



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E
MEIO AMBIENTE

DÉBORAH MARIA PASSOS LOPES

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE
BANABUIÚ (CE): CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO MUNICIPAL

FORTALEZA

2020

DÉBORAH MARIA PASSOS LOPES

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE
BANABUIÚ (CE): CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO MUNICIPAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao PRODEMA- Programa Regional Em Pós-Graduação Em Desenvolvimento E Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requerimento parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Profº Drº Edson Vicente da Silva
Co-orientador: Profº Drº Carlos Henrique Sopchaki

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L851z Lopes, Deborah Maria Passos.

Zoneamento Geoambiental da Bacia de Captação do Açude Banabuiú (CE):
Contribuições ao Planejamento Municipal. / Deborah Maria Passos Lopes. – 2020.
123 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-
Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.

Coorientação: Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki.

1. Zoneamento Geoambiental. 2. Semiárido. 3. Açude Banabuiú. I. Título.

CDD
333.7

DÉBORAH MARIA PASSOS LOPES

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE
BANABUIÚ (CE): CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO MUNICIPAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao PRODEMA- Programa Regional em Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requerimento parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 18 / 02 / 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Carlos de Araújo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ernane Cortez Lima
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UEVA)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de mais uma vida terrena, por me guiar e me fortalecer a cada dia.

À espiritualidade, pelo amparo e equilíbrio a mim concedidos.

À minha família, pelo apoio em todos os momentos.

Aos meus pais, Antônia Silvana Passos Lopes e Francisco Marlindo Araújo Lopes, pelo apoio, auxílio e incentivo para que eu trilhasse o caminho acadêmico e concluísse mais uma etapa desse processo.

À minha irmã Letícia Maria Passos Lopes, por sempre acreditar em mim e nas minhas escolhas e por compartilhar minhas alegrias.

Ao meu noivo Jhonatan Iago de Almeida Rocha, pela compreensão, paciência e incentivo durante toda a caminhada acadêmica, por acreditar que é possível e por acreditar que sou capaz.

Ao meu avô Armando de Araújo Lopes, por se fazer presente durante toda a minha vida e ser esse avô incrível, que morou e trabalhou da área de estudo do presente trabalho.

À minha avó Maria Marlene Araújo Lopes (*In Memoriam*), por ser tão importante na minha vida e por se fazer presente em sentimento, sonhos e amparo espiritual.

Ao meu Tio José Augusto Lins de Sousa, pela contribuição na visita a campo.

À minha amiga Jéssica Pacheco, pela ajuda, paciência e convívio.

Ao meu orientador Professor Edson Vicente da Silva (Cacau), pelos ensinamentos, contribuições, orientações, paciência e disponibilidade.

Ao meu co-orientador Carlos Henrique Sopchaki, pelas contribuições e orientação.

À banca avaliadora do presente trabalho, pelo aceite de participação e pelas contribuições.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFC), pelos ensinamentos.

À coordenação Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFC), pela disponibilidade.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela oportunidade de realizar o mestrado em uma instituição conceituada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo financiamento da pesquisa (Código de Financiamento 001).

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

À moradora do município de Banabuiú, Wuli Grazielle Ferreira Santiago, pela ajuda com os contados referente a pesquisa.

Ao Secretário de Agricultura do município de Banabuiú, Francisco Romário de Lima, pela ajuda com as informações inerentes a pesquisa.

À população de Banabuiú, pela receptividade e acolhimento.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa etapa, o meu muito obrigada.

RESUMO

O relevante elemento que restringe a ocupação humana no semiárido no Ceará é a escassez hídrica, uma vez que a precipitação pluvial na região é baixa e irregular, se concentrando em poucos meses do ano, e apresentando altas taxas de evaporação. Esse quadro provoca diversos problemas sociais e econômicos na região, contribuindo inclusive para o êxodo rural. Ao longo do histórico de ocupação do semiárido cearense, ocorreram frequentes intervenções do Estado por meio de construções de barragens e açudes, como forma de favorecer a ocupação dessas regiões que sofriam com escassez hídrica. A área de estudo do presente trabalho é a Bacia de Captação do açude Banabuiú, também denominado de Arrojado Lisboa. O açude está localizado no município de Banabuiú, no setor Centro Leste do estado do Ceará, é o terceiro maior reservatório hídrico do estado. A bacia de captação, em sua totalidade compreende vários municípios, no entanto o foco do estudo foi trabalhar-lo dentro da delimitação municipal de Banabuiú. A construção desse reservatório contribuiu para o município de Banabuiú apresentar bastante disponibilidade hídrica, se equiparado a outros municípios da região. O presente trabalho realizou um Zoneamento Geoambiental da Bacia de Captação do açude Banabuiú, tendo em vista o baixo aporte hídrico que o mesmo apresenta atualmente, encontra-se em umas de suas menores cotas. De acordo com Rodriguez e Silva (2016), o zoneamento geoambiental é direcionado a delimitar as unidades geoambientais resultantes das interações entre os elementos e os processos naturais de um território. O zoneamento é visto como um instrumento que pode garantir a racionalidade na ocupação do espaço e subsidiar a elaboração de estratégias de planejamento regional e desenvolvimento sustentável. O presente estudo utilizou a Geoecologia da Paisagem como base para o planejamento ambiental, pois se trata de uma metodologia integradora e sintetizadora, utilizando-se da paisagem como unidade de análise. De acordo com os autores, a paisagem é uma unidade dialética e um completo total ou um todo, e que de acordo com a natureza de sua mudança e transformação, sendo avaliada em várias dimensões.

Palavras-chave: Zoneamento Geoambiental. Semiárido. Açude Banabuiú.

ABSTRACT

The main element that restricts the human occupation in the semiarid of Ceará is the water shortage, once the pluvial precipitation in the region is low and irregular, concentrating in a few months of the year, and presenting high rates of evaporation. This situation shows several social and economic problems in the region, even contributing for the rural exodus. Along the historical occupation of the semiarid of Ceará, frequent interventions occurred from the State by building dams, as a way to favor the occupation of these regions which suffered with water shortage. The study area of the present work is the catchment basin of the Banabuiú's dam, also called of Arrojado Lisboa. The dam is located in the municipality of Banabuiú, in the East Center sector of the State of Ceará, is the third largest reservoir in the state. The catchment basin, on its totality comprehends several municipalities, however the focus of the study was to work it within the municipal boundary of Banabuiú. The construction of this reservoir contributed to the municipality of Banabuiú presenting a high water availability, compared to other municipalities in the region. The present work carried out a Geo-environmental Zoning of the Catchment Basin of Banabuiú's dam, in view of the low water supply that it currently presents, it is found in one of the smallest quotas. According with Rodriguez and Silva (2016), the geo-environmental zoning is directed to delimit the geo-environmental unities resulting from the interaction between the elements and the natural processes of a territory. Zoning is seen as an instrument that can guarantee the rationality in the occupation of the space and subsidize the elaboration of strategies of regional planning and sustainable development. The present work used the Geoecology of the Landscape as basis for the environmental planning, because it is an integrative methodology, using the landscape as a unity of analyses. According to the authors, the landscape is a dialectic unity and a complete total or a whole, and according with the nature of its change and transformation, being evaluated in several dimensions.

Keywords: Geo-environmental Zoning. Semiarid. Banabuiú's Dam.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Volume de água armazenado por estado na Região Nordeste do Brasil.....	18
Figura 2	– Volume d'água armazenado por Unidade de Gerenciamento (%), no estado do Ceará.....	18
Figura 3	– Bacias Hidrográficas do estado do Ceará.....	30
Figura 4	– Fluxograma metodológico da pesquisa.....	33
Figura 5	– Fases do Planejamento Ambiental.....	35
Figura 6	– Visitas in loco: DNOCS e secretarias do município de Banabuiú (Complexo Administrativo Municipal).....	37
Figura 7	– Informação da Imagem de Satélite Utilizada (Sentinel 2).....	41
Figura 8	– Inauguração das comportas do açude Banabuiú	45
Figura 9	– Gráfico com percentual de docentes com grau de nível superior no Ceará e em Banabuiú.....	46
Figura 10	– Ficha técnica simplificada do açude Banabuiú.....	52
Figura 11	– Tomada d'água – seção transversal da barragem do açude Banabuiú.....	53
Figura 12	– Construção das comportas do açude Banabuiú.....	55
Figura 13	– Maquinário da construção das comportas do açude Banabuiú.....	55
Figura 14	– Comportas do açude Banabuiú no ano de 2019.....	56
Figura 15	– Vista das comportas do açude Banabuiú dentro da delimitação municipal.....	57
Figura 16	– Cota (m) do açude de Banabuiú registrado em 18 de fevereiro de 2019.....	61
Figura 17	– Volume (%) do açude de Banabuiú registrado em 18 de fevereiro de 2019....	61
Figura 18	– Dados do açude Banabuiú (25/05/2019 a 30/05/2019).....	62
Figura 19	– Vista do açude Banabuiú a partir das comportas.....	62
Figura 20	– Estimativa das Temperaturas Médias Mensais de Banabuiú - Programa Celina 1.0.....	64
Figura 21	– Gráfico do volume do açude Banabuiú nos anos de 1989 a 2019.....	68

Figura 22 – Gráfico do volume do açude Banabuiú no decorrer do ano de 2019.....	69
Figura 23 – Histórico do SISAR de 1991 a 2015.....	83
Figura 24 – Arranjo Institucional do Projeto São José.....	84
Figura 25 – Mapa com tipologias de abastecimento de água na Bacia de Captação do Açude Banabuiú.....	85
Figura 26 – Estado de trofia das águas e seus significados.....	86
Figura 27 – Estado trófico das águas do açude Banabuiú (nov/2008 a jun/2019).....	86
Figura 28 – Dados do estado trófico da água açude Banabuiú no ano de 2019.....	87
Figura 29 – Criação bovina, caprina e suína encontrada na região trabalhada.....	89
Figura 30 – Maquinário disponibilizado pela COGERH para escavação de poços no município de Banabuiú.....	91
Figura 31 – Minérios encontrados da Bacia de Captação do Açude Banabuiú - município de Banabuiú.....	92
Figura 32 – Cultivo de Carnaúba na região da Bacia de Captação do açude Banabuiú.....	92
Figura 33 – Pastagens de caprinos na Bacia de Captação do açude Banabuiú.....	95
Figura 34 – Pastagens de bovinos na Bacia de Captação do açude Banabuiú.....	96
Figura 35 – Açudes de pequeno porte construídos na Bacia de Captação do açude Banabuiú.....	98
Figura 36 – Criação de caprinos próximo ao leito do açude Banabuiú.....	98
Figura 37 – Proximidade das comunidades como o açude Banabuiú.....	99
Figura 38 – Capa da Cartilha de Defensivos Agrícolas Naturais disponibilizados pelo Governo.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias de precipitações e temperaturas do Município de Banabuiú (1989-2019).....	65
Gráfico 2 – Balanço Hídrico Normal de Banabuiú (1989-2019).....	67
Gráfico 3 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica do município de Banabuiú (1989-2019).....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Capacidade e volume atual das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará...	31
Tabela 2 – Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.....	31
Tabela 3 – Número de empregos formais no município de Banabuiú em 2016.....	47
Tabela 4 – Açudes públicos gerenciados pela COGERH (Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú).....	51
Tabela 5 – Características técnicas gerais do açude Banabuiú.....	54
Tabela 6 – Balanço hídrico no município de Banabuiú (1989-2019).....	66
Tabela 7 – Volume mensal do açude Banabuiú no ano de 2019.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios norteadores da política de Recursos Hídricos.....	29
Quadro 2 – Quadro síntese da pesquisa.....	36
Quadro 3 – Atribuições do Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú.....	49
Quadro 4 – Aspectos atmosféricos climáticos do município de Banabuiú.....	59
Quadro 5 – Unidades geocológicas da Bacia de Captação do açude Banabuiú.....	72
Quadro 6 – Microáreas do município de Banabuiú (dados do mês de fevereiro de 2019).....	74
Quadro 7 – Paisagens da margem esquerda do açude Banabuiú.....	76
Quadro 8 – Paisagens da margem direita do açude Banabuiú.....	78
Quadro 9 – Nome popular e científico dos peixes pescados no açude Banabuiú.....	88
Quadro 10 – Nome popular e científico dos animais caçados no município de Banabuiú.....	89
Quadro 11 – Limitações, potencialidades e formas de uso das Unidades Geocológicas da Bacia de Captação do açude Banabuiú – Município de Banabuiú.....	94
Quadro 12 – Zoneamento Hidrogeoambiental Propositivo da Bacia de Captação do açude Banabuiú.....	110
Quadro 13 – Diretrizes da Educação Ambiental em microbacias.....	116

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	– Localização geográfica do município de Banabuiú (CE).....	20
Mapa 2	– Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú – CE.....	48
Mapa 3	– Bacia de Captação Total do açude Banabuiú.....	58
Mapa 4	– Bacia de Captação Municipal do açude Banabuiú.....	60
Mapa 5	– Açude Banabuiú.....	63
Mapa 6	– Unidades Geocológicas da Bacia de Captação Municipal do açude Banabuiú.....	71
Mapa 7	– Localidades da Bacia de Captação Municipal do açude Banabuiú (margens esquerda e direita).....	75
Mapa 8	– Zoneamento Hidrogeoambiental da Bacia de Captação do Açude Banabuiú– Município de Banabuiú.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASI	Agência Espacial Italiana
CBH	Comitê de Bacias Hidrográficas
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DLR	Agência Espacial Alemã
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDM	Índice de Desenvolvimento Municipal
IFOCS	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas
INESP	Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
MDE	Modelo Digital de Elevação
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NASF	Núcleo de Apoio a Saúde da Família
NGA	National Geospatial-Intelligence Agency
SIGERH	Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
USGS	Serviço Geológico dos Estados Unidos
UTM	Universal Transversa de Mercator (Sistema de projeção)
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIS	Zona de Convergência do Índico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical.
ZCPS	Zona de Convergência do Pacífico Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	Geocologia da Paisagem.....	23
2.2	Planejamento e Gestão Ambiental.....	24
2.3	Zoneamento Geoambiental.....	25
2.4	Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará.....	27
3	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS.....	33
3.1	Levantamento Bibliográfico e Cartográfico.....	34
3.2	Procedimentos Técnicos e Metodológicos.....	34
<i>3.2.1</i>	<i>Fase de Organização e Inventário.....</i>	<i>37</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Fase de Análise.....</i>	<i>38</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Fase de Diagnóstico.....</i>	<i>39</i>
<i>3.2.4</i>	<i>Fase de Projeção.....</i>	<i>39</i>
3.3	Elaboração dos Mapas.....	40
4	CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ.....	42
4.1	Caracterização ambiental do município de Banabuiú.....	42
4.2	Caracterização sócio-econômica do município de Banabuiú.....	44
5	SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BANABUIÚ.....	48
5.1	O Açude Banabuiú.....	52
6	BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE BANABUIÚ NO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ.....	57
6.1	Análise da Bacia de Captação do Açude Banabuiú.....	57
6.2	Dados socioambientais de campo / Diagnóstico.....	70
<i>6.2.1</i>	<i>Dados Ambientais de campo.....</i>	<i>70</i>
<i>6.2.2</i>	<i>Dados Sociais de campo / Comunidades inseridas nas margens do açude Banabuiú.....</i>	<i>73</i>
<i>6.2.3</i>	<i>Atividades Econômicas das comunidades: pesca, caça, pecuária, agricultura e mineração.....</i>	<i>88</i>
<i>6.2.4</i>	<i>Impactos Ambientais.....</i>	<i>95</i>

7	PROPOSTA DE ZONEAMENTO HIDROGEOAMBIENTAL DA BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE BANABUIÚ NO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ.....	102
7.1	Zonas Propositivas.....	104
7.1.1	<i>Zona – Preservação Ambiental.....</i>	104
7.1.2	<i>Zona – Corpo Hídrico Inundação Máxima.....</i>	105
7.1.3	<i>Zona – Corpo Hídrico Atual (2019).....</i>	105
7.1.4	<i>Zona – Tampão Ecológico do Açude Banabuiu.....</i>	106
7.1.5	<i>Zona – Conservação Agropecuária.....</i>	107
7.1.6	<i>Zona – Conservação Ambiental.....</i>	107
7.2	Setores Hidrogeográficos.....	108
7.3	Propostas e Diretrizes.....	112
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
	REFERÊNCIAS	119

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o cadastro dos municípios brasileiros localizados na Região Semiárida do Brasil, informa que o território abrange uma extensão total de 982.563,3 km². Dessa área, a Região Nordeste concentra em torno de 89,5%, abrangendo a maioria dos estados nordestinos, com a exceção do Maranhão, e o norte do Estado de Minas Gerais, situado na Região Sudeste, possui os 10,5% restantes (103.589,96 km²).

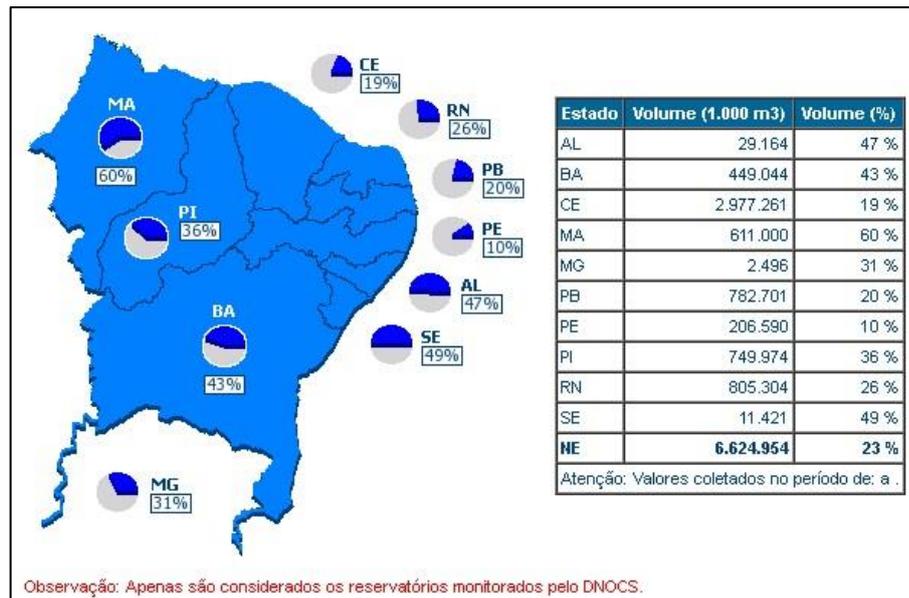
O elemento que restringe a ocupação humana no semiárido no Ceará é a escassez hídrica, uma vez que a precipitação pluvial na região é baixa e irregular, se concentrando em poucos meses do ano, e apresentando altas taxas de evaporação. Esse quadro provoca diversos problemas sociais e econômicos na região, contribuindo inclusive para o êxodo rural.

A água é um elemento de muita importância em diversos aspectos, principalmente sobre as condições ambientais e sociais, sendo porém bastante limitada na região. O Sertão Central Cearense em sua totalidade tem um potencial natural muito elevado, que muitas vezes é desvalorizado. A caatinga, vegetação preponderante no semiárido cearense, tem muita adaptabilidade a escassez hídrica, constituindo um bioma que apresenta grande biodiversidade, digno de atenção por parte de pesquisadores ambientalistas, visando sua proteção e manutenção.

Ao longo do histórico de ocupação do semiárido cearense, ocorreram frequentes intervenções do Estado por meio de construções de barragens e seus açudes, como forma de favorecer a ocupação dessas regiões que sofriam com escassez hídrica. Essa atuação de gerenciamento hídrico foi coordenada pelo Departamento de Obras Contra a Seca (DNOCS).

De acordo com dados do DNOCS, tendo como referência o volume armazenado por estado da Região Nordeste, os açudes do Ceará acumulam aproximadamente um volume de 19%, porém, o estado passa por alguns anos prolongados de déficit hídrico, onde as chuvas não foram suficientes para abastecer os reservatórios do estado, não suprimindo a necessidade da população sertaneja que depende desses açudes como forma de subsistência (ver Figura 1).

