.2.2 Projeto 2: Proteção e Recuperação dos Cursos D'água Urbanos

Ações:

- Identificação e supressão das ligações responsáveis pela intrusão de esgoto sanitário nos cursos d'água;
- Instalar barreiras físicas no entorno dos cursos d'água não impermeabilizados;
- Realizar fiscalizações periódicas nas áreas poluídas para evitar a instalação de novas residências irregulares, depósito de resíduos e pesca;
- Realizar limpezas periódicas para a retirada de lixo, macrófitas em excesso e demais materiais que possam comprometer o fluxo d'água;
- Promover o plantio de espécies pioneiras e nativas das áreas verdes no entorno dos cursos d'água para recuperação da mata ciliar suprimida;
- Promover atividades de educação ambiental sobre a importância da conservação dos mananciais superficiais e de sua mata ciliar com a população local.

4.4.3 Programa de Monitoramento de Áreas Protegidas e Incentivo ao Turismo Sustentável

4.4.3.1 Projeto 1: Fiscalização e Monitoramento da APP do Rio Quixeramobim

Ações:

- Realizar o monitoramento periódico das áreas verde marginais ao Rio Quixeramobim e seus afluentes através de ferramentas de geoprocessamento,

com o intuito de identificar possíveis focos de desmatamento, barramento do curso do rio e demais atividades não permitidas na área;

- Realizar atividades de fiscalização periódicas para evitar atividades de caça, pesca ilegal e captação de água não autorizada pelo órgão competente;
- Promover atividades de educação ambiental sobre a importância da conservação dos mananciais superficiais e de sua mata ciliar com a população residente no entorno e nas escolas do município.

4.4.3.2 Projeto 2: Incentivo ao Turismo Ecológico e à Criação de Unidades de Conservação

Ações:

- Promover a realização de eventos esportivos, culturais e educativos na Zona de Interesse Socioambiental;
- Levantar e implementar os processos legais e econômicos para a criação de Unidades de Conservação na Zona de Interesse Socioambiental;
- Realizar atividades de fiscalização periódicas para evitar a implementação de atividades não permitidas na área;
- Incluir atividades de educação ambiental e visitas à Zona de Interesse Socioambiental no calendário letivo das escolas do município.

4.4.4 Programa de Educação Ambiental e Incentivo à Prática da Agricultura Sustentável

4.4.4.1 Projeto 1: Adequação dos Sistemas Sanitários Rurais

Ações:

- Realizar o levantamento das habitações rurais com sistemas de tratamento de efluentes;
- Realizar oficinas e mutirões para incentivar a implementação de sistemas individuais de tratamento e reúso de águas cinzas de fácil construção em assentamento rurais;

- Promover a construção de fossas sépticas em assentamentos rurais mais carentes e desprovidos de quaisquer sistemas de tratamento de efluentes;
- Realizar fiscalizações periódicas para verificar o bom funcionamento dos sistemas de tratamento de efluentes nas criações de animais em regime de confinamento.

4.4.4.2 Projeto 2: Recuperação Ambiental Através da Agricultura Sustentável

Ações:

- Realizar atividades de educação ambiental com os produtores rurais da bacia, incentivando o desenvolvimento de práticas ligadas à agricultura conservacionista (uso de defensivos orgânicos, manutenção da cobertura do solo, ciclos culturais, agregação de matéria orgânica ao solo, entre outros);
- Promover a distribuição de sementes crioulas e incentivar o plantio de espécies frutíferas nativas;
- Instituir centros comunitários nos principais assentamentos rurais para promover atividades de educação ambiental e produção sustentável.
- Realizar fiscalizações periódicas, sobretudo nos períodos de estiagem, para evitar a prática das “queimadas de limpeza” nas áreas verdes e agricultáveis.
- Realizar atividades educativas com os produtores rurais da ZCAU sobre o manejo adequado dos defensivos agrícolas e sobre a importância do descarte adequado das embalagens.