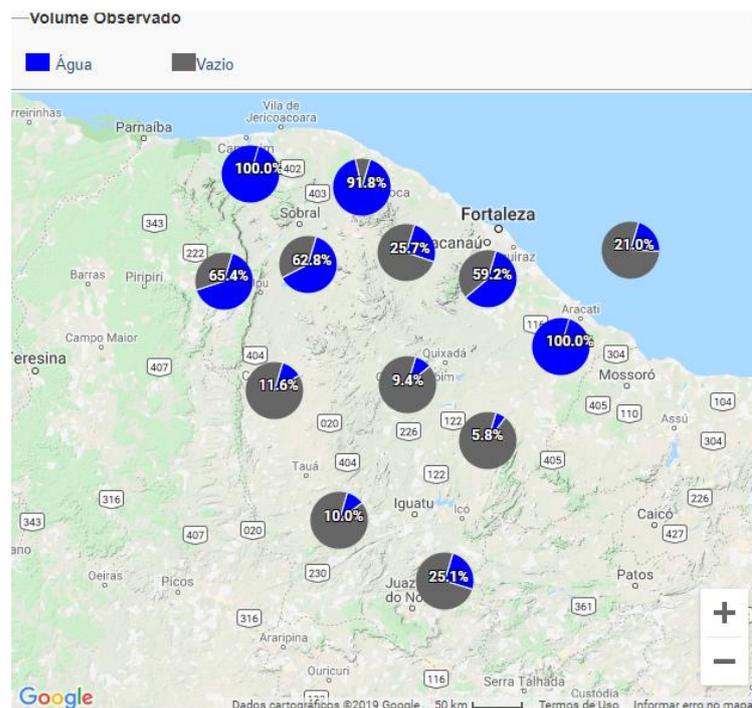
Figura 1- Volume de água armazenado por estado na Região Nordeste do Brasil



Fonte: DNOCS (2019)

De acordo com FUNCEME e COGERH (2019), o estado do Ceará conta com 155 açudes monitorados, compreendendo uma capacidade total de 18.617,0 hm³, porém atualmente encontra-se com volume total de 3.454,0 hm³, ou seja, 18,6%. A Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú, onde está inserido o açude em estudo, encontra-se atualmente (maio/2019) com volume de apenas 9,4% (ver Figura 2).

Figura 2- Volume d'água Armazenado por Unidade de Gerenciamento (%) no estado do Ceará.



Fonte: FUNCEME; COGERH (2019)

O estado do Ceará possui grande parte de seu território sob um clima semiárido; onde o solo é constituído predominantemente por solos rasos sobre um embasamento cristalino, sendo assim, muito vulnerável aos processos de desertificação. Devido tais características naturais dos solos, juntamente com os processos de erosão e irregularidade pluviométrica, o mesmo acaba por reduzir sua capacidade de fertilidade.

Esse processo de degradação ambiental pode ser de cunho natural, devido às condições climáticas que a região está inserida, porém, acentuam-se devido à intensidade de atividades econômicas exercidas pela sociedade, como a pecuária e a agricultura. Que muitas vezes não têm ciência do que pode acarretar para o meio ambiente, e conseqüentemente, para a qualidade de vida da população.

Os impactos no semiárido cearense produzem diversas conseqüências, se sobressaindo dentre elas: a diminuição da biodiversidade, assoreamento de rios e reservatórios, a redução da capacidade produtiva do solo que, por conseguinte, acarreta na perda da produtividade agrícola. Esses processos resultam em complicações de cunho social, como a dispersão da população local, uma vez que acaba lesionando suas atividades econômicas.

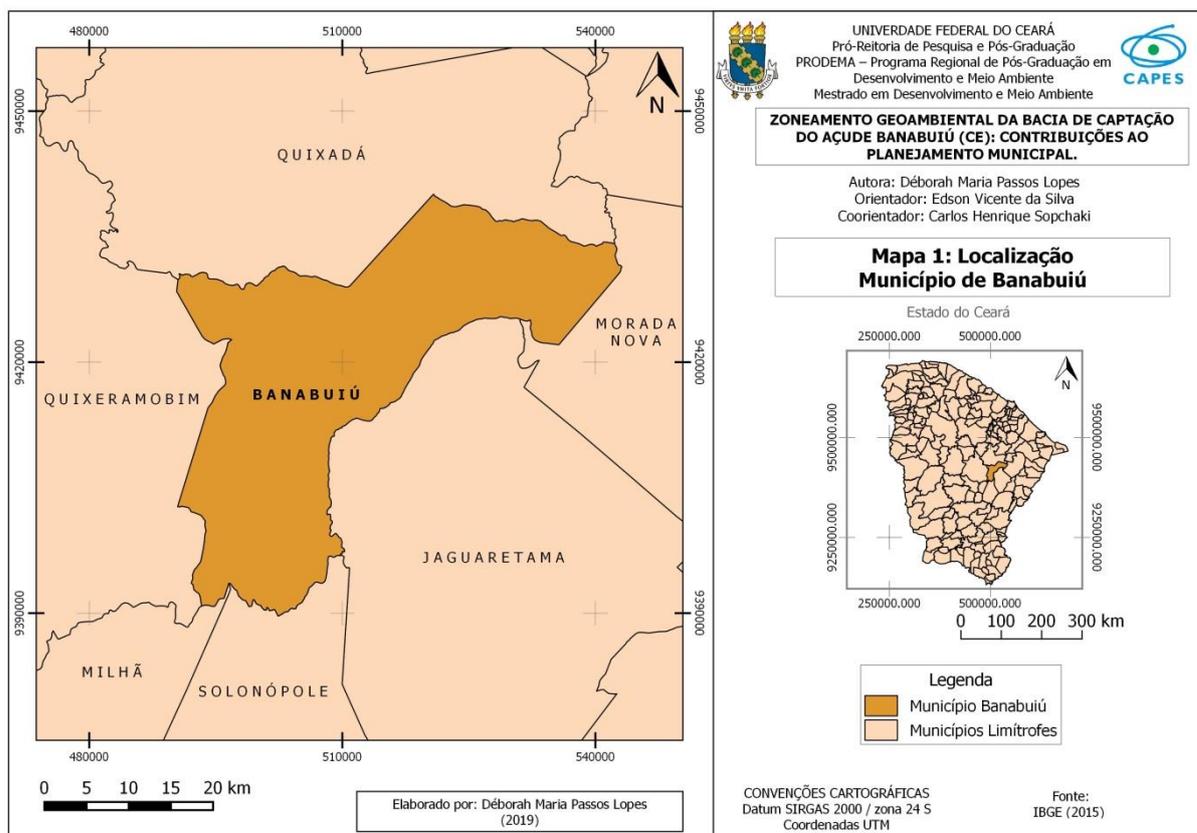
A área de estudo do presente trabalho é a bacia de captação do açude Banabuiú, também denominado de Arrojado Lisboa. A bacia de captação desse açude, em sua totalidade perpassa vários municípios, no entanto o foco do estudo é trabalhar-lo dentro da delimitação municipal de Banabuiú.

O açude está localizado no município de Banabuiú, no setor Centro Leste do estado do Ceará (ver Mapa 1), situado na Mesorregião dos Sertões Cearenses e na Microrregião do Sertão de Quixeramobim. Seus municípios limítrofes são: Quixadá ao norte; Solonópole e Jaguaretama ao sul; Jaguaretama e Morada Nova à leste; e Quixeramobim à oeste (IPECE, Perfil Básico Municipal).

O açude Arrojado Lisboa, localizado na Sub-bacia do Banabuiú, barra o rio Banabuiú, pertencente ao sistema da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, sendo ele o terceiro maior açude do estado do Ceará. A construção desse reservatório contribuiu para o município de Banabuiú apresentar bastante disponibilidade hídrica, se equiparado a outros municípios da região.

De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), o açude em questão, tem uma capacidade de abastecimento de 1.601,00 (hm³), um volume hídrico bastante significativo.

Mapa 1 – Localização Geográfica do município de Banabuiú (CE).



Fonte: LOPES, 2016

Na primeira visita *in loco* foi possível comprovar que o açude encontrava-se com um volume de 5,40% (18/02/2019) de seu total, apresentando uma cota de 110,71 m, uma de suas cotas mais baixas, sendo necessário um estudo sobre como o entorno desse açude está sendo ocupado, compreendendo a dinâmica da bacia de captação do açude Banabuiú e suas interações, visando uma melhor gestão e planejamento de seus recursos hídricos.

Tendo em vista sua elevada capacidade de acumulação de água, torna-se notório o quão importante é o açude no desenvolvimento do local, e evidencia a problemática atual que o semiárido cearense está passando devido a escassez de recursos hídricos, afetando diretamente a população local e suas respectivas atividades econômicas.

O presente trabalho busca realizar um zoneamento geoambiental da bacia de captação do açude Banabuiú, tendo em vista que o mesmo se encontra em umas de suas menores cotas. A bacia de captação seria a área de escoamento hídrico para o reservatório e se caracteriza pelo conjunto de afluentes que drenam água para o açude em questão.

A pesquisa traz como objetivo geral realizar o zoneamento geoambiental da Bacia de Captação do açude Banabuiú. E como objetivos específicos estão:

- Compreender a atual dinâmica hídrica no semiárido local e sua influência no açude Banabuiú.
- Analisar as relações dinâmicas do açude com as unidades geoambientais naturais e culturais com sua bacia de captação no município de Banabuiú.
- Estabelecer um diagnóstico municipal no contexto da bacia de captação do açude Banabuiú.
- Propor um zoneamento hidrogeoambiental com vista ao planejamento funcional no âmbito da gestão municipal.

De acordo com Rodriguez e Silva (2016), o zoneamento geoambiental é direcionado a delimitar as unidades geoambientais resultantes das interações entre os elementos e os processos naturais de um território. O zoneamento é visto como um instrumento que pode garantir a racionalidade na ocupação do espaço e subsidiar a elaboração de estratégias de planejamento regional e desenvolvimento sustentável. O planejamento ambiental é usado como subsídio para o zoneamento propositivo.

Tendo como base os objetivos citados acima, a dissertação foi constituída por 8 capítulos. O primeiro se trata da introdução, apresentando área de estudo e a temática trabalhada, objetivos geral e específicos, justificativa e relevância do tema, assim como a metodologia utilizada.

O segundo capítulo, trata do referencial teórico da pesquisa, trazendo os principais conceitos e embasamentos relevantes para a compreensão e abordagem da temática em questão. O terceiro capítulo, aborda os procedimentos técnicos e metodológicos, expondo a metodologia utilizada e uma explanação das etapas da pesquisa, descrevendo também como foram realizadas as coletas de dados e os procedimentos técnicos em relação a elaboração dos mapas.

O quarto capítulo, intitulado “Caracterização ambiental e socioeconômica do município de Banabuiú”, buscou trazer uma abordagem mais ampla dos aspectos ambientais, sociais e econômicos do município de Banabuiú, que são bastante relevantes para uma futura compreensão com maior enfoque na área de estudo, sendo essa, a bacia de captação do açude Banabuiú.

Tendo em vista que a bacia de captação do açude aqui trabalhado está inserida dentro da bacia hidrográfica do Banabuiú, torna-se necessário uma abordagem da sua totalidade, trazendo seus aspectos físicos, municipais e de gestão. O quinto capítulo, “Bacia

Hidrográfica do Banabuiú”, vem com o intuito de abordagem do todo, a fim de facilitar a posterior compreensão da dinâmica do local de estudo.

O sexto capítulo, intitulado “A Bacia de Captação do Açude Banabuiú no Município de Banabuiú”, abrange os resultados obtidos, visando expor a sistematização dos dados encontrados. Essa abordagem é de ênfase local, relacionado a dados primários da bacia de captação do açude Banabuiú, abordando dados ambientais e sociais de campo. O sétimo capítulo traz o zoneamento hidrogeoambiental propositivo, assim como suas análises, diagnóstico e propostas. E o oitavo capítulo é referente as considerações finais.

A dissertação busca uma forma de auxiliar na gestão e avaliação ambiental dessas áreas semiáridas. Diante desse contexto, a hipótese no estudo seria que através da análise, zoneamento e planejamento ambiental é possível chegar a formas de gestão dos recursos hídricos, minimizando os efeitos negativos de degradação e promovendo um melhor condicionamento territorial da bacia de captação do açude Banabuiú.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo traz uma abordagem do referencial teórico da dissertação, dando aprofundamento nos principais conceitos através de uma revisão de literatura sobre a temática. Sua importância é muito relevante, uma vez que traz os fundamentos dos temas que norteiam a pesquisa.

2.1 Geoecologia da Paisagem

O presente estudo utilizou a Geoecologia da Paisagem como base para o planejamento ambiental, pois se trata de uma metodologia integradora e sintetizadora, utilizando-se da paisagem como unidade de análise. De acordo com Rodriguez e Silva (2016), a paisagem é uma unidade dialética e um completo total ou um todo, e que de acordo com a natureza de sua mudança e transformação, é testada em várias dimensões.

Atualmente, no campo das ciências geográficas, usa-se o conceito de paisagem como formação antroponatural: “(...) consistindo num sistema territorial composto por elementos naturais e antropotecnogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais. (...)”. (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2013).

O enfoque sistêmico é a base científica da análise geocológica da paisagem, sendo assim, o presente trabalho busca analisar a bacia de captação do açude Banabuiú através do método sistêmico, ou seja, de forma holística. Segundo a metodologia sistêmica, o objeto estudado apresenta partes bem definidas, porém elas interagem entre si, formando um todo maior. O modelo sistêmico foi fortemente desenvolvido como ciência por *Ludwig Von Bertalanffy* (1901-1972) na Teoria Geral dos Sistemas.

De acordo com Magalhães; Silva; Zanella (2010), essa teoria tem como princípio básico a conectividade, segundo qual o sistema é um conjunto de elementos interdependentes, cada um com suas funções específicas, mas funcionando de forma conectada, resultante da interação dinâmica das partes. Esse método de análise permite um melhor entendimento do comportamento do sistema, uma vez que leva em consideração o seu dinamismo no tempo e no espaço.

O sistema é definido como um conjunto de elementos que se encontram em relação entre si, e que formam uma determinada unidade e integridade. A condição fundamental para utilizar o viés sistêmico é a necessidade de realizar uma análise sequencial, um objeto que muda constantemente, devido as interações das suas partes em um todo maior. (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2013).

Essa abordagem se torna extremamente importante no presente trabalho, uma vez que o mesmo interpreta as relações entre natureza e sociedade. “A partir da visão sistêmica, concebe-se a paisagem como um sistema integrado, no qual cada componente isolado não possui propriedades integradoras. Estas propriedades integradoras somente desenvolvem-se quando se estuda a paisagem como um sistema total.” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2013).

Os métodos de análise da paisagem são concebidos através dos princípios estrutural, funcional, dinâmico-evolutivo, histórico-transformativo e integrativo. O presente trabalho se encaixa no método interativo, uma vez que se trata da sustentabilidade geocológica das paisagens, no qual seus índices são o suporte estrutural, funcional, relacional, evolutivo, produtivo das paisagens; categorias de manejo da sustentabilidade da paisagem.

2.2 Planejamento e Gestão Ambiental

O planejamento e a gestão ambiental levam em consideração o caráter complexo e a natureza antrópica dos processos e sistemas ambientais. De acordo com Rodriguez e Silva (2016), o planejamento ambiental requer uma visão holística, sistêmica e dialética das relações natureza e sociedade, onde existe uma inter-relação entre os sistemas ambientais, formando assim uma totalidade.

A visão holística se caracteriza por sintetizar as unidades em totalidades, compreendendo os fenômenos em sua totalidade; a visão holística é oposta à lógica mecanicista, que compartimenta o objeto de estudo em vários segmentos, causando a perda da visão global. A visão sistêmica seria a soma das partes para chegar a uma totalidade, analisando as interações entre as partes, fluxos de matéria e energia, para chegar a uma compreensão do todo, levando em consideração as inter-relações entre essas partes. A visão dialética ocorre através da interação do ser humano e da sociedade, onde a natureza produz os homens, tanto como sujeitos transformadores que agem na natureza, quanto como forças da própria natureza.

O planejamento e a gestão ambiental devem usar a tendência natural para a autorregulação nos sistemas complexos ou supercomplexos para implementar ações que permitam um novo tipo de interação, uma organização espontânea dos vários atores que atuam no território em torno de um objetivo comum, neste caso, a incorporação da sustentabilidade ambiental no processo de desenvolvimento. (RODRIGUEZ; SILVA, 2016, p.288)

Ainda de acordo com Rodriguez e Silva (2016), a gestão ambiental e territorial visa uma combinação da espontaneidade relacionada com a auto-organização, desenvolvendo

um tipo mais flexível de planejamento, sendo um tratamento multidimensional aberto e adaptativo. Não se trata de combater processos de degradação com ações isoladas, mas através de ações planejadas e encadeadas tendo resultados que contraponham o anterior, permitindo um determinado nível de estabilidade.

(...) a lógica do planejamento e a gestão ambiental e territorial não terão necessariamente de ter a lógica do equilíbrio. Assim, o planejamento e a gestão deverão pretender a gestão, o manejo e o monitoramento dos desequilíbrios, assim tendo que conhecer as causas e as forças que os originaram. (RODRIGUEZ; SILVA, 2016, p.289)

De acordo com os autores, dessa forma se evita a rigidez e permite se basear nas inter-relações dinâmicas visando a harmonização entre projetos, tanto em sistemas ambientais como também levando em consideração o viés econômico e social. Sendo assim, o tratamento multidimensional aberto e adaptativo é a base a se levar em consideração na complexidade, a incerteza e os efeitos da retroalimentação (RODRIGUEZ; SILVA, 2016).

O planejamento embasado na Teoria dos Geossistemas é aquele que se utiliza das unidades geossistemas como ponto de partida para as análises de todos os aspectos relacionados ao planejamento e gestão, o geossistema como paradigma orientador. Entende-se então que o planejamento ambiental, tendo como base o viés sistêmico, é uma ferramenta articulada para as tomadas de decisões para a gestão ambiental.

Planejamento ambiental é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades, e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade. (SILVA; SANTOS, 2004, p.223)

A Política Estadual de Recursos Hídricos já vem realizando ações de reserva de água através da construção de açudes e transferências de água, porém ainda há uma necessidade da realização de maiores planejamentos e gestões desses recursos hídricos, priorizando o aproveitamento racional dessas águas, realizando ações que levem em consideração os limites e potencialidades do local.

Para o planejamento ambiental é de extrema importância levar em consideração como a população faz uso dos recursos naturais, atentando para a intensidade dos impactos oriundos dessas ações, trabalhando assim com a interdisciplinaridade.

2.3 Zoneamento Geoambiental

O planejamento ambiental se utiliza do zoneamento como representação espacial, sendo uma etapa da fase de diagnóstico. O zoneamento é um elemento integrador de

informações ambientais.

“Zoneamento” é a identificação e a delimitação de unidades ambientais em um determinado espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado. Seu resultado é a apresentação de um conjunto de unidades, cada qual sujeita a normas específicas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio. (SILVA; SANTOS, 2004, p.227, 228).

De acordo com Rodriguez e Silva (2016), o zoneamento ecológico econômico (ZEE) é um instrumento do governo para planejar e ordenar o território brasileiro, harmonizando as relações ambientais, sociais e econômicas. No qual demanda um esforço para integrar ações e políticas públicas territoriais, assim como articulação com a sociedade civil, congregando seus interesses através de um pacto pela gestão territorial. ainda seguindo a linha de pensamento do mesmo autor, o instrumento de planejamento fundamental para o Brasil é o zoneamento econômico ecológico, onde os outros tipos de zoneamentos levam o ZEE como instrumento básico para nortear seus estudos.