4 CONCLUSÃO

A preservação do meio ambiente é um princípio recorrente dentro dos estudos, documentos e legislações que regem a gestão de recursos hídricos no país. Contudo, é fato que muitas bacias hidrográficas apresentam significativo grau de degradação ambiental que decorre, dentre outras razões, do crescimento desordenado dos centros urbanos e das práticas agrícolas que intensificam os processos erosivos. A corrupção dos ambientes naturais promovida pelos impactos antrópicos é um dos fatores responsáveis pela depleção hídrica, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. No Nordeste Brasileiro, as ações voltadas para a preservação ambiental e consequentemente a proteção dos mananciais tornam-se ainda mais relevantes, tendo em vista que contribuem para a redução da fragilidade hídrica na região.

Dado esse contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal a elaboração de um Plano de Conservação Ambiental para a Sub-bacia do Rio Quixeramobim com base na estrutura definida por Mota e Aquino (2003). Em virtude dos resultados obtidos, pode-se inferir que o presente trabalho conseguiu alcançar todos os objetivos definidos.

O Diagnóstico Ambiental da área de estudo forneceu um panorama claro dos aspectos bióticos, abióticos e socioeconômicos, que foi de fundamental importância para a elaboração das demais etapas do plano. O mesmo pode ser dito da identificação das áreas frágeis e críticas, que proporcionou uma melhor visualização do estado de conservação da sub-bacia. Com base nisso, foi elaborado o zoneamento ambiental da área de estudo, cujo disciplinamento do uso do solo contemplou as diversas atividades desenvolvidas no município de Quixeramobim. Por fim, foram elaborados programas, projetos e ações a serem desenvolvidos na sub-bacia. Essas medidas englobaram não apenas a conservação das áreas verdes e recuperação dos espaços degradados, mas também as atividades de educação ambiental e sensibilização da população para com a preservação dos recursos hídricos.

Além disso, durante a elaboração desse trabalho, tornou-se nítida a sensibilidade da Sub-bacia do Rio Quixeramobim à escassez hídrica, em virtude dos seus fatores climáticos e hidrológicos naturais. Nesse contexto, foram observadas diversas iniciativas de órgãos como a COGERH e o SAAE Quixeramobim para a garantia do abastecimento da população. A instalação de adutoras e a perfuração de poços foram processos fundamentais para suprir as demandas hídricas do município. Alinhada a essas iniciativas, a implementação de um plano de conservação ambiental como o apresentado nesse documento tem papel fundamental para

garantir a proteção dos recursos naturais da área da sub-bacia, e assim, atenuar a problemática da escassez hídrica da região.

É válido destacar que o gerenciamento de recursos hídricos, em virtude do seu modelo de gestão participativa, é uma prática que depende do envolvimento de toda a cadeia de usuários da bacia para que se possam atingir os melhores resultados. Contudo, a participação social não se limita aos membros dos comitês ou comissões relacionados à elaboração de planos de gestão. Os programas e projetos desenvolvidos neste trabalho, por contemplarem diversos setores da sociedade, propuseram ações voltadas para a comunidade como um todo.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8849**: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1985. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/Nbr-8.849-NB-844-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Controlados-RSU.pdf>. Acesso em 3 nov. 2022.

ALMEIDA, Alexandre Nascimento de *et al.* Deficiências no diagnóstico ambiental dos estudos de impacto ambiental (EIA). **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [s/l], v. 4, n. 2, p. 33-48, 2015. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/9968>. Acesso em 10 set. 2022.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2012**. Brasília, 2012. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/1a2dfd02-67fd-40e4-be29-7bd865b5b9c5>. Acesso em 17 jul. 2022.

AQUINO, Marisete Dantas de. **Gestão de Recursos Hídricos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2021.

BNB - BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Proposta de Dimensionamento do Semi-árido Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2005.

BORDAL, Carlos Alexandre Leão; SILVA, Flávia Adriane Oliveira da. Por uma gestão dos recursos hídricos no estado do Pará: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Murucupi no município de Barcarena. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 6, p. 1216-1228, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2018>. Acesso em: 23 ago. 2022.

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 143-165, dez. 1997. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11774>. Acesso em: 12 set. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Águas. Distrito Federal do Brasil: Casa Civil, 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643compilado.htm. Acesso em: 23 set. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Distrito Federal do Brasil: Casa Civil, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm. Acesso em 13 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e

7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 25 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.443, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Casa Civil, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 7 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 1999. p. 1. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/04/1999&jornal=1&pagina=41&totalArquivos=199>. Acesso em: 13 ago. 2022.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J.. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, set/dez 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/m3yHLVvqhtN7N4FtqCRcVRB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 ago. 2022.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. A gestão integrada dos recursos hídricos: uma perspectiva histórica. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 111-121, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7109/4881>. Acesso em: 25 ago. 2022.

CAMPOS, Nilson. Política das Águas. In: CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania (org.). **Gestão das Águas: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 27-42.

CARDOSO, Maria Lúcia de Macedo. Desafios e potencialidades dos comitês de bacias hidrográficas. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 55, p. 40-41, 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252003000400022&script=sci_arttext. Acesso em 17 out. 2022.

CARVALHO, F. J. J. C. de. Equilíbrio fiscal e política econômica keynesiana. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 26, n. 50, 2008. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/view/10906>. Acesso em 30 set. 2022.

CARVALHO, Rodrigo Guimarães. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 36, p. 26-43, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3172>. Acesso em: 14 set. 2022.

CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da S. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno Regional da Sub-bacia do Banabuiú**. Fortaleza:

INESP, 2009. Disponível em: http://sosjaguaribe.blogspot.com/2010/12/caderno-regional-da-sub-bacia-do_03.html. Acesso em: 20 jul. 2022.

CEARÁ. **Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH e dá outras providências. Fortaleza: Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, 1992. Disponível em: <https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/desenv-regional-recursos-hidricos-minas-e-pesca/item/1022-lei-n-11-996-de-24-07-92-d-o-de-29-07-92>. Acesso em 25 ago. 2022.

CEARÁ. **Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993.** Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, e dá outras providências. Fortaleza: Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, 1993. Disponível em: [https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/trabalho-administracao-e-servico-publico/item/1661-lei-n-12-217-de-18-11-93-d-o-de-24-11-93#:~:text=DE%2024.11.93\),-tamanho%20da%20fonte&text=Cria%20a%20Companhia%20de%20Gest%C3%A3o,COGERH%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias](https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/trabalho-administracao-e-servico-publico/item/1661-lei-n-12-217-de-18-11-93-d-o-de-24-11-93#:~:text=DE%2024.11.93),-tamanho%20da%20fonte&text=Cria%20a%20Companhia%20de%20Gest%C3%A3o,COGERH%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias). Acesso em: 25 ago. 2022.

COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Finalizada operação de transferência de água do açude Fogareiro para a barragem Quixeramobim.** Fortaleza: COGERH, 2021. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/finalizada-operacao-de-transferencia-de-agua-do-acude-fogareiro-para-barragem-quixeramobim/>. Acesso em: 14 ago. 2022.

COGERH; SOHIDRA; FUNCEME. **Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará.** Fortaleza: COGERH, 2022. Disponível em: <http://atlas.cogerh.com.br/>. Acesso em 20 out. 2022.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 430, de 1 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiab_re.cfm?codlegi=646. Acesso em 10 set. 2022.

CONTI, José Bueno. O Conceito de Desertificação. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n.2, abril 2009. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/2091>. Acesso em: 23 set. 2022.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. **GEOSBG: DADOS, SERVIÇOS E PRODUTOS DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL.** Brasília, 2020. Disponível em: <https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em 20 jul. 2022.

CUO, Lan et al. Effects of a century of land cover and climate change on the hydrology of the Puget Sound basin. **Hydrological Processes: An International Journal**, [s/l], v. 23, n. 6, p. 907-933, 2009. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hyp.7228?casa_token=XAy09xfC3MYAAAAA:SNt4MBXPiFj4wFuzTsVEtEaT63HnnoTnmWovEFNt9DjVU4yCmi40rAQd9PXRyVZNIr

ZxdM7RVk4q1lMV. Acesso em: 22 ago. 2022.