(...) esses exemplos têm a intenção de mostrar que os zoneamentos, independentemente dos adjetivos a que estão associados, atingem um resultado comum – a definição de zonas, mas sua concepção pode ser bastante diferenciada, o que induz caminhos metodológicos bem distintos entre si, seja em função do objetivo, seja em função do objeto. É também importante destacar que unidade ou zona ambiental é um nome propício para porções territoriais que realmente representam integração dos elementos do meio. (SILVA; SANTOS, 2004, p.229)

O presente trabalho aborda o zoneamento geoambiental, que se caracteriza por ser um zoneamento voltado para aspectos naturais do meio físico e biótico. Porém, o estudo em questão também aborda questões sociais inerentes ao semiárido do local, uma vez que em uma análise sistêmica, será feita uma abordagem da interação de todos os elementos: ambientais, sociais e econômicos, tratando a realidade da área em questão.

Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME):

O Zoneamento Geoambiental é um instrumento técnico voltado para o planejamento ambiental, proporcionando parâmetros e referências para uma reavaliação permanente do processo de planejamento, principalmente dos setores agrícola, mineral, dentre outros. Com base em estudos realizados através de levantamentos setoriais e/ou integrado dos recursos naturais e do meio ambiente, utilizando técnicas de sensoriamento remoto aéreo e orbital e geoprocessamento, adotam-se procedimentos metodológicos capazes de conduzir à delimitação de unidades geoambientais, em consonância com proposições geossistêmicas. Além de serem dimensionadas as unidades geo-ambientais, incluem-se os municípios que nelas se enquadram, discriminando seu potencial e limitações de uso dos recursos naturais; as condições ecodinâmicas e a vulnerabilidade, como também o uso compatível visando sua sustentabilidade. (FUNCEME, 2019)

O zoneamento geoambiental é baseado na Teoria dos Geossistemas, onde o foco sistêmico tem relação à estrutura proposta para a integrar diagnósticos, prognósticos, assim como a síntese para cada conjunto de informações, apresentando assim as interações do meio. Tem o propósito de conservação do meio ambiente e seus recursos naturais.

Existem princípios que norteiam os zoneamentos, são eles: participativo; equitativo; sustentável; holístico; e sistêmico. Onde para o presente trabalho, dois desses merecem maior destaque:

Sustentável: O uso dos recursos naturais e do meio ambiente deve ser equilibrado, buscando a satisfação das necessidades presentes sem comprometer os recursos para as próximas gerações. (...) Sistêmico: Visão sistêmica que propicie a análise de causa e efeito, permitindo estabelecer as relações de interdependência entre os subsistemas físico-biótico e socioeconômico. (RODRIGUEZ; SILVA, 2016, p.264)

O zoneamento aborda duas formulações teóricas básicas, sendo uma as contribuições científicas na definição dos objetivos, análise e interpretação da realidade; e outra corresponde às técnicas e métodos dos procedimentos, que implicam na contribuição as ciências em torno dos sistemas de organização e informação (RODRIGUEZ; SILVA, 2016).

2.4 Gestão dos recursos hídricos no estado do Ceará

Segundo a Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº. 9.433/97, a água é um bem de domínio público e limitado, sendo então, de extrema importância para o estado do Ceará, sendo essa um bem essencial para o desenvolvimento dessa região. Diante desse contexto, o Ceará empenhou-se na busca de medidas acerca da problemática da seca na região, sendo o primeiro estado nordestino a ter um sistema de gestão.

De acordo com Bezerra e Cabral (2004), a primeira medida posta em ação ocorreu no início do século XIX, na instalação de ferramentas para a perfuração de poços. Porém, tal medida não foi muito eficaz, tendo em vista a grande escassez hídrica da região. Após alguns estudos voltados pra essa realidade de seca, Dom Pedro II criou a “Comissão da Seca” em meados do mesmo século, que tinha a proposta da construção de açudes e reservatórios que poderiam abastecer de forma mais eficaz o estado, dando uma melhor qualidade de vida para a população residente.

Para tal ação foi criada a Inspetoria de Obras Contra a Seca (IFOCS), hoje conhecida por Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS). Onde na década de 1950 foram construídos os açudes de Óros, Banabuiú, Araras e Pentecoste; ficando conhecidos naquela época, como os principais açudes do Ceará, contribuindo assim para um melhor desenvolvimento no interior do estado. Passado alguns anos, foi criado a Secretaria de

Recursos Hídricos (SRH), em 1987, dando início a política de gestão integrada dos recursos hídricos.

Conforme Bezerra e Cabral (2004), diante da legislação dos recursos hídricos, percebe-se uma controvérsia em relação a Constituição Federal de 1988, na qual em seu inciso IV, do art. 21, “compete privativamente à União legislar sobre: (...) IV- águas, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão.” Por outro lado, no inciso I do art.26: “I- as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma de lei, as decorrentes de obras da União.”

Entende-se diante desse contexto que o Estado é proprietário dos recursos hídricos, mas não o cabe legislar. Porém, tal questionamento é cessado diante dos constituintes estaduais, no inciso VI do art. 24, onde fica a cargo da União, dos estados, e do Distrito Federal “(...) legislar concorrentemente sobre a defesa dos recursos naturais, a proteção do meio ambiente e o controle de poluição (inc. VI) e a responsabilidade pro dano ao ambiente (inc. VIII) inseriram nas respectivas Constituições (...)”. (BEZERRA; CABRAL, 2004).

Segundo Machado (2000, p.109, apud BEZERRA; CABRAL, 2004, pag. 66):

(...) A normatividade dos Estados para legislar em matéria de águas, fica dependente do que dispuser a lei federal, a que cabe definir os padrões de qualidade das águas e os critérios de classificação das águas de rios, lagos, lagoas, etc. Os estados não podem, pois, estabelecer condições diferentes para cada classe de água, nem inovar no que concerne ao sistema de classificação, nem sobre os critérios de uso.”

Ainda de acordo com o mesmo autor, a Lei da Política Estadual de Recursos Hídricos vem como forma de subsidiar os estados visando achar mecanismos que regulem esse bem escasso na região, a água. No Ceará corresponde a Lei nº. 11.996/92, que entrou em vigor em 24 de julho de 1992, a mesma precedeu a Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº. 9.433/97 da constituição federal.

Atentando que a Lei sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos foi substituída e atualizada pela lei nº14.844, 28 de dezembro de 2010; “Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, instituindo o sistema integrado de gestão de recursos hídricos - SIGERH, e dá outras providências”. No capítulo I - Dos Aspectos Gerais: “art.1º a política estadual de recursos hídricos, prevista no art.326 da constituição do estado do Ceará, será disciplinada por esta lei.”

A Lei da Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará compartimenta seus princípios em fundamentais, de aproveitamento e gestão, incorporando os aspectos que encontra-se na lei nacional. São eles (ver Quadro 1):

Quadro 1- Princípios norteadores da política de Recursos Hídricos.

<u>Princípios</u>	<u>Descrição</u>
A água é tida como recurso limitado e dotado de valor econômico.	A limitação da água foi situada como princípio para combater a errada consciência de que este recurso era inesgotável, o que levou a uma desregrada exploração. Sendo um bem limitado, nada mais lógico do que sua exploração passe a existir mediante pagamento.
A unidade básica a ser adotada para o gerenciamento dos potenciais hídricos é a bacia hidrográfica.	A definição da bacia hidrográfica como unidade adotada para o gerenciamento dos potenciais hídricos apresenta-se como uma forma encontrada pelo legislador de melhor administrar tais recursos.
O aproveitamento dos recursos hídricos deve ter como prioridade o maior abastecimento das populações	Defende-se a idéia de que o legislador quis priorizar o uso humano ao comercial da água. Vale dizer que por uso humano entende-se apenas o estritamente necessário para cada pessoa, ou seja, a água de beber, de cozinhar e da higiene.
Os reservatórios de acumulação de águas superficiais devem ser incentivados para o uso de múltiplas finalidades	No tocante às múltiplas finalidades para o uso da água, a lei determina que é proibida a outorga de utilização desse recurso para único fim. O objetivo disso é permitir o maior aproveitamento e não o desperdício da água.
A gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada	Quanto à descentralização da gestão dos recursos, há de se esclarecer que trata de descentralização apenas da gestão e não da competência legislativa. Nesse sentido, pode a gestão ser pública ou mista, mas jamais totalmente privada.

Fonte: BEZERRA; CABRAL, 2004.

O Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) tem a função de coordenação e execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, sendo também seu papel, o de formular, atualizar e executar o Plano Estadual de Recursos Hídricos. Para isso, o SIGERH contém alguns órgãos para uma por em prática determinados fins estabelecidos pela Lei nº. 11.966/92 (BEZERRA; CABRAL, 2004).

Segundo Bezerra e Cabral (2004), a Companhia de Gestão e Recursos Hídricos (COGERH) tem como funcionalidade,

(...) gerenciar a oferta dos recursos hídricos dos corpos d'água superficiais e subterrâneos do domínio do Estado, visando a equacionar as questões referentes ao seu aproveitamento e controle, operando, para tanto, diretamente ou por subsidiária, ou ainda por pessoa jurídica de direito privado, mediante contrato, realizado sob forma remunerada. (BEZERRA; CABRAL, 2004, pag. 74/75).

A COGERH atuou no estímulo a formação dos comitês de bacias hidrográficas (CBH's), visando incluir a participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos.

Segundo a COGERH (2019),

Bacia Hidrográfica é uma área onde toda chuva que cai drena, por riachos e rios secundários, para um mesmo rio principal, localizada num ponto mais baixo de paisagem sendo separada das outras Bacias por uma linha divisória denominada divisor de água.

Ainda de acordo com a COGERH (2019), segundo o Plano Estadual dos Recursos Hídricos, estado do Ceará está dividido em 12 Bacias Hidrográficas (ver Figura 3).

Figura 3- Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.



Fonte: COGERH (2019)

De acordo com dados adquiridos no mês de abril de 2019, algumas dessas bacias obtiveram com um volume extremamente baixo, tendo como referência sua capacidade acumulação. De 12 bacias hidrográficas do estado do Ceará, seis delas apresentam menos 50% de sua capacidade hídrica (ver Tabela 1).

Diante desse contexto, atualmente o Ceará é composto por 12 comitês de Bacias Hidrográficas. Eles têm a missão de colaborar com a gestão integrada e descentralizada desses recursos hídricos, de forma a incluir a participação da sociedade nos procedimentos de decisão a cerca dos mesmos, visando o desenvolvimento sustentável. (ver Tabela 2)

Tabela 1 - Capacidade e volume atual das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.

BACIAS HIDROGRÁFICAS	Capac. (hm³)	Vol. Atual (hm³)	Vol. Perc. (%)
Acaraú	1.718,27 hm ³	876,83 hm ³	51,03 %
Alto Jaguaribe	2.778,52 hm ³	251,86 hm ³	9,06 %
Baixo Jaguaribe	24,00 hm ³	24,00 hm ³	100,00 %
Banabuiú	2.755,32 hm ³	253,51 hm ³	9,20 %
Coreaú	303,74 hm ³	295,48 hm ³	97,28 %
Curu	1.028,80 hm ³	211,94 hm ³	20,60 %
Litoral	214,90 hm ³	189,61 hm ³	88,23 %
Médio Jaguaribe	7.386,69 hm ³	391,90 hm ³	5,31 %
Metropolitana	1.382,10 hm ³	698,86 hm ³	50,57 %
Salgado	452,31 hm ³	109,47 hm ³	24,20 %
Serra da Ibiapaba	141,00 hm ³	76,78 hm ³	54,45 %
Sertões de Crateús	436,04 hm ³	47,00 hm ³	10,78 %

Estado	Qnt.	Capac. (hm³)	Vol. Atual (hm³)	Vol. Perc. (%)
Ceará	155	18.617,0	3.454,0	18,6

Fonte: FUNCEME; COGERH, 2019.

Tabela 2 - Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.

COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS			
BACIA OU SUB-BACIA	ANO DE INSTALAÇÃO	NÚMERO DE MEMBROS	MUNICÍPIOS QUE COMPÕEM A BACIA
Curu	1997	50	15
Baixo Jaguaribe	1999	46	09
Médio Jaguaribe	1999	30	13
<u>Banabuiú</u>	<u>2002</u>	<u>48</u>	<u>12</u>
Alto Jaguaribe	2002	40	24
Salgado	2002	50	23
Metropolitanas	2003	60	31
Acaraú	2004	40	27
Litoral	2006	40	11
Coreaú	2006	30	21
Serra da Ibiapaba	2013	30	10
Sertões de Crateús	2013	30	09

Fonte: COGERH, 2019.

De acordo com a COGERH, os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) são vinculados ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH) e definidos pela lei estadual nº 14.844 como “entes regionais de gestão de recursos hídricos com funções consultivas e deliberativas, atuação em bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas”. Sendo os CBH’s a instância mais importante de participação e integração do planejamento e das ações na área dos recursos hídricos.

Conforme a COGERH, os comitês de Bacias tem seu próprio regimento interno,

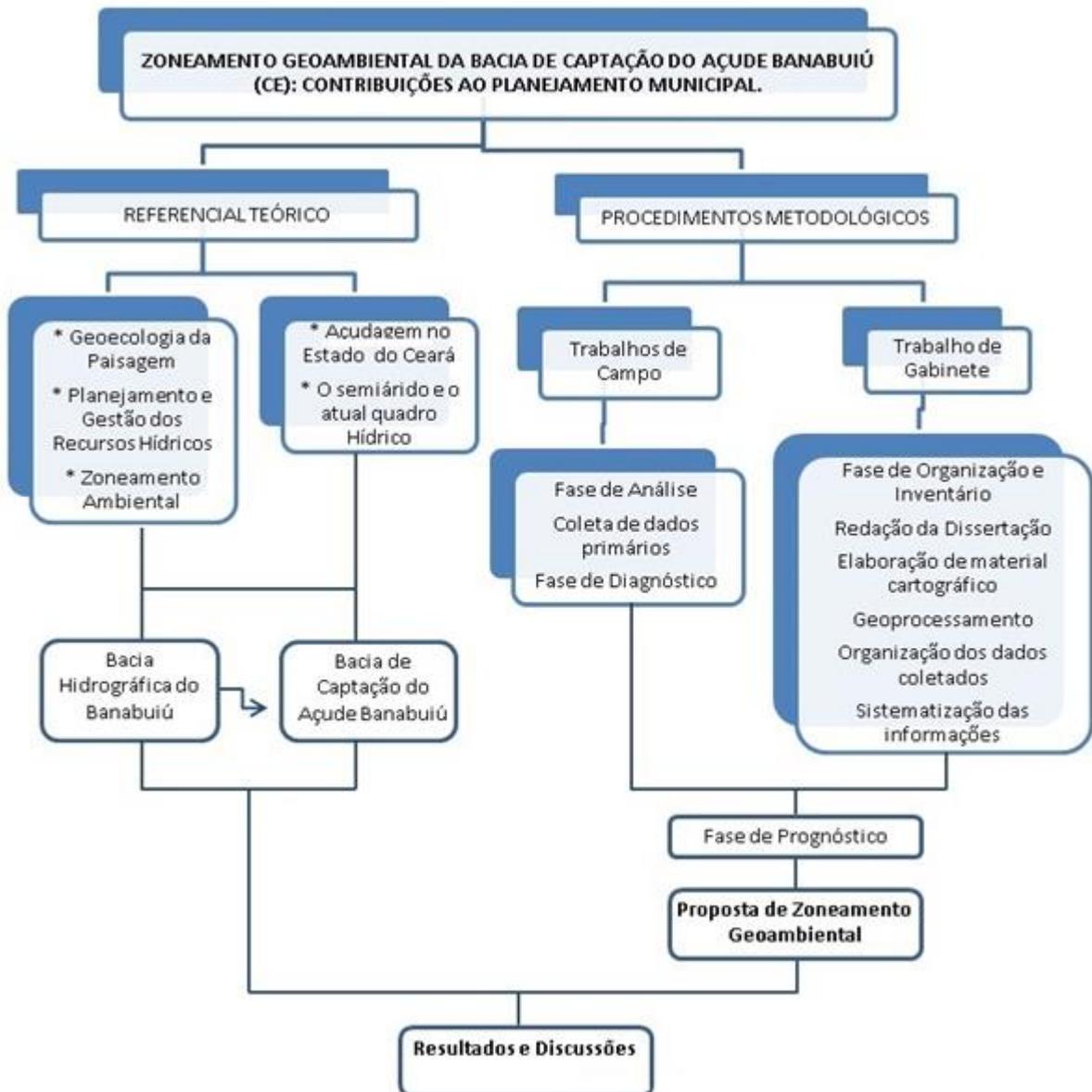
(...) as assembleias são públicas; os membros têm poder de voto; os mandatos de todos os integrantes são de quatro anos; todos os membros podem se candidatar aos cargos da Diretoria (composta por presidente, vice-presidente e secretário geral, com mandato de dois anos); os Comitês podem criar Comissões e Câmaras Técnicas; a quantidade de membros é variável, devendo apenas obedecer os percentuais dos quatro setores representados. (COGERH, 2019)

O colegiado do Comitê de Bacia no Ceará é formado por um grupo de instituições governamentais e não governamentais, divididos em quatro setores, onde 30% compreende o grupo de usuários das águas; 30% da sociedade civil; 20% do Poder Público Municipal; e 20% do Poder Público Estadual e Federal. (COGERH, 2019).

3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS

Segue na sequência a Figura 4, que representa um fluxograma referente aos procedimentos metodológicos da presente pesquisa, que visa possibilitar uma melhor sistematização do desenvolvimento da dissertação.

Figura 4- Fluxograma metodológico da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

O fluxograma mostra que a dissertação tem seu referencial teórico embasado nas temáticas de geocologia das paisagens, planejamento e gestão dos recursos naturais, zoneamento geoambiental, assim como açudagem, semiárido e bacias hidrográficas. Os procedimentos metodológicos envolvem trabalho de campo e de gabinete, percorrendo as

fases de organização, análise, diagnóstico, prognóstico e propostas. Todos esses, convergindo para a obtenção dos resultados e discussões.

3.1. Levantamento bibliográfico e cartográfico.

O presente trabalho fez uso de fontes de dados oriundos de órgãos estaduais e nacionais, tais como DNOCS, FUNCEME, IPECE, IBGE, INESP, dentre outros; assim como produtos cartográficos da área de estudo.

Contou com uma selecionada bibliografia sobre o tema em questão, buscando realizar uma abordagem ampla e com fundamentos teóricos. O referencial teórico do presente dissertação incluiu o trabalho de Souza (2000) e Souza (2007) para abordar a classificação de unidades e compartimentação geoambiental do Ceará; contou com Maia, Bezerra e Sales (2010) para analisar a geomorfologia local, depressão sertaneja; Ab'sáber (2003) com os domínios de natureza no Brasil; Rodriguez e Silva (2016) abordando o planejamento e a gestão ambiental; e Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) tratando da Geoecologia das Paisagens.

3.2. Procedimentos técnicos e metodológicos.

O método é um conjunto de princípios e procedimentos orientadores de uma pesquisa científica, o presente trabalho aborda o método sistêmico. Essa visão aborda que o objeto é visto como um todo, existem partes bem definidas porém, elas interagem entre si como um sistema, formando um todo maior. Esse sistema incorpora o objeto de estudo que se pretende analisar como elemento de um sistema, ou o próprio sistema. Diante desse contexto, essa pesquisa propõe o desenvolvimento de um estudo integrado da paisagem, com base na análise geocológica.

No presente estudo, a Geoecologia da Paisagem foi usada como base para o planejamento ambiental, sendo um ponto de partida para a integração com os produtos obtidos como resultado da implementação de outras abordagens. Essa pesquisa utiliza a paisagem como unidade de análise e o geossistema torna-se uma ponte para aplicar a abordagem sistêmica em todas as vertentes do planejamento e gestão. Sendo considerado o principal método nos procedimentos de zoneamento, planejamento e gestão ambiental, onde a Geoecologia das Paisagens é considerada a base científica para este tipo de planejamento ambiental. (RODRIGUEZ e SILVA, 2016).