DENARDIN, José Eloir et al. Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista. **Embrapa Trigo**, Passo Fundo, v. 15, p. 15, 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/18498274.pdf>. Acesso em: 3 out. 2022.

DIAS, Antonio Augusto Souza; DIAS, Marialice Antão de Oliveira. Educação ambiental. **Revista de direitos difusos**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 161-178, 2017. Disponível em: <http://ibap.emnuvens.com.br/rdd/article/view/29>. Acesso em: 25 set. 2022.

FARIAS, R. C.; LACERDA, A. V.; GOMES, A. C.; BARBOSA, F. M.; DORNELAS, C. S. M. Riqueza florística em uma área ciliar de Caatinga no Cariri Ocidental da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 4, n. 7, p. 109-118, 2017. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v4n7/v04n07a11.html>. Acesso em: 2 nov. 2022.

FAUSTINO, Adriana Soares. **Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6439/1923.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 out. 2022.

FEITOSA, Fernando A. C. (Org.). **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Quixeramobim**. Fortaleza: CPRM, 1998. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16657?locale-attribute=en>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FERREIRA, Maria Inês Paes; SILVA, José Augusto Ferreira da; PINHEIRO, Mariana Rodrigues de Carvalhaes. 7-Políticas Públicas e gerenciamento de recursos hídricos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes, v. 2, n. 2, p. 133-168, 2010. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44311371/Politicas_Pblicas_e_gerenciamento_de_recu20160401-31922-gi16er-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666572124&Signature=BA5N~n6Yxpm0xBS0qYucGM8dY7m~LJschvrzfWjHJKDWkci8ZhyJEBpPeigJ4kX0spayKmkumPXqd9IHZR6cYsqyoH-wSgcYJ9HrWtVLCE6q9e54ygnUjMhOhPwbyhqCaL3uJC94aK9FkDixXqFohm62nbHOCQaOfj1-Ez73d-GlfHT03R68fdS5Z2w~vK8PTfHn3y4CgMLT2ui7sERGC3v4mxwhotd5xkNnsUG5Cbf8ue6i afMYOPaw-LuGaaHh-iUxZJxsfngNiz~fRba4h5ip2trRUKFPuNMIErPJoSFT1vIqRyFx0cDSo9p0tBBvViZ7tC1AcmZA~oUZKUVVgKxw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 13 ago. 2022.

FILHO, Paulo de Barros Passos; JUNIOR, Severino Mendes de Azevedo. Aves Aquáticas de Lagoas na Caatinga. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E ESTENSÃO, 9., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2009. p. 1-3. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R1114-1.pdf>. Acesso em: 30 out. 2022.

FORTALEZA. **Lei Complementar n° 062, de 2 de fevereiro de 2009**. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. Fortaleza: Gabinete da Prefeita, 2009. Disponível em:

https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/catalogodeservico/pdp_com_alteracoes_da_lc_0108.pdf. Acesso em 15 set. 2022.

FREITAS, Luís Carlos Bastos et al. **Projeto Geoparques: Geoparque Sertão Monumental, CE**: proposta. [s/l]:CPRM, 2019. Disponível em:

http://dspace.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/21651/1/rel_geoparques_sertao.pdf. Acesso em: 11 out. 2022.

GOMES, Marco Antônio Ferreira; PEREIRA, Lauro Charlet. **Áreas frágeis no Brasil**: subsídios à legislação ambiental. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente 2011. 30 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/908132>. Acesso em: 30 ago. 2022.

GOMES, Naiara Angelo et al. Diagnóstico ambiental qualitativo no “lixão” da cidade de Pombal, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 1, p. 61-67, 2017. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7102583>. Acesso em 3 ago. 2022.

GOOGLE EARTH. **Imagens de Satélite do Google Earth**. Mountain View, 2022.

Disponível em:

<https://earth.google.com/web/data=CiQSIhIgOGQ2YmFjYjU2ZDIzMTFIOTThiNTM2YjMzNGRiYmRhYTA?hl=pt-BR>. Acesso em: 20 jul. 2022.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **TOPODATA**: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. São José dos Campos, 2022. Disponível em:

<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: 13 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados – Quixeramobim**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/quixeramobim.html>. Acesso em: 29 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados – Quixeramobim**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/quixeramobim/panorama>. Acesso em: 29 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados – Quixeramobim**. Rio de Janeiro, 2021a. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/quixeramobim/panorama>. Acesso em: 29 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=30138&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 15 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Monitoramento de Uso e Cobertura de Solo**. Brasília, 2020. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 27 jul. 2022.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em Mapas**: Informações georreferenciadas e especializadas para os 184 municípios cearenses. Fortaleza: IPECE, 2007. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/lista/index.htm>. Acesso em 28 jul. 2022.

JUNIOR, Antônio Pereira Magalhães; NETTO, Oscar de Moraes Cordeiro. Ciência, cognição e informação na operacionalização da gestão participativa da água no Brasil. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 18, p. 221-256, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/4pmzLJZZrnNx4QxPk7zmNSy/abstract/?lang=pt>. Acesso em 3 out. 2022.

KUNTSCHIK, Daniela Petenon; EDUARTE, Marina; UEHARA, Thiago Hector Kanashiro. **Matas ciliares**. 1º ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=qwY_05PY5T8C&oi=fnd&pg=PA3&dq=KUNTSCHIK,+Daniela+Petenon%3B+EDUARTE,+Marina%3B+UEHARA,+Thiago+Hector+Kanashiro.+Matas+ciliares.+SMA,+2011.&ots=DKvg6pnpuL&sig=qx-qqfHGlokDTHI5_sFW5VoARDY#v=onepage&q=KUNTSCHIK%2C%20Daniela%20Petenon%3B%20EDUARTE%2C%20Marina%3B%20UEHARA%2C%20Thiago%20Hector%20Kanashiro.%20Matas%20ciliares.%20SMA%2C%202011.&f=false. Acesso em: 27 set. 2022.

LOPES, José Fredson Bezerra *et al.* Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/agroambiente/article/view/252>. Acesso em 5 nov. 2022.

LUCAS, Evandro de Oliveira *et al.* Contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Research, Society and Development**, Cachoeira do Sul, v. 9, n. 9, p. e242997128-e242997128, 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/233380>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MACÊDO, Joalana Araújo *et al.* ANÁLISE HIDROCLIMATOLÓGICA E IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS: PROPOSTAS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE QUIXERAMOBIM-CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, Sobral, v. 21, n. 2, p. 581-599, 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/529>. Acesso em 13 ago. 2022.

MAPBIOMAS. **COLEÇÕES MAPBIOMAS**. [S/L], 2021. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em 25 jul. 2022.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de *et al.* **Os Recursos Hídricos do Ceará**: integração, Gestão e potencialidades. 2011. Fortaleza: IPECE, 2011. 268 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Gomes-13/publication/265728485_Os_recursos_hidricos_do_Ceara_Integracao_Gestao_e_Potencialidades/links/541a05b00cf25ebee9888642/Os-recursos-hidricos-do-Ceara-Integracao-Gestao-e-Potencialidades.pdf. Acesso em: 4 set. 2022.

MELO, Tássia dos Anjos Tenório de *et al.* Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, p. 147-165, 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ac/a/3mKRyFjSkPdBkhdvYVGZZLL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2022.

MOTA, Francisco Suetonio Bastos. **Disciplinamento do uso e ocupação do solo urbano visando a preservação do meio ambiente**. 1980. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-18122017-165819/en.php>. Acesso em: 13 set. 2022.

MOTA, Suetônio; AQUINO, Marisete Dantas de. Gestão Ambiental. *In*: CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania (org.). **Gestão das Águas: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 127-145.