Para tal metodologia é necessário seguir as fases de planejamento e gestão ambiental, as que irão compor esse trabalho são: Organização e Inventário; Análise; Diagnóstico; e Prognóstico, apresentadas na Figura 5.

Figura 5- Fases do Planejamento Ambiental.



Fonte: RODRIGUEZ; SILVA, 2013 (adaptado pela autora).

O nível de escala de acordo com o método de planejamento da paisagem do presente trabalho será o de plano local, com escala de 1:50.000. O plano municipal foi desenvolvido no âmbito municipal, implicando em uma elaboração de propostas de medidas para um melhor funcionamento ambiental. Onde foram analisados os impactos ambientais, vulnerabilidades, análise da intensidade dos usos, abordou-se também as características da paisagem cultural e a dinâmica da bacia de captação do açude Banabuiú.

O desenvolvimento da pesquisa conta com objetivos, fundamentação teórica, procedimentos técnicos e metodológicos e resultados. Para uma melhor sistematização desses pontos, segue o Quadro 2.

Quadro 2- Quadro síntese da pesquisa.

OBJETIVOS	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	PROCEDIMENTOS TÉCNICO-METODOLÓGICOS	RESULTADOS OBTIDOS
-Realizar o zoneamento geoambiental da Bacia de Captação do açude Banabuiú. (Objetivo Geral)	-Zoneamento Geoambiental -Planejamento Geoambiental -Geociologia da Paisagem	-Trabalho de Campo -Incluso da fase de diagnóstico (geociologia da paisagem) -Diagnóstico Integrado -Potencialidades e Limites	-Viabilizar a obtenção de formas de gestão dos recursos hídricos -Minimização dos fatores negativos de degradação ambiental -Melhor ordenamento territorial da bacia de captação do açude Banabuiú.
-Compreender a atual dinâmica hídrica no semiárido local e sua influência no açude Banabuiú.	-Gestão dos Recursos Hídricos -Semiárido Nordeste e a temática ambiental da área de estudo.	-Revisão Bibliográfica -Trabalho de Campo -Fase de Análise (geociologia da paisagem) -Análise Ambiental	-Contribuir para um melhor planejamento diante de períodos de secas prolongados.
-Analisar as relações dinâmicas do açude com as unidades geoambientais naturais e culturais com sua bacia de captação no município de Banabuiú.	-Análise Integrada da Paisagem -Análise das unidades geoambientais do estado do Ceará com ênfase na Planície Fluvial, Depressão Sertaneja e Agrupamentos de Inselbergs. -Análise do processo de uso e ocupação da área.	-Revisão Bibliográfica -Trabalho de Campo -Fase de Análise (geociologia da paisagem) -Análise socioambiental -Análise das potencialidades e limites das unidades geoambientais.	-Análise Integrada das Unidades geoambientais. -Diagnóstico de causas e efeitos da utilização desse meio.
-Estabelecer um diagnóstico regional e municipal no contexto da bacia de captação do açude Banabuiú.	-Diagnóstico Integrado. -Análise do uso e ocupação. -Potencialidade e limites da área.	-Fase do diagnóstico (geociologia da paisagem) - Avaliação do potencial ambiental da bacia de captação do açude Banabuiú. -Elaboração do estado geral do território.	- O estudo como forma de subsídio para planos, ações e gestões políticas da área. - Foco maior na sustentabilidade do local.
-Propor um zoneamento geoambiental com vista ao planejamento no âmbito de gestão municipal.	-Geociologia da Paisagem -Sensoriamento Remoto -Geoprocessamento	-Fase Projeção (geociologia da paisagem) -Prognóstico e perspectivas em diferentes cenários, tendo em vista o período de seca da área. -Avaliação e seleção de alternativas. -Utilização de técnicas de geoprocessamento.	-Mapa de zoneamento geoambiental - O estudo como forma de subsídio para planos, ações e gestões políticas da área.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.1 Fase de Organização e Inventário.

A fase de organização e inventário consistiu na identificação e caracterização das unidades espaciais de partida. Onde foi delimitada a área de estudo, como a bacia de captação do açude Banabuiú no município de Banabuiú; foram definidos os objetivos, tendo como objetivo principal, estabelecer estratégias de zoneamento e planejamento geoambiental no contexto da Bacia de Drenagem do Açude Banabuiú.

Em relação ao inventário, realizou-se um apanhado das condições naturais, tendo ênfase nas unidades geoambientais presentes na área de estudo, sendo elas: depressão sertaneja; agrupamentos inselbergs; e planície fluvial. Assim como foi feito também um inventário das condições sociais e culturais, obtendo-se assim, dados secundários.

Esse levantamento foi feito através de órgãos estaduais e federais citados anteriormente, assim como teses, artigos e livros sobre a temática em questão. O inventário também contou com visitas *in loco* no Departamento de Obras Contra a Seca (DNOCS), localizado na sede da prefeitura de Banabuiú, com a finalidade de obter informações sobre o açude; e no Complexo Administrativo Municipal de Banabuiú, visando obter informações a cerca das comunidades dos arredores do açude. (ver Figura 6).

Figura 6- Visitas *In Loco*: DNOCS e Secretarias do Município de Banabuiú (Complexo Administrativo Municipal).



Fonte: Deborah Maria Passos Lopes (2019)

O Complexo Administrativo Municipal de Banabuiú é composto por: Secretaria de Saúde; Secretaria de Esportes; Secretaria de Agricultura; Secretaria da Cultura; Secretaria de Pesca; e o Balcão da Cidadania. A instituição conta com uma estrutura que contém 18 compartimentos, eles são: Sala de Memória/Música; Cantina; Sala do Empreendedor. Coordenação de Cultura, Turismo, Indústria e Comércio; Sala da Secretaria de Turismo;

Vigilância em Saúde; Atenção Primária / NASF / Saúde Bucal; Assessoria em Saúde; Diretoria de Esportes; Sala do secretário de Esportes; Balcão da Cidadania; Sala do Secretário de Agricultura; Coordenação de Agropecuária; Sala do secretário de Pesca; Adagri; Amaterce; e P.A.A.

3.2.2 Fase de Análise

A fase de análise teve como objetivo estudar as propriedades sistêmicas (estruturais, funcionais, evolutivas e integradoras) das unidades em questão. Realizando uma análise ambiental, socioambiental, de uso das unidades ambientais naturais e finalizando com a análise das inter-relações entre as mesmas.

Após a análise dos dados secundários, foram realizados trabalhos de campo, visando obter informações primárias, realizados em fevereiro e outubro de 2019, visando uma leitura da realidade do local nos períodos seco e chuvoso. Para o campo foi utilizado o GPS Garmin, juntamente com câmera fotográfica e planilha de pontos coletados e descrição dos locais.

Foi percorrido o entorno do açude Banabuiú, buscando identificar suas unidades geoambientais, suas características naturais, compreendendo a dinâmica da Bacia de Captação do mesmo. Assim como foram coletados pontos no GPS, de locais ambientais relevantes para o estudo em questão, e também as coordenadas das comunidades residentes no entorno do açude.

Após os trabalhos de campo, foram realizadas análises dos dados primários coletados e sua compilação com as informações secundárias, realizando assim a interação entre elas. A presente pesquisa contou com dados ambientais e sociais primários e secundários; e em relação aos dados econômicos, somente secundários.

As informações secundárias foram analisadas e utilizadas nos primeiros capítulos da dissertação, tais como introdução, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, caracterização socioeconômica do município de Banabuiú e caracterização da Bacia Hidrográfica de Banabuiú. Os dados primários foram interrelacionados com as informações já obtidas, afim de uma melhor contextualização dos capítulos posteriores da dissertação.

Foi realizada também, uma análise das unidades ambientais naturais sendo obtida através da determinação da estrutura espacial, funcionamento e dinâmica, tais como diversidade, estabilidade e fragilidade da Bacia de Captação do Açude Banabuiú. Levando em consideração as potencialidades e limites das unidades geoambientais encontradas na área, são elas: depressão sertaneja; agrupamentos inselbergs e planície fluvial.

A análise socioambiental foi desenvolvida através de identificação dos impactos ambientais e sociais, levando em consideração a comunidade local, que ainda se utiliza muito de atividades econômicas de pecuária e agricultura.

A análise do uso das unidades ambientais naturais ocorreu a partir de determinação das condições históricas; análise das inter-relações entre os atributos das unidades ambientais naturais e unidades socioambientais; identificação de problemas, limitações e deficiências que estão condicionados ao uso de unidades ambientais naturais.

3.2.3 Fase de Diagnóstico

A fase de diagnóstico visou expor o estado dos sistemas ambientais diante da exploração dos seus recursos, ou seja, diagnosticar qual o estado desse ambiental diante da interação com a população local, que faz uso do meio ambiente como forma de subsistência.

Efetivou-se de uma avaliação do potencial ambiental da bacia de captação do açude Banabuiú, identificando os problemas e degradação ambiental, e quais suas consequências.

Após os trabalhos de campo, pode-se identificar algumas dessas áreas em questão, dando início ao processo da fase de diagnóstico, que foi concluído após o segundo trabalho de campo. Realizando assim, o diagnóstico integrado, que foi feito com avaliação das potencialidades e limitações para o uso; análise ambiental estratégica dos planos; identificação de áreas críticas; e elaboração do estado geral do território. Finalizando essa fase com o zoneamento ambiental da área.

3.2.4 Fase de Projeção

A fase de projeção visou projetar a organização espacial propondo formas de se utilizar desses sistemas ambientais. Essa etapa teve como base a fase anterior, onde foi realizado zoneamento geoambiental e hidrogeográfico.

Foi proposto um zoneamento funcional propositivo, tendo como base as limitações e potencialidades diagnosticadas; e as perspectivas em diferentes cenários, tendo em vista o período de seca da área; avaliação e seleção de alternativas.

3.3 Elaboração dos Mapas

Todos os mapas aqui apresentados foram gerados no Sistema de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) – zona 24S e Sistema de Referência Geodésico para as Américas (SIRGAS 2000), utilizando os programas Arcgis e Qgis.

Para elaboração do Mapa 3 foi utilizado como base o modelo digital de elevação SRTM, adquirida a partir de cadastro no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Os dados da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) são resultado de um projeto cooperativo entre a NASA (National Aeronautics and Space Administration), NGA (National Geospatial-Intelligence Agency), DLR (Agência Espacial Alemã) e ASI (Agência Espacial Italiana) com o objetivo de gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE) da Terra usando a interferometria, que se trata de uma técnica de imageamento (USGS, 2018).

A delimitação da bacia de captação do açude Banabuiú foi obtida através da delimitação automática a partir da escolha de uma exutório, no caso, o ponto escolhido foi a barragem do açude.

Utilizando a extensão “Arc Hydro” da ferramenta “ArcMap” no programa Arcgis, foi possível obter essa delimitação realizando o delineamento das drenagens da área. Gerando então o mapa final, destacando o relevo MDE utilizado (SRTM), ressaltando as bacias e direção da drenagem da área.

As coordenadas devem ser exatamente do pixel que constitui o exutório (barragem) da bacia que deseja delimitar. Ao aplicar o MDE, no caso em questão, a SRTM (Modelo Digital de Elevação) no ponto do exutório (barragem), as coordenadas são capturadas automaticamente e logo em seguida foi delimitada a bacia.

O Mapa 4, foi gerado a partir da delimitação da bacia de captação total (mapa anterior), havendo um recorte para dentro do município de Banabuiú, área de estudo do presente trabalho. Nesse mapa utilizaram-se também dados provenientes do IBGE, como a drenagem e os municípios; e as cartas do exército (SUDENE), uma vez que é rica de detalhes, servindo como subsídio para o mapa, extraindo drenagens que antes passam despercebidas.

No Mapa 5, foi utilizada shapes do IBGE e imagem de satélite do Sentinel 2, da data: 04/01/2019 (ver Figura 7). A partir da imagem de satélite foi possível obter a delimitação atual do açude Banabuiú.

Figura 7: Informação da Imagem de Satélite Utilizada (Sentinel 2)

Date: 2019-01-04T13:02:49.024Z
Filename: S2B_MSIL2A_20190104T130249_N0211_R095_T24MNV_20190104T151518.3
Identifier: S2B_MSIL2A_20190104T130249_N0211_R095_T24MNV_20190104T151518.3
Instrument: MSI
Satellite: Sentinel-2
Size: 1.09 GB

Fonte: USGS, 2019.

No Mapa 6, as áreas das unidades geológicas foram extraídas a partir da imagem de satélite do Sentinel 2 e das cartas do exército (SUDENE), utilizando também shapes do IBGE de drenagem e municípios.

O Mapa 7, também fez uso da imagem de satélite e pontos obtidos em campo a partir da visita *in loco*, utilizando GPS Garmin.

O Mapa 8, do zoneamento hidrogeológico, foram utilizados como fonte o IBGE (2015); a COGERH (2019); a USGS (2019); assim como a carta da DSG / SUDENE (MI-893 e 894). Identificando e delimitando as zonas propositivas e os setores hidrogeológicos.

4. CARACTERIZAÇÃO SOCIO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ

O presente capítulo apresenta uma abordagem dos aspectos sociais, econômicos e ambientais do Município de Banabuiú, visando uma melhor compreensão da sua totalidade a fim de contribuir posteriormente em uma melhor leitura e clareza da área de estudo da presente dissertação.

4.1 Caracterização ambiental do município de Banabuiú

Segundo Souza (2005), “a análise geoambiental é uma concepção integrativa que deriva do estudo unificado das condições naturais que conduz a uma percepção do meio em que vive o homem e onde se adaptam os demais seres vivos”. Entende-se que a análise geoambiental é baseada do modelo geossistêmico, e tem a paisagem como unidade de análise integrada.

Se sobressaindo dentre os diversos conceitos de paisagem, evidencia-se o de Bertrand (1968) que afirma que a paisagem é uma entidade global, que permite a visão sistêmica numa combinação dinâmica e instável dos elementos físicos, biológicos e antrópicos. Essa interação torna a paisagem uma unidade inseparável em constante evolução. Percebe-se então, a partir dessa visão sistêmica, a importância de uma abordagem dos elementos do meio, uma vez que se trata de um ambiente dinâmico e interligado.

A maior parte do estado do Ceará está inserido em clima semiárido, como é o caso do município de Banabuiú. Nesse clima encontra-se altas temperaturas, com médias por volta de 27° C, baixas precipitações e baixa umidade atmosférica, nesse sentido, entende-se que as taxas de evaporação são elevadas (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

As chuvas do semiárido cearense são mal distribuídas e concentradas com maior intensidade em apenas quatro meses do ano, onde compreende-se a quadra chuvosa, nos meses de fevereiro, março, abril e maio. Nesse período, o sistema atmosférico atuante no Ceará é a Zona de Convergência Intertropical (ZCiT).

Ao todo existem quatro zonas de convergências principais que são identificadas por siglas: ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul, ZCPS - Zona de Convergência do Pacífico Sul, ZCIS - Zona de Convergência do Índico Sul e ZCiT - Zona de Convergência Intertropical.

A ZCiT se caracteriza por ser uma banda de baixa pressão e de convergência dos ventos alísios, próximo a superfície terrestre, ao seja, em baixos níveis, que se estende ao longo da faixa equatorial. Esse sistema atmosférico é o principal fator que irá determinar se as

chuvas no setor norte do nordeste brasileiro, irão ser escassas ou abundantes. (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Outros sistemas atmosféricos atuantes no estado do Ceará são o Vórtice Ciclone de Altos Níveis (VCAN), intervindo no final do mês de dezembro e durante o mês de janeiro, e as Ondas de Leste que atuam em junho e julho.

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o município de Banabuiú, apresenta uma predominância de rochas do embasamento cristalino.

O município de Banabuiú apresenta um quadro geológico relativamente simples, observando-se um predomínio absoluto de rochas do embasamento cristalino, representadas principalmente por granitos, quartzitos, xistos, gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano. Sobre esse substrato, repousam coberturas aluvionares, de idade quaternária, encontradas ao longo dos principais cursos d'água que drenam o município. (CPRM, 1998, p. 7).

Ainda de acordo com CPRM (1998), o relevo do município faz parte da depressão sertaneja, geomorfologia de maior representatividade do estado do Ceará, com formas ligeiramente dissecadas e apresentando altitudes maiores a 200m. Ocorre a presença de planícies fluviais, próximas a leito de rios, contando também com a presença de agrupamentos inselbergs isolados.

De acordo com Ab'Saber (1969, *apud* MAIA, BEZERRA, SALES, 2010, p.7), “Entre as áreas elevadas formam-se zonas aplainadas onde os processos denudacionais suplantaram os agradacionais, formando vastas superfícies erosivas, chamada ‘depressão sertaneja’”.

A dissertação aborda a classificação de Souza (2000), com ênfase nas três unidades geoambientais existente no município de Banabuiú: Planície Fluvial, Depressão Sertaneja e Agrupamentos de Inselbergs.

As depressões sertanejas têm altitudes abaixo de 400m, estão situadas entre planaltos sedimentares ou serras cristalinas e são sujeitas as condições semiáridas quentes e com irregularidade pluviométrica. A planície fluvial é resultante do acúmulo de detritos fluviais, estão sujeitas a inundações em alguns períodos do ano e se caracteriza por serem áreas planas. Os agrupamentos de inselbergs são áreas menores que estão inseridas dentro da depressão sertaneja, caracterizada por relevos rochosos e solos rasos (SOUZA, 2000).

Conforme a EMBRAPA, os solos mais significativos no local são os Neossolos, que se caracterizam por não apresentar horizonte B diagnóstico; os horizontes glei, plântico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente. São solos pouco

evoluídos e constituídos de material mineral ou de material orgânico.

No município de Banabuiú, ocorre uma presença maior de Neossolo Litólico, que se caracteriza por solos rasos e pedregoso, diante disso, suas limitações de uso são devido a sua profundidade pequena e a presença de rochas.

De acordo com Souza (2007, p. 129):

Nas áreas sertanejas, a pequena espessura dos solos e a grande frequência de afloramentos rochosos e chãos pedregosos constituem propriedades típicas do ambiente semi-árido das caatingas. Há, porém, a ocorrência de expressivas manchas de solos dotados de uma fertilidade natural média à alta.

A vegetação de maior presença do município é a Caatinga, com maior predominância para o porte arbustivo, mas também ocorre a presença de porte arbóreo. De acordo com a EMBRAPA (2012):

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, com biodiversidade adaptada às altas temperaturas e à falta de água. Localizado na Região Nordeste do Brasil, esse bioma ocupa uma área de 826.411 km² e apresenta uma flora e fauna rica em endemismo.

Segundo IPECE (2019), a vegetação Caatinga ocupa cerca de 46% do território cearense, a degradação da caatinga arbórea dar lugar ao surgimento da caatinga de porte arbustivo, essa degradação se acelera pela ação antrópica e se origina “nos processos globais de degradação ambiental favorecidos pelos períodos críticos de semiaridez acentuada”.

4.2 Caracterização sócio-econômica do município de Banabuiú

De acordo com o Censo Demográfico de 2010, o município de Banabuiú conta com 15.315 habitantes, uma densidade demográfica de 16,03 hab/km² e atualmente conta com quatro distritos, além da sede, são eles: Laranjeiras, Rinaré, Pedras Brancas e Sitiá. (IBGE, 2017).

Sua divisão político-administrativa, segundo o IPECE (2017), o ano de criação dos seus distritos foram: Banabuiú em 1988; Laranjeiras em 1933; Rinaré em 1937; Pedras Brancas em 1993 e Sitiá em 1878.