NEARY, Daniel G. et al. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. **Forest ecology and management**, Estados Unidos da América, v. 122, n. 1-2, p. 51-71, 1999. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112799000328?casa_token=Rf27fF1dCTQAAAAA:O7TWtXyfgNKWhYyFTJFReqNpz-QTR06fA_ZFZuusR2DEMKRL31SjvA0zsY0BpqYvPqaQpzqkhKM. Acesso em: 20 out. 2022.

NUNES, Ana Bárbara de Araújo. **Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos: Planejamento, Medição e Avaliação da Gestão Local**. Fortaleza: Agência Nacional das Águas, 2015. 23 p. Disponível em: <http://dspace.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2557/1/Planejamento%20Medicao%20e%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20Local%20Livro.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2022.

NUNES, Diego. Aportes para uma história da regulação jurídica da água no Brasil a partir do Código de Águas de 1934. **Revista de Direito Administrativo**, Rio de Janeiro, v. 281, n. 1, p. 233-270, 2022. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rda/article/view/85660>. Acesso em: 1 set. 2022.

OLIVEIRA, Patricia Christiana S. de S.; SANTOS, Alex Mota dos; FERREIRA, Nilson Clementino. Modelagem Dinâmica do Desmatamento no Sul da Amazônia Ocidental. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 37, n. 3, p. 189-207, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/42643>. Acesso em: 2 ago. 2022.

OLIVEIRA, Paulo Armando V. de; NUNES, Maria Luisa A. **Sustentabilidade ambiental da suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0205_oliveira.pdf. Acesso em: 5 out. 2022.

OLIVEIRA, Ruan Carlos de Mesquita Oliveira; LIMA, Patrícia Verônica Pinheiro Sales; SOUSA, Rennaly Patrício. Gestão ambiental e gestão dos recursos hídricos no contexto do uso e ocupação do solo nos municípios. **Gestão & Regionalidade**, São Caetano do Sul, v. 33,

n. 97, p. 48-64, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1334/133450056004.pdf>. Acesso em: 12 out. 2022.

OPENSTREETMAP. **Export**. [S/L], 2022. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/export#map=6/-5.452/-32.651>. Acesso em 27 jul. 2022.

PORTO, Daniel Trespach; BASSO, Luís Alberto; STROHAECKER, Tânia Marques. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Mampituba, região Sul do Brasil, utilizando a matriz fpeir. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 28-50, 2019. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63113452/PORTOetal_Geosul_2019_n72-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666577026&Signature=K2IUpB3A6e00uvXBTWrUanTDiVgJHCm4nlgjVBJUGlAGm5zXQ5k9dFzzNx3ixPCVxwTnVbQxFK5lrHAhanwr~RH6QuRbysRK2swBD4iXgel8PH1KpNk7km4RaceJ-riBANTJreRG7vM71Bz-uMW5xWFK50PuiWR2QsvWV9ebQj7rAu8x~LCCRMK~MpfirtM1XUD2wzCt9eO4q9nJ2O7Pf75dKZyx8cov5V9atifTI~FUcuPft1mbRTMyVuM93Rec-KEVdEISGrKgcLaDxA-jJ4dQHXS-YNgwq9wytYEuHWNx5v9AmucOCNDkH~FhaidxI71Q3TH9HTUMMBdP3sT-Lw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 13 out. 2022.

QUIXERAMOBIM. **Lei nº 1.811, de 7 de junho de 2000**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, PDDU, de Quixeramobim e dá outras providências. Quixeramobim: Câmara Municipal, 2000. Disponível em: <https://www.cmquixeramobim.ce.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/PLANO-DIRETOR-DE-QUIXERAMOBIM.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2022.

RABELO, Davi Rodrigues *et al.* Processos exógenos na formação da depressão sertaneja do sertão central do estado do Ceará, Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 835-841, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/44432>. Acesso em: 25 set. 2022.

RAMOS, Graciliano. **Vidas Secas**. 120ª edição. Rio de Janeiro: Editora Record LDTA, 2013. p. 32.

RODRIGUES, Miguel Trefaut. HERPETOFAUNA DA CAATINGA. In: LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso da. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 181-236. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51367170/5_livro_ecologia_e_conservao_da_caatinga_203-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667939667&Signature=AexCICaCuIm566mnI48KmADZxXUt6Iths07i9eXTjuxTAEIUvIfknyeMbWkk5YZWVUxx3UfxAAGPI7S~M5H5NjuDxQcCTdKdv-VS5RIMMLUVP6lAS~L6EnmtbJTZB70nCorIPWRzDZAb8m9ZRnsXVY0w8Pbte2AVfx1Gy5vLpbP1uPzGzdVk6ip5eDbr~8Lb9-GCUE4ftHhZ5dGschBMOhUUM55ctzgnqDvWNZS8Jxs7d-CZAFwUv1zBbXsLxarUpFHKT8SRXEBpqJmJuGA~GlgAlIf6jjTm9YwcP4LbNFUxUpboZ-W2yQ5Hu1XtidTswF6rZ3Uy6IDDR77brBQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=200. Acesso em: 2 nov. 2022.

SANTAELLA, Sandra Tédde *et al.* **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira**.

Fortaleza: UFC / Labomar / Nave, 2014. Disponível em:
<https://www.repositoriobib.ufc.br/000011/00001121.pdf>. Acesso em 25 out. 2022.

SANTANA, Derli Prudente. **Manejo integrado de Bacias Higrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. Disponível em:
http://correio.fdvmg.edu.br/downloads/biblio_ea/Manejo%20integrado%20de%20bacias%20hidricas.pdf. Acesso em: 20 jul. 2022.

SANTOS, Mariana Rodrigues Ribeiro dos; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 16, p. 43-60, 2013. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/asoc/a/CdDcTNkgtxpzCptsjBKLB5z/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 15 out. 2022.

SEMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO CEARÁ. **Plano das Coletas Seletivas: Sertão Central**. Ceará: Governo do Estado do Ceará / I&T Gestão de Resíduos, 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2020/05/SERT%C3%83O-CENTRAL.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.

SILVA, Alessandra dos Santos *et al.* Avaliação do potencial tóxico dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande-PB. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 20, p. 840-851, 2015. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rmat/a/3SNmhykgN9MkZHM9QW7t4qy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2022.

SILVA, Emerson Mariano da *et al.* A Relação entre a Climatologia e as Infrações Ambientais na área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité no Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 157-165, 2022. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/tz4XYmyHy3WxdGkCny3TYqg/abstract/?lang=pt>. Acesso em 25 out. 2022.

SOUSA JÚNIOR, Wilson Cabral de. **Gestão das águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios**. São Paulo: Editora Fundação Peirópolis, 2004. Disponível em:
https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=jOHzw0yD0_YC&oi=fnd&pg=PA13&dq=DE+SOUSA+JUNIOR+2004&ots=1moe3Zk0zx&sig=EZPAIkZfYri4zDT6P-hxf6j_1j8#v=onepage&q=DE%20SOUSA%20JUNIOR%202004&f=false. Acesso em: 12 ago. 2022.

SOUZA, Jocemar Santos de; MORAES, Beatriz Stoll. Análise das políticas públicas implementadas para a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 913-919, 2016. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/4675/467546204030.pdf>. Acesso em: 15 set. 2022.

SOUZA, Karyne Francielle de Oliveira. **Fossas negras: um problema para o meio ambiente e para a saúde pública**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Arquimedes, 2015. Disponível em:
<https://repositorio.faema.edu.br/handle/123456789/531>. Acesso em: 11 set. 2022.

SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Atlas dos Recursos Hídricos**.

Fortaleza: SRH, 2015. Acesso em: http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=199&status=0. Acesso em: 20 jun. 2022.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Araraquara, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>. Acesso em: 1 out. 2022.

TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, ABRH, 1997.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 55, n. 4, p. 31-33, 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252003000400018&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 27 ago. 2022.

VELLOSO, Tatiana Ribeiro. **A gestão dos recursos hídricos em um contexto regional: a trajetória do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)**. 2000. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9857>. Acesso em: 2 ago. 2022.