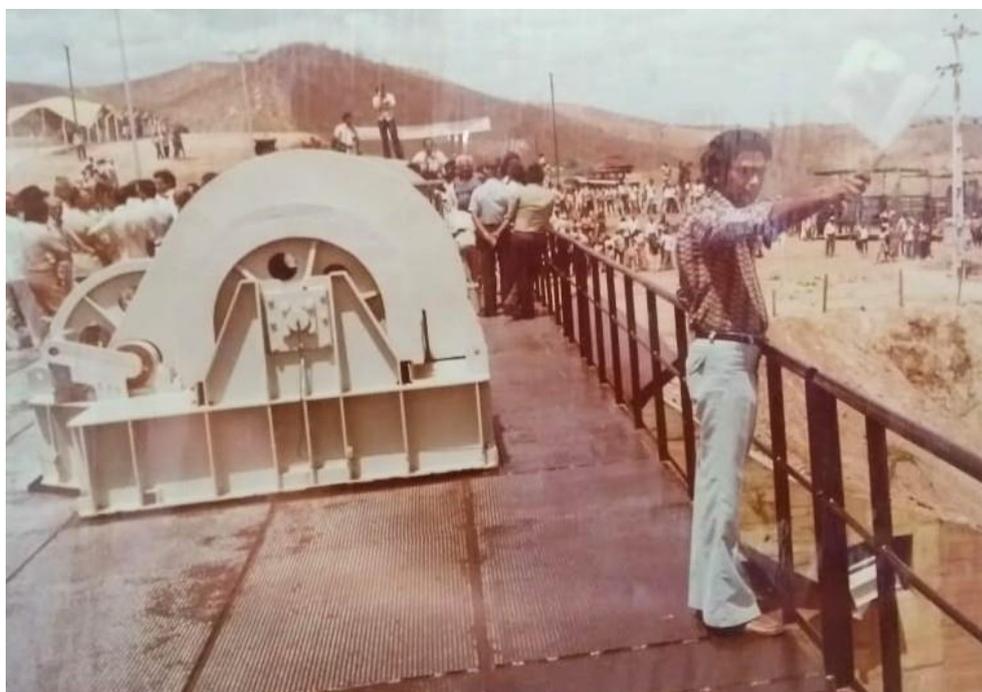
De acordo com a Prefeitura Municipal de Banabuiú, antes do desenvolvimento da cidade, pesquisadores da história cearense informaram que algumas etnias indígenas habitaram a região, elas são: Potiguara, Paiacu, Tapairiu, Panati e Ariu. Sendo assim, o nome do município provém de um agrupamento de palavras indígenas que significa “Brejo das Borboletas”, cuja a composição é Bana (Borboleta) e Buy ou Puyú (Brejo). Porém, antigos dados registrados conferidos ao senador Tomás Pompeu de Sousa Brasil, evidencia que o nome do município significa “rio que tem muitas voltas”.

O nome original do município era "Poço Preto", posteriormente mudou para "Laranjeiras", sendo um distrito que pertencia a Quixadá, se caracterizando até então, por apenas um pequeno povoado. Somente em 1943, recebeu a nomenclatura de "Banabuiú". E em 1988 Banabuiú finalmente se emancipa e conforme o Projeto de Lei nº 11.427 de 25 de janeiro do mesmo ano, então se eleva a condição de município.

Foi nos anos 1930 que a população de Banabuiú, começa a crescer, porém, o início do desenvolvimento do município se deu a partir de 1952, quando a Inspetoria de Obras Contra a Seca (IFOCS), hoje denominado Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), desencadeia a construção do açude, modificando o cenário local para atender a demanda da comitiva que daria início a execução do reservatório. Para suprir as necessidades dessa equipe a trabalho, foram instalados escolas, escritórios, hospitais, etc,

Percebe-se que o desenvolvimento do município de Banabuiú, se deu com maior intensidade, a partir da construção do açude, também denominado "Arrojado Lisboa", que teve início em 1952 e finalização em 1966 (PREFEITURA MUNICIPAL DE BANABUIÚ, 2018). Posteriormente houve a instalação das comportas, inauguradas em 1979 (ver figura 8).

Figura 8 – Inauguração das comportas do açude Banabuiú.



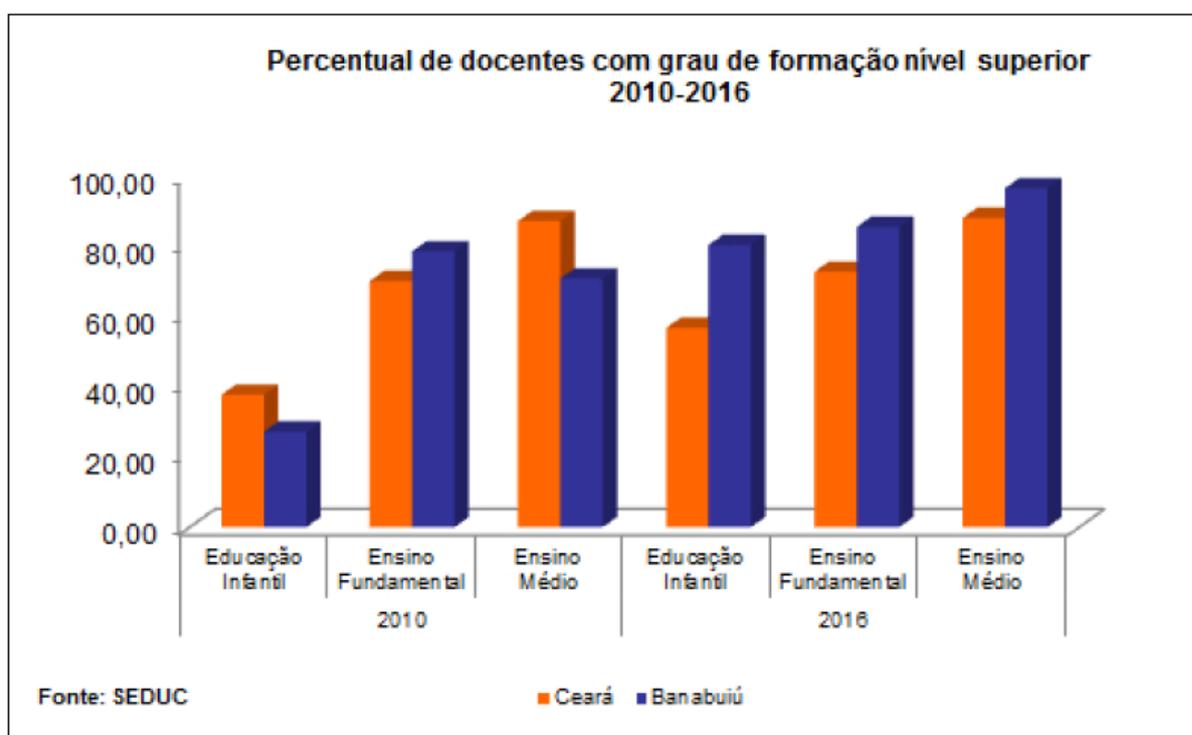
Fonte: Armando de Oliveira Lopes, 1979 (acervo pessoal).

De acordo com o IPECE (2017), em relação a demografia do município de Banabuiú, em 2010 a população residente em área urbana é de 50,55% e em área rural

corresponde a 49,45%, percebendo assim uma divisão bastante equilibrada em essas duas áreas. Trata-se de 50,46% homens e 49,54% referentes a mulheres. Chegando a um total de 17.315 pessoas. Alcançando uma densidade demográfica de 16,03 hab/km².

Em relação a educação, ainda segundo o IPECE (2017), em 2016 o município contava com 32 docentes em dependência administrativa estadual, 157 municipal e 5 particulares; chegando um total de 185 docentes no município de Banabuiú. De 2010 a 2016 houve um aumento de docentes com nível superior, segue Figura 9 apresentando gráfico do percentual de crescimento dentro desses anos citados.

Figura 9 – Gráfico com o percentual de docentes com grau de nível superior no Ceará e em Banabuiú.



Fonte: IPECE (2017)

Os indicadores educacionais no ensino fundamental e médio em 2016, contam com uma escolarização líquida de 85,6 no ensino fundamental e 41,4 no ensino médio. Se comparado a 2010, houve uma queda da quantidade de alunos por sala de aula em 2016, baixando de 43,70 para 29,48. Segundo o IBGE, “escolarização líquida identifica o percentual da população em determinada faixa etária que se encontra matriculada no nível de ensino regular teoricamente adequado a essa faixa etária.”

O Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), em 2016 atingiu o valor de 22,59; já o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) encontrou-se com valor de 0,606. Abordando o emprego e renda do município de Banabuiú, o número de empregos normais, totalizando todas as atividades, obteve-se uma quantidade de 1.365, com maior concentração nas áreas de administração pública, com 1.083 empregos; e na indústria de transformação, com 160. Porém, Banabuiú conta com outros empregos, tal como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Número de empregos formais no município de Banabuiú em 2016.

Número de Empregos Formais - 2016			
Discriminação	Número de empregos formais		
	Município		
	Masculino	Feminino	Total
Extrativa Mineral	1	-	1
Indústria de Transformação	154	6	160
Serviços Industriais de Utilidade Pública	3	-	3
Construção Civil	8	-	8
Comércio	42	46	88
Serviços	14	8	22
Administração Pública	416	667	1.083
Agropecuária	-	-	-
Total das Atividades	638	727	1.365

Fonte: Ministério do Trabalho (MTb) - RAIS

Fonte: Elaborado pela autora com base no IPECE (2017).

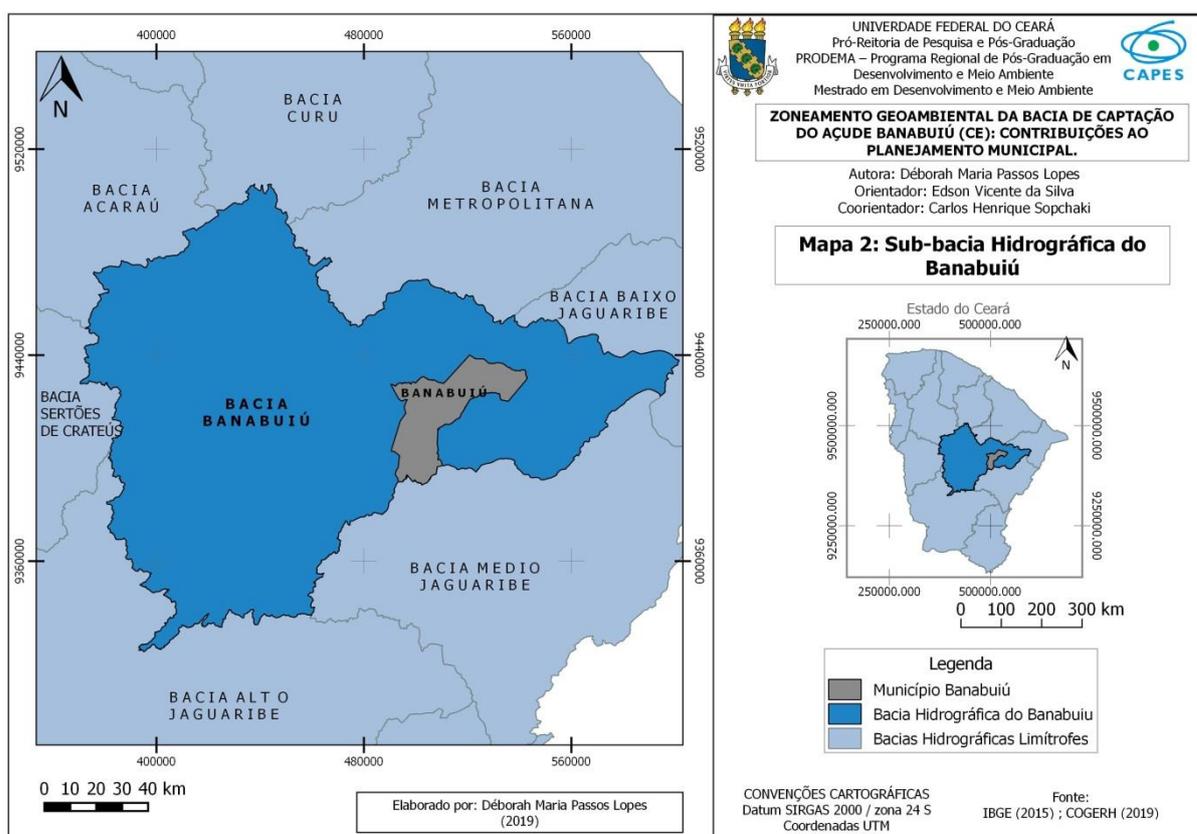
Em 2016, Banabuiú contava com um total de 36 indústrias ativas, sendo 3 extrativa mineral, 1 de construção civil e 32 de transformação. Abordando o abastecimento de água no município, a taxa de cobertura de água urbana era de 91,33% em 2016.

5. SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BANABUIÚ

A Bacia de Captação do Açude Banabuiú, área de estudo do presente trabalho, está localizada no município de Banabuiú, que por sua vez, faz parte do conjunto de municípios que integram a sub-bacia hidrográfica do Banabuiú (ver Mapa 2).

Outros municípios que compõe essa sub-bacia são: Boa Viagem, Ibicuitinga, Madalena, Mombaça, Monsenhor Tabosa, Morada Nova, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu, Itatira; e Milhã.

Mapa 2- Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú – CE.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a COGERH (2015), o Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú foi instituído pelo Decreto estadual nº 26.435, de 30 de outubro de 2001, e instalado em 28 de fevereiro de 2002.

Das atribuições, consta 18 itens pertinentes se serem ressaltados no presente capítulo, como forma de melhor compreensão em relação a dinâmica do comitê em questão e sua complexidade (ver Quadro 3).

Quadro 3- Atribuições do Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú

I	Acompanhar e fiscalizar a aplicação dos recursos repassados ao órgão de gerenciamento das bacias para aplicação na sua área de atuação, ou por quem exercer suas atribuições, recebendo informações sobre essa aplicação, devendo comunicar ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos, as irregularidades identificadas;
II	Propor ao Conselho de Recursos Hídricos do Ceará – CONERH, critérios e normas gerais para a outorga de uso dos recursos hídricos e de execução de obras ou serviços de oferta hídrica;
III	Estimular a proteção e a preservação dos recursos hídricos e do meio ambiente contra ações que possam comprometer o uso múltiplo atual e futuro;
IV	Discutir e selecionar alternativas de enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica, proposto conforme procedimentos estabelecidos na legislação pertinente;
V	Aprovar internamente e propor ao Conselho de Recursos Hídricos do Ceará -CONERH, programas e projetos a serem executados com recursos oriundos da cobrança pela utilização de recursos hídricos das bacias hidrográficas, destinados a investimentos;
VI	Acompanhar a execução da Política de Recursos Hídricos, na área de sua atuação, formulando sugestões e oferecendo subsídios aos órgãos ou entidades que compõem o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH;
VII	Aprovar o Plano de Gerenciamento de recursos hídricos da bacia, respeitando as respectivas diretrizes: a) do Comitê de Bacia do curso de água do qual é tributário, quando existente; b) do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará – CONERH, ou do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH;
VIII	Propor, em períodos críticos, a elaboração e implementação de planos emergenciais possibilitando uma melhor convivência com a situação de escassez;
IX	Constituir grupos de trabalho, comissões específicas e câmaras técnicas, definindo, no ato de criação, sua composição, atribuições e duração;
X	Discutir e aprovar, anualmente, em conjunto com o órgão de gerenciamento das bacias, o plano de operação dos sistemas hídricos da bacia hidrográfica;
XI	Elaborar e reformular este Regimento;
XII	Orientar os usuários de recursos hídricos da bacia hidrográfica no sentido de adotar os instrumentos legais necessários ao cumprimento da Política de Recursos Hídricos do Estado, com vistas à obtenção da outorga de direito de uso da água e de construção de obras de oferta hídrica;
XIII	Propor e articular com as Secretarias Municipais e Estaduais de Educação a adaptação dos currículos escolares às questões ambientais relacionadas aos recursos hídricos locais;
XIV	Encaminhar proposta referente a Sub-Bacia Hidrográfica respectiva para integrar o Plano de Estadual de Recursos Hídricos;
XV	Fornecer subsídios para elaboração do relatório anual da situação dos recursos hídricos da Sub-Bacia Hidrográfica;
XVI	Elaborar calendário anual de demanda e enviar ao órgão gestor;
XVII	Solicitar apoio técnico ao órgão gestor quando necessário;
XVIII	Promover o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos, em sua área de atuação.

Fonte: COGERH, 2019.

A Sub-bacia do Rio Banabuiú situa-se espacialmente nos sertões centrais do Ceará, onde predomina a semiaridez, é uma das cinco sub-bacias que compõe a Bacia do Jaguaribe. As sub-bacias foram articuladas a partir da necessidade de uma maior gestão dos recursos hídricos, são entendidas como forma de subsídio para o planejamento e gestão dos corpos hídricos.

A Sub-bacia do Banabuiú apresenta um padrão geológico simples, observando-se um predomínio de rochas do embasamento cristalino (96,53%), representadas por gnaisses e migmatitos diversos, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica, Pré-Cambriano. Sobre esse substrato, repousam os sedimentos (3,47%) terciários do Grupo Barreiras, coberturas terciário-quadernárias, que afloram sob a forma de manchas esparsas, ao longo da região, e coberturas aluviais, de idade quadernária, encontradas ao longo dos cursos d'água. (INESP, 2009, p. 19)

Conforme INESP (2009), a sub-bacia em questão está localizada “sobre superfície de aplainamento conservada e moderadamente dissecada em colinas rasas ou em pequenos interflúvios tabulares”, onde a amplitude altimétrica entre os fundos dos vales e os interflúvios é irrisória. Em toda sua extensão a altitude varia entre 89m a 725m.

É importante compreender as características hidrológicas do município de Banabuiú, como forma de melhor compreensão da dinâmica hídrica do açude. De acordo com o Caderno Regional da Sub-bacia do Banabuiú (INESP 2009), a precipitação pluviométrica média anual é de 815 mm; o deflúvio médio anual (lâmina média de água que escoar sobre a superfície) é de 62 mm; o volume escoado médio anual é de 66 hm³; e a evapotranspiração média anual compreende 1.929 mm. (PLANERH, 1992; *apud* INESP, 2009)

O Rio Banabuiú é o mais importante curso hídrico desse sistema, drenando uma área de 19.810 km² e percorrendo um curso total de 314 km até desaguar no rio Jaguaribe. Sua área de drenagem equivale a 13% do território cearense. (INESP, 2009).

De acordo com COGERH (2015), o Rio Banabuiú é o principal tributário do Rio Jaguaribe, e seus afluentes pela margem esquerda, são os rios: Patu, Quixeramobim e Sitiá; e pela margem direita somente o riacho Livramento.

Conforme a COGERH, a sub-bacia hidrográfica do Banabuiú apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 2.816.118.936 m³, contendo um total de 19 açudes públicos gerenciados pela COGERH – Gerência Regional de Quixeramobim (ver Tabela 4).

Tabela 4 - Açudes públicos gerenciados pela COGERH (Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú)

Açude	Município	Capacidade (m³)
Banabuiú	Banabuiú	1.600.999.936
Pedra Branca	Quixadá	434.040.000
Cedro	Quixadá	126.000.000
Curral Velho	Morada Nova	12.160.000
Fogareiro	Quixeramobim	118.820.000
Cipoada	Morada Nova	83.090.000
Pirabibu	Quixeramobim	74.000.000
Patu	Senador Pompeu	71.829.000
Poço do Barro	Morada Nova	54.700.000
Quixeramobim	Quixeramobim	54.000.000
Serafim Dias	Mombaça	43.000.000
Umari	Madalena	35.040.000
São José II	Piquet Carneiro	29.140.000
Vieirão	Boa Viagem	20.960.000
Trapiá	Pedra Branca	18.190.000
Monsenhor Tabosa	Monsenhor Tabosa	12.100.000
São José I	Boa Viagem	7.670.000
Capitão Mor	Pedra Branca	6.310.000
Jatobá	Milhã	1.070.000
TOTAL:		2.816.118.936 m³

Fonte: COGERH, 2019.

Ainda de acordo com INESP (2009), a maioria desses encontra-se situado em condições geológicas de embasamento cristalino, tendo um menor potencial de acúmulo de água, pois as zonas de fraturas são os únicos condicionantes da ocorrência d'água nestas rochas.

Os aquíferos fissurais (fraturados) representados por rochas do embasamento cristalino Pré-Cambriano ocupam 96,53% da área da Sub-bacia do Banabuiú e graças à sua distribuição espacial são de grande importância para o abastecimento das populações interioranas, principalmente as difusas. (INESP, 2009, p. 30)

A recarga destas fraturas se dá através dos rios e riachos que estão encaixados nestas estruturas, o que ocorre somente no período chuvoso. O município de Banabuiú conta com 123 poços tubulares.

O Açude Banabuiú, é a terceira reserva hídrica mais relevante da bacia hidrográfica do Jaguaribe, sendo responsável por mais de 50% do acúmulo hídrico da sub-bacia. Devido a sua grande capacidade de acumulação de água (1.601.000.000m³), o açude Banabuiú, serve como reserva interanual, ou seja, ao longo dos anos, mesmo com períodos de

secas, ele acumula um volume de água satisfatório para atender a demanda. Porém nos últimos anos, o mesmo passa por um déficit hídrico devido a anos prolongados de seca.

5.1. O Açude Banabuiú

As obras referentes a construção do açude Banabuiú iniciaram em 1952, sofrendo algumas paralisações nesse percurso, e finalizaram-se em 1966. Sua obra foi projetada e construída pelo DNOCS, com a participação do consultor Professor Casemiro José Munarski e do Laboratório Hidrotécnico Saturnino de Brito. (DNOCS, 2010).

A barragem Arrojado Lisboa, do açude Banabuiú, é composta por um maciço de terra zoneado com núcleo central impermeável, com áreas de transição para montante e jusante.

O projeto inicial previa o coroamento na cota 151, com uma largura de 12 m e taludes de 1 V:3H para jusante e montante. Em novo projeto, utilizado na construção, a cota do coroamento baixou para 146, permanecendo, entretanto, com a mesma largura. Os taludes foram modificados para 1 V:2,5H, tanto para montante como para jusante. (DNOCS, 2010)

De acordo com a ficha técnica simplificada do Açude Banabuiú, sua barragem tem comprimento e largura de coroamento de 816m e 10m respectivamente, e uma altura máxima de 56,87m (ver Figura 10).

Figura 10 - Ficha Técnica Simplificada do Açude Banabuiú

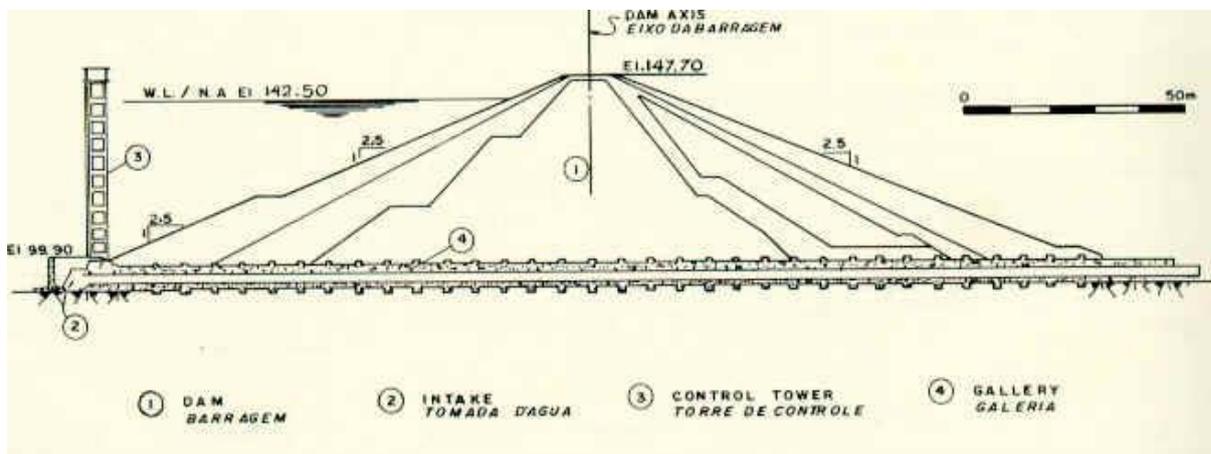
Localização
Município: Banabuiú
Sistema: Banabuiú
Rio/Riacho Barrado: Rio Banabuiú
Hidrologia
Bacia hidrográfica (km²): 14249.52
Vazão regularizada (m³/s): 11.61
Capacidade (m³): 1601
Cota volume morto (m): --
Barragem
Comprimento coroamento (m): 816
Largura coroamento (m): 10
Altura máxima (m): 56.87
Cota barragem (m): 146
Sangradouro
Cota (m): 143.00
Largura (m): 2
Tomada D'água
Tipo: GALERIA
Comprimento (m): 270.45
Diâmetro: --

Fonte: FUNCEME; COGERH (2015).

A tomada d'água é composta por uma galeria dupla, recoberto com tubos de aço de 7/8" de espessura e 3m de diâmetro interno. “Na extremidade de jusante foram montadas

duas válvulas dispersas e na extremidade de montante duas comportas, acionadas por um sistema hidromecânico instalado na torre de manobra”, onde a torre se trata de uma estrutura de concreto que foi construída a uma altura de 51m. (ver Figura 11) (DNOCS, 2010).

Figura 11 - Tomada d’água – seção transversal da barragem do açude Banabuiú.



Fonte: DNOCS, 2010.

Conforme o DNOCS (2010), em relação a algumas características físicas ambientais, referente a geologia ocorre um predomínio de “quartzitos micáceos e estauroлита-grafito-xisto, estruturado em franco de dobramento, ladeando tanto a montante como a jusante por migmatitos.” Referente a hidrologia, para obter o regime de chuvas foi utilizado dados provenientes das estações pluviométricas localizadas da bacia hidrográfica do açude em questão, dentro do período de 1912 a 1934. No tocante ao restante das características técnicas do açude, segue figura Tabela 5.

O canteiro, acampamento e estradas de acesso foram os primeiros produtos a serem construídos, no começo de 1952; no ano seguinte (1953) começou-se a abertura, limpeza e tratamento da fundação, dando continuidade a obra com bom andamento até 1960, ano que ocorreu uma grande quantidade de chuva no local. Como forma paliativa foi feita uma obra de desvio, “um canal provisório na cota do leito do rio, confinado entre o corpo da galeria e a ombreira esquerda” (DNOCS, 2010)

Em 1961 também houve outro fenômeno de cheia, porém, “a galeria proporcionou vazão suficiente para garantir a integridade da obra”. A obra foi dada continuidade em 1963 e concluído em 1966 (DNOCS, 2010).

Posteriormente deu-se início a instalação das comportas, inauguradas em 1979. (ver Figuras 12 e 13)

Tabela 5- Características técnicas gerais do açude Banabuiú.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
CAPACIDADE	1.700.000.000m ³	GUINCHOS DE ACIONAMENTO	-----
LOCALIZAÇÃO	Banabuiú	QUANTIDADE	6 jogos
SISTEMA	Jaguaribe	CARGA DE LEVANTAMENTO	35t
RIO	Banabuiú	VELOCIDADE DE LEVANTAMENTO	0,15m/min
BACIA HIDROGRÁFICA	13.500km ²	ALTURA DE LEVANTAMENTO	8m
BACIA HIDRÁULICA (COTA 142,50)	10.200ha	ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	440v – 60hz
PRECIPITAÇÃO MEDIA ANUAL	791 ,mm	OPERAÇÃO	Trifásico no Local
DESCARGA MÁXIMA	5.200m ³ /s	STOP-LOG	-----
VOLUME AFLUENTE ANUAL MÉDIO	784.097.100m ³	QUANTIDADE	1 (um) jogo com 5 (cinco) painéis intercambiáveis Por Talha Elétrica
BARRAGEM PRINCIPAL	-----	ACIONAMENTO	-----
TIPO	Terra Zoneadas	PASSADIÇO	
ALTURA	57,70m	EXTENSÃO	104,40m
LARGURA MÁXIMA DA BASE	310m	LARGURA	6,50m
EXTENSÃO PELO COROAMENTO	824m	PROLONGAMENTO	11,76m
LARGURA DO COROAMENTO	12m	LARGURA DO PROLONGAMENTO	4,80m
VOLUME DO ATERRO	4,500.00m ³	TOMADA D'ÁGUA	
BARRAGEM AUXILIAR		GALERIA	2
TIPO	Terra Zoneadas	EXTENSÃO	310m
ALTURA	21,70m	DIÂMETRO	3m
LARGURA MÁXIMA DA BASE	106,80m	VÁLVULAS DISPERSORAS	-----
EXTENSÃO PELO COROAMENTO	141m	DIÂMETRO	1.500mm
LARGURA DO COROAMENTO	6m	ABERTURA MÁXIMA	300mm
VERTEDOURO		EMPUXO MÁXIMO	95,4t
LARGURA TOTAL	201m	VAZÃO MÁXIMA	20m ³ /s
LARGURA ÚTIL	90m	TEMPO DE MANOBRA	120seg
REVANCHE	13,20m	ACIONAMENTO	Local, Eletrodo ou Manual
VOLUME DO CORTE	80.000m ³		
DESCARGA MÁXIMA PREVISTA	5.200m ³		
COMPORTAS	-----		
TIPO	Setor		
QUANTIDADE	6		
DIMENSÕES	15m X 9m		
PESO	37t/comporta		
ACIONAMENTO	Manuel e Elétrico		

Fonte: DNOCS, 2010.

Figura 12: Construção das comportas do Açude Banabuiú.



Fonte: Armando de Oliveira Lopes, 1979 (acervo pessoal).

Figura 13: Maquinário da construção das comportas do açude Banabuiú.



Fonte: Armando de Oliveira Lopes, 1979 (acervo pessoal).

Conforme o DNOCS (2019), a construção do açude teve como finalidade a irrigação das terras do Baixo Jaguaribe, visando dar subsídio ao “Projeto de Irrigação Morada Nova” com aproximadamente 10.000 ha de área irrigável. Também teve como intuito o controle das cheias do rio Banabuiú; assim como o aproveitamento das águas a montante (ver figura 14).

Figura 14- Comportas do açude Banabuiú no ano de 2019.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019).

6. BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE BANABUIÚ NO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ

No presente capítulo são abordados os resultados provenientes dos trabalhos de campo realizados na área de estudo, expondo as análises e os diagnósticos referentes ao tema trabalhado na presente dissertação. O capítulo é subdividido em tópicos que percorrem as fases da metodologia utilizada, assim como a exposição dos produtos gerados.

6.1. Análise da Bacia de Captação do Açude Banabuiú

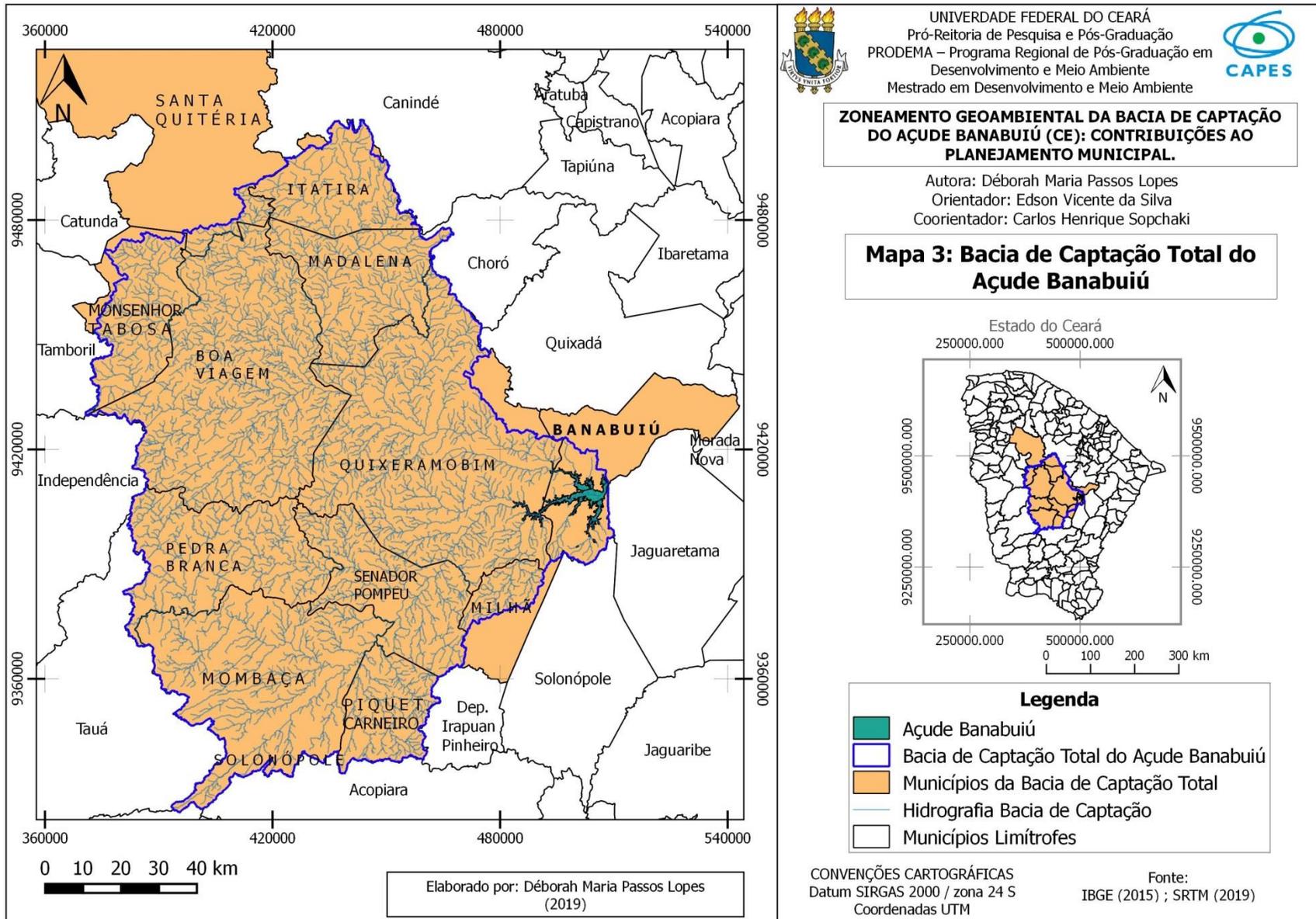
Como já citado anteriormente, o açude Banabuiú está localizado na Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú, que pertence ao sistema hidrográfico do Jaguaribe. A bacia de captação do açude já mencionado, em sua totalidade perpassa por 11 municípios cearenses, são eles: Piquet Carneiro, Monsenhor Tabosa, Boa Viagem, Santa Quitéria, Mombaça, Itatira, Madalena, Quixeramobim, Banabuiú, Milhã e Senador Pompeu (ver Mapa 3). Entretanto, o eixo do presente estudo terá enfoque na bacia de captação da delimitação municipal de Banabuiú (ver Figura 15).

Visando uma melhor abordagem do tema, se faz necessário compreender como se dá a dinâmica da bacia de captação em sua totalidade, uma vez que o açude reflete as práticas e características que ocorrem em toda sua integridade. Diante desse contexto, essa percepção do todo, contribui na posterior assimilação dos resultados referentes ao município de Banabuiú.

Figura 15 – Vista das Comportas do açude Banabuiú dentro da delimitação municipal de Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes



Conforme o Inventário Ambiental do Açude Banabuiú, ocorre uma predominância de processos morfogenéticos na região, que se caracterizam por ações exógenas da dinâmica de formação dos relevos, isso se dá devido ao regime de escoamento superficial encontrado em longo de sua bacia, juntamente com seu relevo e vegetação, sendo eles, seus agentes denudacionais. (COGERH, 2011)

Na região, predomina um relevo moderadamente movimentado na maior parte de sua área forma, representada principalmente pelas unidades geomorfológicas de depressão sertaneja e pelos maciços residuais, as declividades do terreno não ultrapassam os 15° (graus) em sua maior parte. Contudo, nota-se uma variação mais acentuada entre 30° e 60°, em sua porção oeste. (COGERH, 2011, p.15)

O regime pluvial se caracteriza por chuvas dispersas e concentradas no primeiro semestre do ano, atingindo valores máximos nos meses de março e abril e valores mínimos de precipitação nos meses de setembro e outubro (ver Quadro 4).

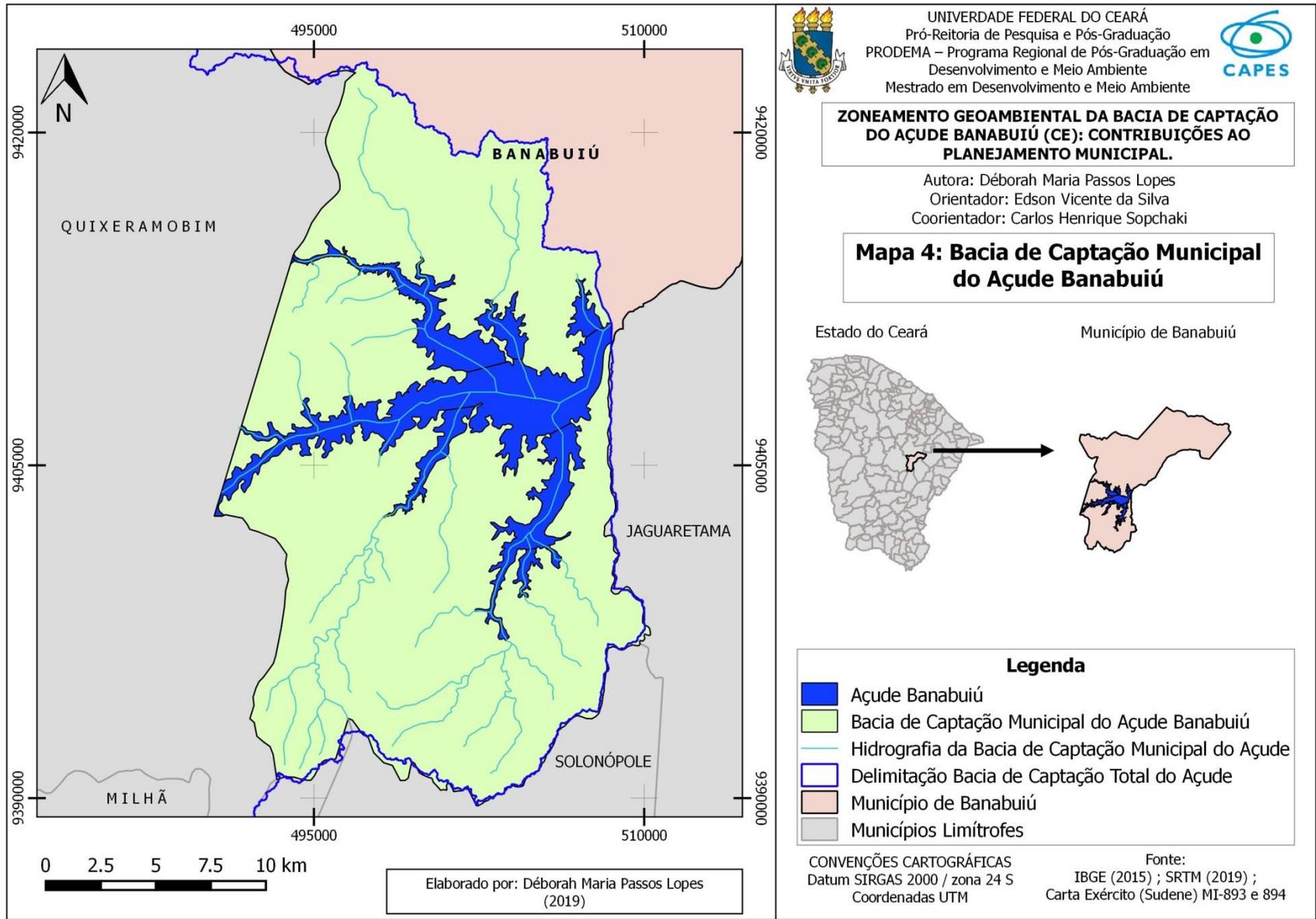
Quadro 4- Aspectos atmosféricos climáticos do município de Banabuiú.

Pluviosidade anual	712,4mm
Semestre chuvoso	Janeiro a Junho
Período mais chuvoso	Fevereiro a Abril
Período mais seco	Agosto a Novembro
Mês de maior pluviometria	Abril
Temperatura média Anual	26,8° C
Média das temperaturas mínimas	22° C
Média das temperaturas máximas	33°C
Umidade relativa média anual	65%
Período de maior umidade relativa	Março a Maio
Período de menor umidade relativa	Setembro a Novembro
Irradiação Incidente Total	2,73 MJ/m ²
Período de maior insolação	Agosto a Setembro
Período de menor insolação	Fevereiro a Maio
Velocidade média anual dos ventos	3,16 m/s
Período de maior ventania	Julho a Novembro
Período de menor ventania	Janeiro a Junho

Fonte: COGERH, 2011.

Em relação a drenagem superficial, o curso hídrico é direcionado ao rio Banabuiú, sendo esse o principal curso de confluência dos afluentes dessa bacia; e sua declividade é baixa em mais de 80% da área. (COGERH, 2011).

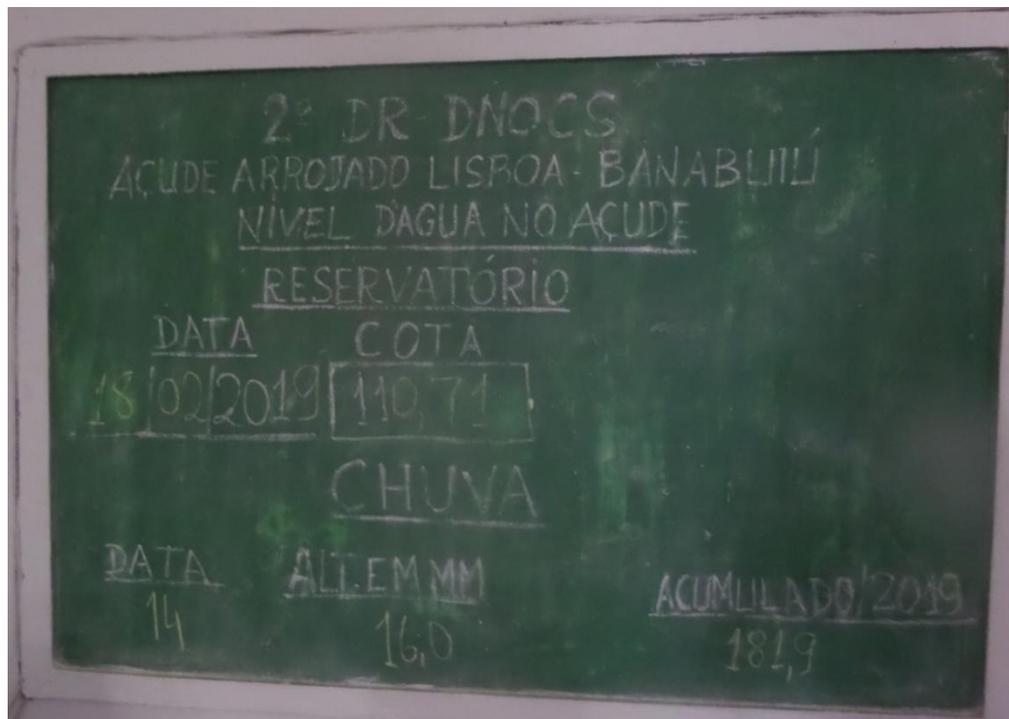
Partindo do pressuposto que o açude reflete algumas características e práticas exercidas em sua bacia de captação total, o presente trabalho inicia a abordagem do seu enfoque principal, o recurso hídrico dentro da delimitação do município de Banabuiú (ver Mapa 4).



A presente dissertação trabalha com a bacia de captação do açude já mencionado dentro da delimitação do município de Banabuiú, entendendo de que forma ocorre a dinâmica de seus afluentes e o reservatório hídrico, visando o planejamento municipal.

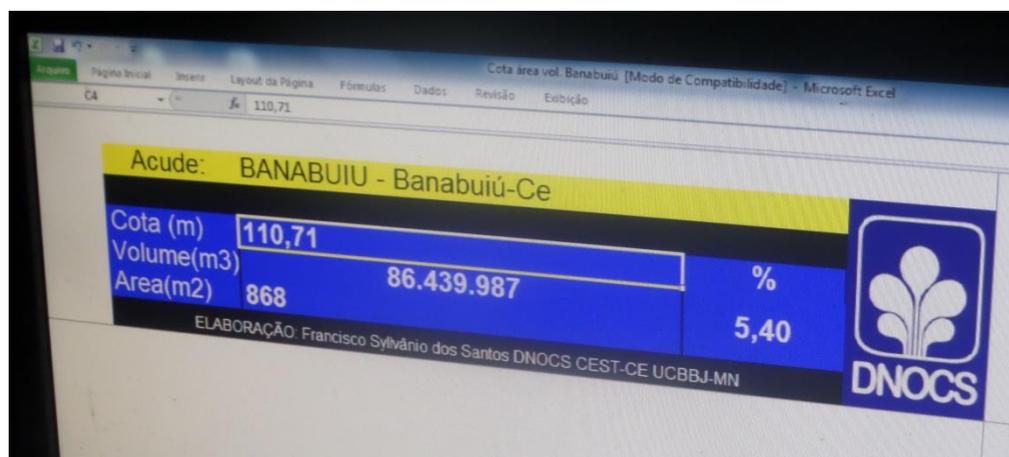
O açude Banabuiú, atingiu umas das suas cotas mais baixas no ano de 2016, com menos de 1% da sua capacidade. Diante de dados primários concebidos da sede do DNOCS, localizado no município de Banabuiú, em 18 fevereiro de 2019 apresentou-se com uma cota de 110,71 m (ver Figura 16) e de acordo com programa utilizado pelo DNOCS, na visita *in loco* foi possível gerar o seu volume: 86.439.987 m³, ou seja, 5,40% (ver Figura 17).

Figura 16- Cota (m) do Açude de Banabuiú registrado 18 de fevereiro de 2019



Fonte: Deborah Maria Passos Lopes – DNOCS, 2019.

Figura 17- Volume (%) do Açude de Banabuiú registrado em 18 de fevereiro de 2019



Fonte: Deborah Maria Passos Lopes – DNOCS, 2019.

Diante da análise de dados oriundos da FUNCEME e COGERH, constatou-se que o mês de maio de 2019 foi o mais expressivo em relação a um maior volume de água no açude Banabuiú, mais precisamente durante cinco dias desse mês, do dia 25 ao dia 30, o açude encontrou-se com um volume constante de 130,22 (hm³), aproximadamente 8,13%; e uma cota de 113,54 (m). (ver Figura 18).

Figura 18- Dados do açude Banabuiú (25/05/2019 a 30/05/19)

Banabuiú				
Gráfico Dados CAV Ficha técnica				
Mostrar 25 registros por página			Procurar 8,13	
Data	Cota (m)	Volume (hm ³)	Volume (%)	
2019-05-30	113,54	130,22	8,13	
2019-05-29	113,54	130,22	8,13	
2019-05-28	113,54	130,22	8,13	
2019-05-27	113,54	130,22	8,13	
2019-05-26	113,54	130,22	8,13	
2019-05-25	113,54	130,22	8,13	

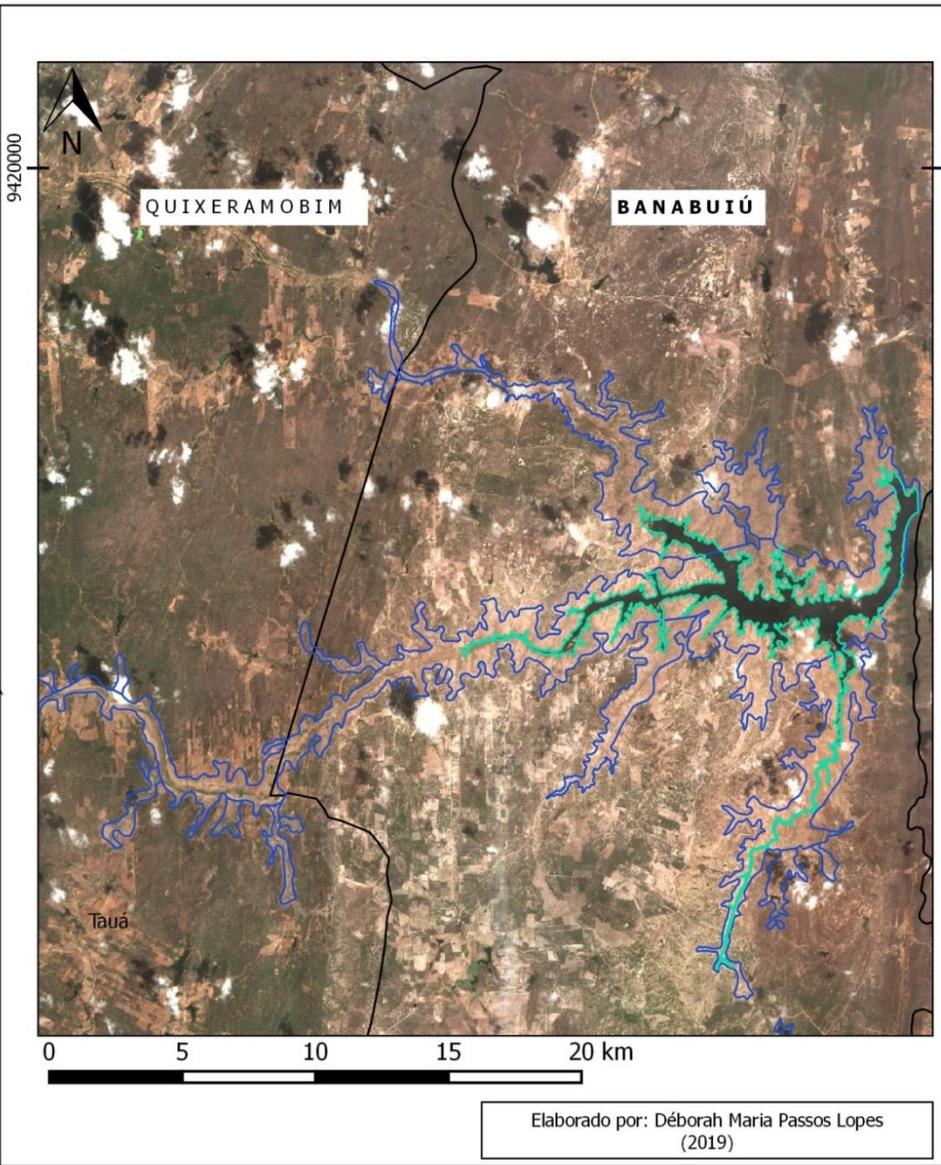
Fonte: FUNCEME; COGERH, 2019.

Entretanto, mesmo com essa crescente no volume de água no reservatório, o mesmo ainda se encontra bastante vulnerável diante do atual quadro hídrico. Tendo em vista sua capacidade de acumulação hídrica, é notório o diminuto nível de armazenamento de água que o mesmo se encontra atualmente. (ver Figura 19 e Mapa 5)

Figura 19 – Vista do Açude Banabuiú a partir das comportas.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019)



 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PRODEMA – Programa Regional de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente
 Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE BANABUIÚ (CE): CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO MUNICIPAL.

Autora: Déborah Maria Passos Lopes
Orientador: Edson Vicente da Silva
Coorientador: Carlos Henrique Sopchaki

Mapa 5 - Açude Banabuiú

Foto Açude Banabuiú (2019)



Legenda

-  Armazenamento d'água atual do Açude (2019)
-  Capacidade de Armazenamento d'água do Açude
-  Limite Municipal

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
Datum SIRGAS 2000 / zona 24 S
Coordenadas UTM

Fonte:
IBGE (2015) ;
Imagem Sentinel 2 (janeiro/2019)

Para uma melhor avaliação das condições climáticas do município de Banabuiú, facilitando a compreensão da dinâmica do açude, foi realizado o balanço hídrico desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), no qual a partir da precipitação e temperatura, é possível obter os dados de evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

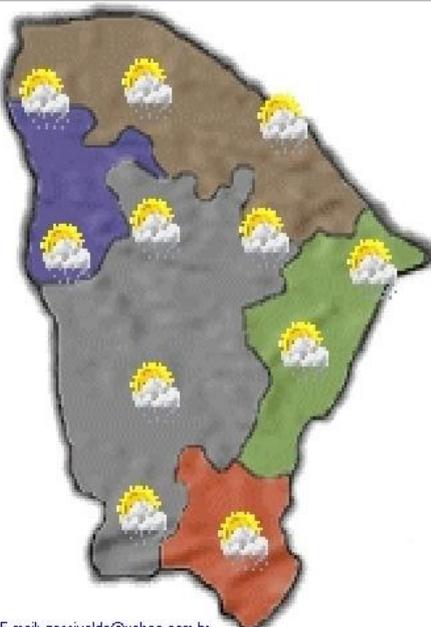
No balanço hídrico foi utilizado o programa Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955), elaborado por Glauco e Sentelhas (1999). A Organização Mundial de Meteorologia (WMO), ressalta a utilização de uma série histórica de 30 anos para trabalhar com dados climatológicos, sendo assim, foram obtidos dados de 1989 até 2019.

Foi atribuído, por convenção, o valor de 100mm para a Capacidade de Armazenamento do Solo (CAD). Os dados de precipitação foram adquiridos na FUNCEME, referente ao Posto Pluviométrico Banabuiú, de coordenadas - 5.317 latitude e - 389.166.944.444 longitude (em graus decimais). Para a definição das temperaturas de Banabuiú, utilizou-se o Programa Celina 1.0, desenvolvido por Costa (2007), “Estimativa de Temperaturas para o Estado do Ceará”, onde são utilizados dados como a altitude e as coordenadas do posto pluviométrico. (ver figura 20)

Figura 20 - Estimativa das Temperaturas Médias Mensais de Banabuiú - Programa Celina 1.0

Celina Versão 1.0 - Estimativa de Temperaturas para o Estado do Ceará UFC/2007 (Depto. Geogra... — □ ×

Estimativa das Temperaturas Médias Mensais



Informe as coordenadas:
Latitude e Longitude em graus e minutos.
Após, clique no botão ESTIMAR para que sejam geradas as temperaturas. Após a conclusão, basta clicar no botão SAIR e o programa será finalizado.

E-mail: gessivaldo@yahoo.com.br

Entrada de Dados		Temperaturas	
Latitude	05 19_	Janeiro	28,2
Longitude	38 55_	Fevereiro	27,4
Altitude	0138 Metros	Março	26,6
		Abril	26,4
		Maio	26,5
		Junho	26,2
		Julho	26,1
		Agosto	27,3
		Setembro	28,0
		Outubro	28,3
		Novembro	28,5
		Dezembro	28,4

Desenvolvido por: Gessivaldo Costa

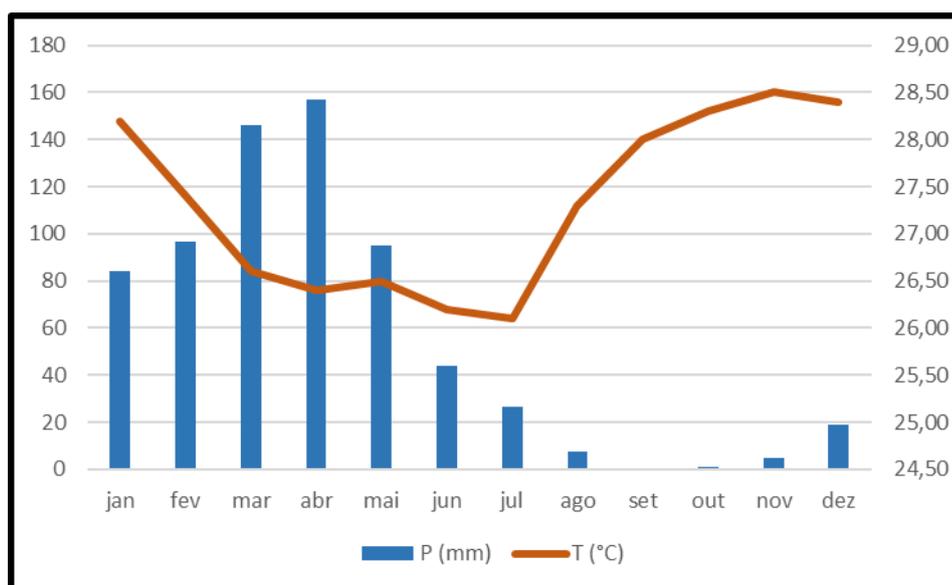
Limpar
 Sair

Fonte: Costa (2007)

Diante dos dados de temperatura (Figura 20), percebe-se que as médias do município variam de 26,1 C° até 28,5 C°. O primeiro semestre do ano apresenta temperaturas mais baixas, se comparado ao segundo semestre. Os meses de março (26,6 C°), abril (26,4 C°), maio (26,5 C°), junho (26,2 C°) e julho (26,1 C°) aparecem com as menores temperaturas, ficando na faixa de 26 C°; e os meses de janeiro (28,2 C°); setembro (28,0 C°); outubro (28,3 C°); novembro (28,5 C°) e dezembro (28,4 C°) com as maiores temperaturas, ficando na faixa de 28 C°.

A temperatura tem intrínseca relação com a pluviometria, sendo inversamente proporcionais, como percebe-se pelo gráfico 1, os meses onde a temperatura se mostrou menor, foram os meses em que a taxa de precipitações aumentou. Diante do gráfico 1, os meses de maior quantidade de chuvas, foram março, abril e maio, apresentando uma diminuição nas médias de temperatura.

Gráfico 1 - Médias de precipitações e temperaturas do Município de Banabuiú (1989-2019).



Fonte: FUNCEME, 2019; COSTA, 2007. Organizado por Déborah Maria Passos Lopes, 2019.

O balanço hídrico é utilizado como forma de compreensão do comportamento hídrico do município de Banabuiú, sendo assim, o mesmo trabalha com alguns dados, tais como evapotranspiração real, evapotranspiração potencial, armazenamento de água no solo, deficiência hídrica e excedente hídrico, sendo necessário uma abordagem introdutória do conceito de cada um deles.

Entende-se por Evapotranspiração real (ETR), a perda de água por evaporação e transpiração, de uma superfície natural, dentro das condições reais do local, levando em consideração fatores atmosféricos, umidade do solo e cobertura vegetal; Evapotranspiração

potencial (ETP) é uma variável meteorológica, que expressa o potencial de evapotranspiração para as condições meteorológicas vigentes; Armazenamento de água no solo (ARM) trata-se da capacidade de armazenagem hídrico do solo; Deficiência hídrica (DEF) se caracteriza pela falta de água no solo, configurando um déficit hídrico do mesmo; e Excedente hídrico (EXC), consistiu o valor que excede a capacidade de absorção do solo, sendo então escoado pela superfície. (ver tabela 6)

Tabela 6 - Balanço hídrico do município de Banabuiú (1989-2019)

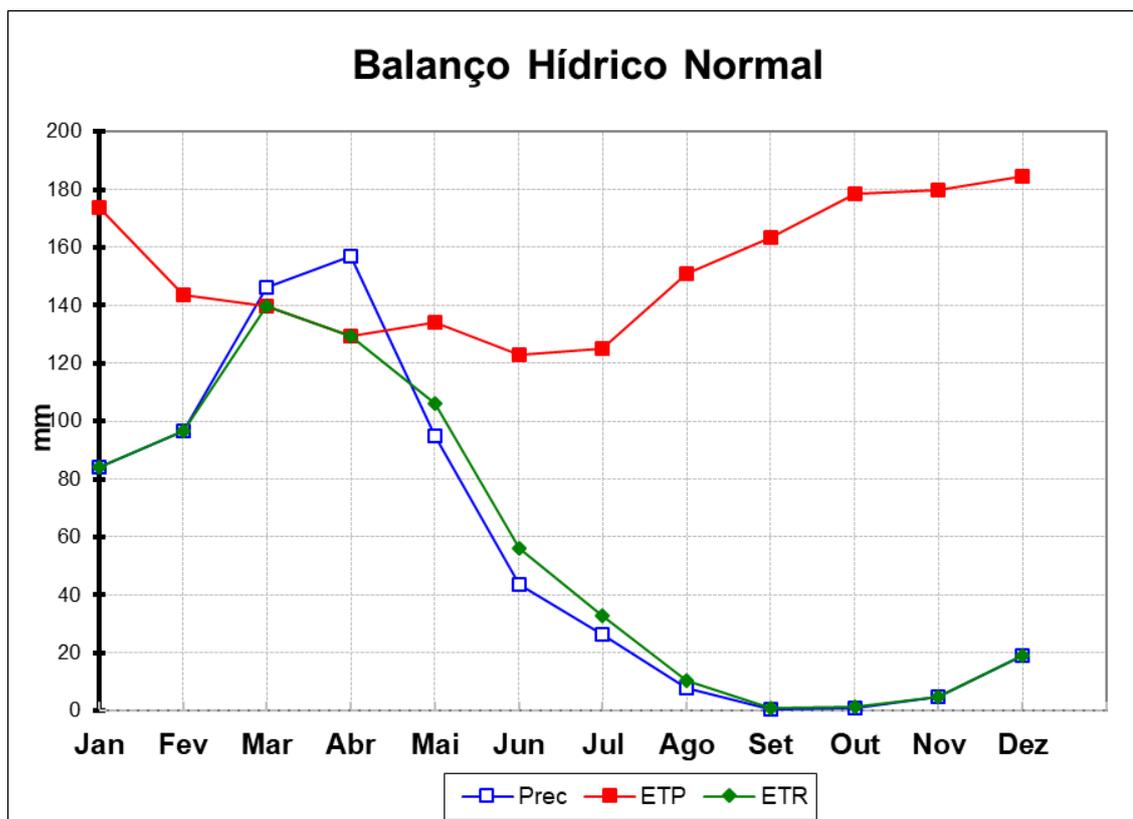
Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
Jan.	28,20	84,27	173,69	-89,4	0,0	0,0	84,3	89,4	0,0
Fev.	27,40	96,67	143,53	-46,9	0,0	0,0	96,7	46,9	0,0
Mar.	26,60	146,14	139,67	6,5	6,5	6,5	139,7	0,0	0,0
Abr.	26,40	156,84	129,50	27,3	33,8	27,3	129,5	0,0	0,0
Mai.	26,50	95,05	134,31	-39,3	22,8	-11,0	106,0	28,3	0,0
Jun.	26,20	43,76	123,09	-79,3	10,3	-12,5	56,3	66,8	0,0
Jul.	26,10	26,45	125,02	-98,6	3,9	-6,5	32,9	92,1	0,0
Ago.	27,30	7,72	150,72	-143,0	0,9	-2,9	10,7	140,1	0,0
Set.	28,00	0,36	163,29	-162,9	0,2	-0,7	1,1	162,2	0,0
Out.	28,30	1,05	178,29	-177,2	0,0	-0,2	1,2	177,1	0,0
Nov.	28,50	5,01	179,59	-174,6	0,0	0,0	5,0	174,6	0,0
Dez.	28,40	18,87	184,40	-165,5	0,0	0,0	18,9	165,5	0,0
Total:	327,9	682,2	1825,1	-1142,9	-----	0,0	682,2	1142,9	0,0
Média:	27	57	152	-----	-----	± 34	57	95	0

Fonte: THORNTHWAITE; MATHER, 1955; FUNCEME, 2019.

Legenda: (T)-Temperatura; (P)-Precipitação; (ETP)-Evapotranspiração potencial; (ARM)- Armazenamento de água no solo; (ALT)-Variação do armazenamento; (ETR)- Evapotranspiração real; (EXC)- Excedente hídrico; (DEF)-Deficiência hídrica.

De acordo com a Tabela 6, percebe-se que os maiores índices de precipitação se concentram na quadra chuvosa, nos meses de fevereiro, março, abril e maio, com 96,67 mm, 146,14 mm, 156,84 mm, 95,05 mm, respectivamente; apresentando um maior adensamento de chuvas nos meses de março e abril. A evapotranspiração potencial alcança seu maior índice no mês de dezembro com 184,40 mm. Segue o Gráfico 2 retratando os dados de precipitação, evapotranspiração potencial e real.

Gráfico 2 - Balanço hídrico normal de Banabuiú (1989-2019)

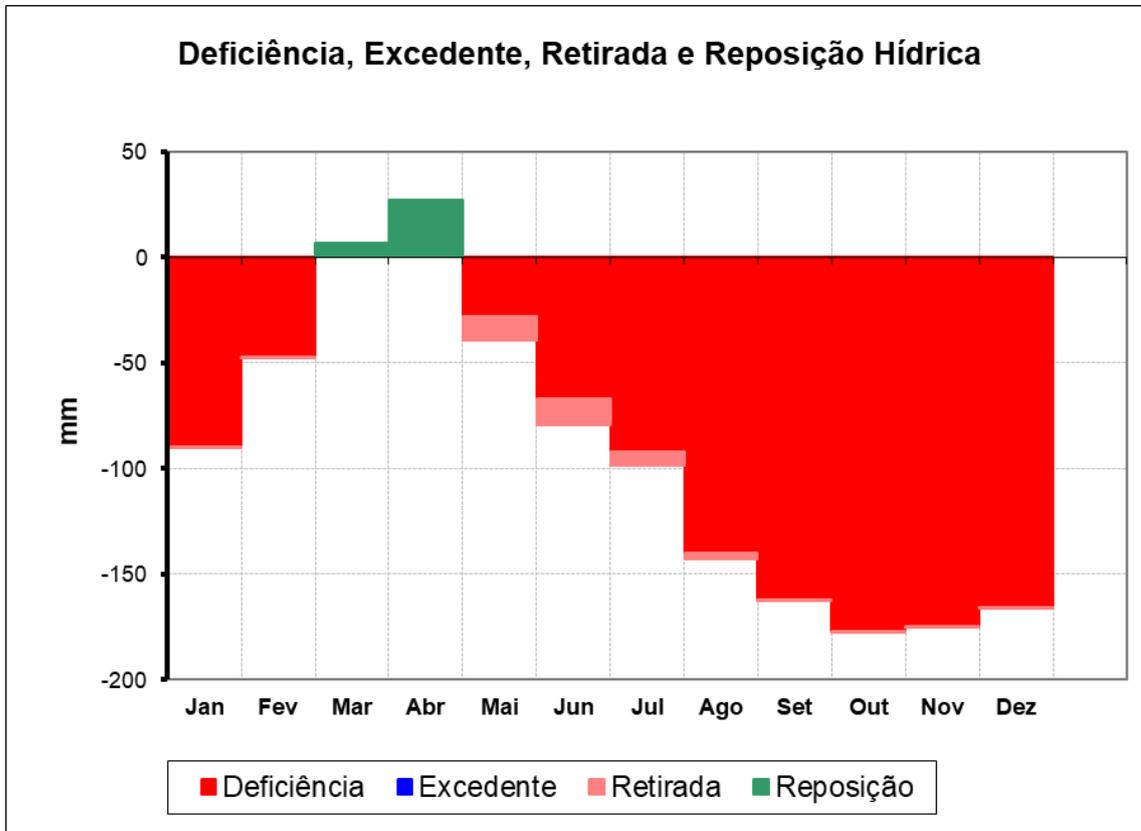


Fonte: THORNTHWAITE; MATHER, 1955; FUNCEME, 2019.

Diante do Gráfico 3, percebe-se que durante dez meses do ano, ocorre uma deficiência hídrica no município de Banabuiú, alcançando os maiores valores no mês de outubro e novembro. Ocorrendo uma reposição hídrica apenas nos meses de março e abril, onde percebe-se que foram os mesmos meses com maior quantidade de chuvas. E o período de retirada consiste em maio, junho, julho e agosto.

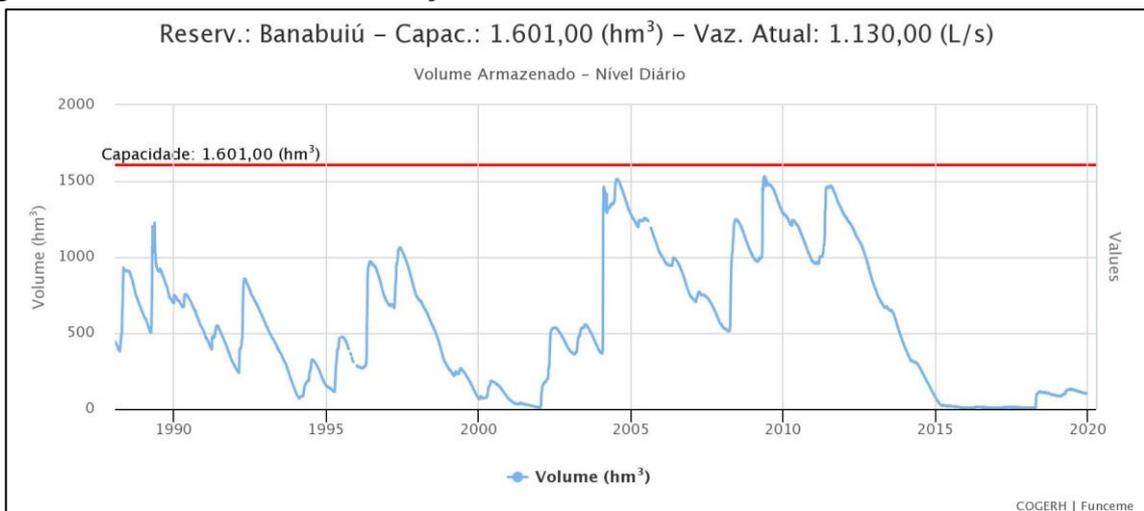
Diante do contexto hídrico abordado, é necessário a compreensão do volume de água do açude entre 1989 até 2019, e como se deu a dinâmica do reservatório nesses 30 anos. Diante do gráfico da Figura 21, percebe-se a ocorrência alguns picos, onde o açude atingiu um volume bem próximo da sua capacidade total, tal fato ocorreu nos anos de 2004/2005 e no ano de 2009. E alguns declínios no seu volume foram apresentados nos anos de 2001/2002 e nos anos de 2015 se estendendo até 2018, apresentando um leve aumento em 2019.

Gráfico 3 - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica do município de Banabuiú (1989-2019)



Fonte: THORNTHWAITE; MATHER, 1955; FUNCEME, 2019.

Figura 21 - Gráfico do volume do açude Banabuiú nos anos de 1989 a 2019.



Fonte: COGERH; FUNCEME (2019)

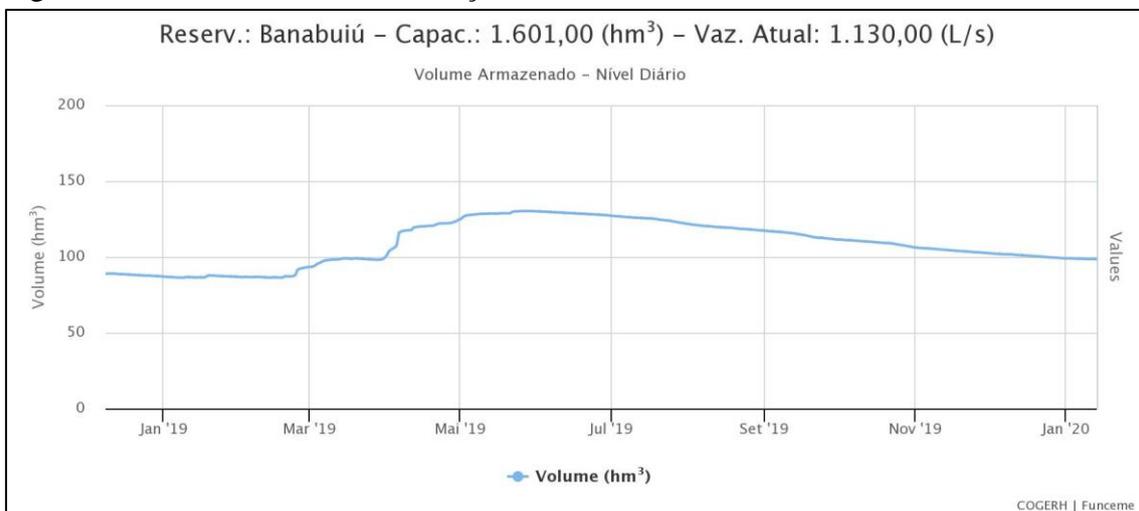
Visando compreender como se deu a dinâmica de acumulação hídrica do açude Banabuiú no ano de 2019, segue a Tabela 7 e a Figura 22, com os dados de volume mensal do reservatório. Foram adquiridos os dados diários disponibilizados pela Cogerh e Funceme, e calculado a média de cada mês.

Tabela 7 – Volume mensal do açude Banabuiú no ano de 2019.

Volume Mensal do Açude Banabuiú (2019)		
<u>Mês</u>	<u>Volume (hm³)</u>	<u>Volume (%)</u>
Janeiro	86,91	5,43
Fevereiro	87,82	5,49
Março	97,85	6,11
Abril	117,76	7,36
Mai	128,76	8,04
Junho	128,77	8,04
Julho	125,02	7,81
Agosto	119,39	7,46
Setembro	114,53	7,15
Outubro	109,45	6,84
Novembro	104,34	6,52
Dezembro	100,79	6,3

Fonte: Elaborado pela autora com base em COGERH; FUNCEME (2019)

Figura 22 – Gráfico do volume do açude Banabuiú no decorrer do ano de 2019.



Fonte: FUNCEME (2019)

Percebe-se diante da tabela 7 e da figura 22, que o açude iniciou o ano de 2019 com um volume menor do que o encontrado no restante do mesmo ano. Entre março e abril iniciou-se um aumento do seu volume, alcançando o maior volume do ano, nos meses de maio e junho. Em agosto em diante o volume do açude iniciou um pequeno declínio,

finalizando o ano com um volume de 100,79 hm³, ou seja, 6,3% de sua capacidade máxima de acumulação.

6.2. Dados Socioambientais de Campo / Diagnóstico

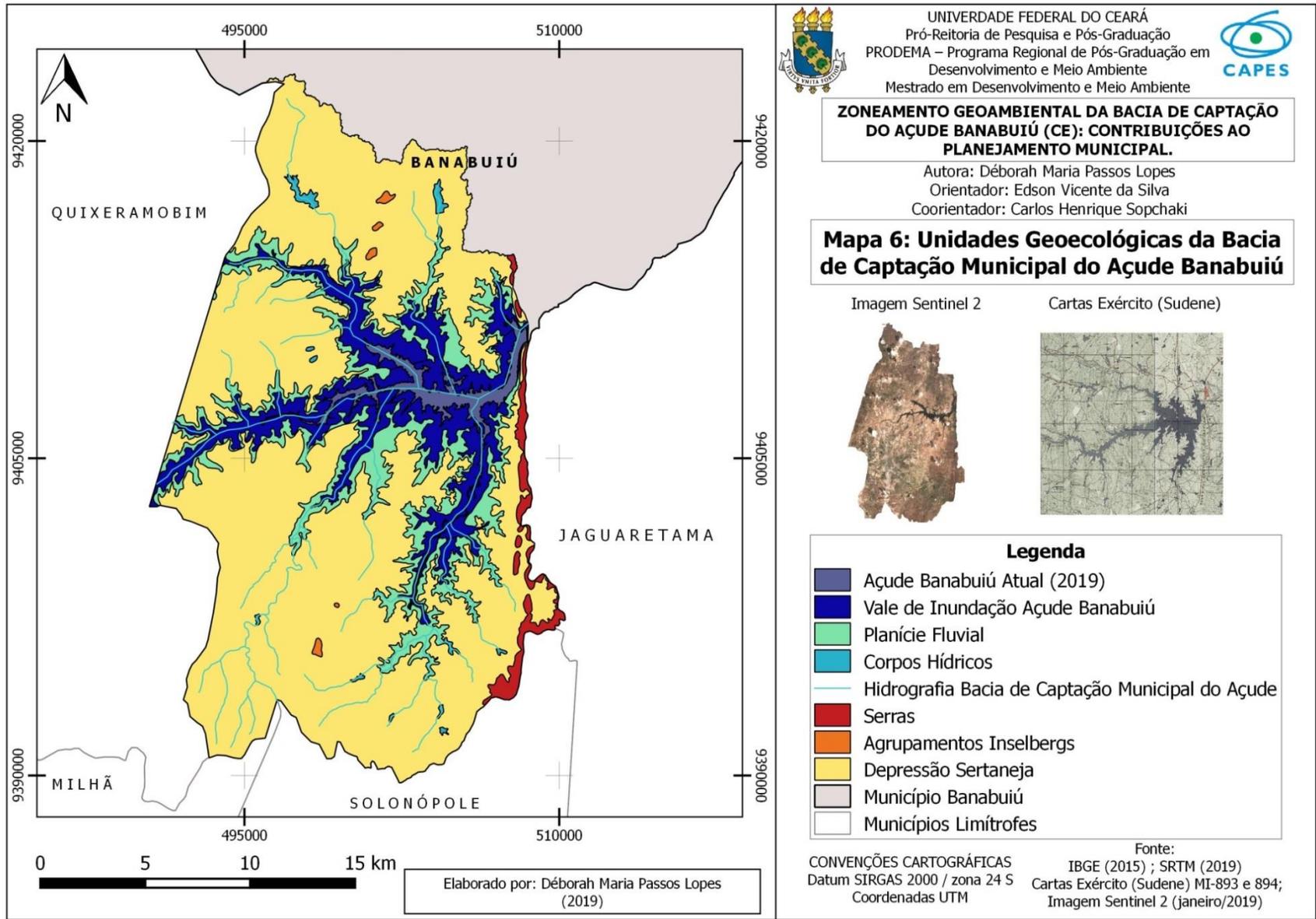
Esse tópico da presente dissertação, aborda os dados obtidos *in loco* através dos campos realizados na bacia de captação do açude Banabuiú e provenientes das informações coletadas na secretaria de agricultura, secretaria de saúde, dentre outras. Analisando e diagnosticando a realidade do local e de que forma a população faz uso do ambiente em estudo.

6.2.1 Dados Ambientais de Campo

Nas visitas *in loco* realizadas nos meses de fevereiro, outubro, novembro e dezembro de 2019, foi possível a partir de um planejamento prévio, compreender a realidade do local e realizar o levantamento de dados. A realização de estudos *in loco* são de extrema importância para a análise e diagnóstico do objeto analisado, sejam eles ambientais ou sociais, uma vez que o espaço possui múltiplas variáveis em constante dinâmica.

Foi possível percorrer o entorno do açude Banabuiú, uma vez que o mesmo encontra-se em um volume hídrico baixo, trespassando por suas margens direita e esquerda, sendo viável a realização de uma análise desse reservatório.

A partir da análise ambiental das margens do açude Banabuiú, foi realizado um mapa das unidades geológicas encontradas na área do estudo, utilizando o critério geomorfológico na compartimentação, delimitando cada uma das distintas tipologias identificadas, são elas: depressão sertaneja; agrupamentos de inselbergs; planície fluvial; serras; vale de inundação; açude; e drenagem. O mapa em questão foi processado com a utilização de imagem de satélite Sentinel 2 (2019), interpretando-a; juntamente com dados oriundos da análise de campo; e cartas do exército para subsidiar o diagnóstico de drenagem e curvas de nível, visto sua grande quantidade de detalhamentos (ver Mapa 6).



Diante da visita a campo e dados coletados, expõe-se o Quadro 5 com fotos referentes as unidades geológicas encontradas na bacia de captação, como forma de subsídio ao Mapa 6, sendo possível haver a interação da realidade do local e o mapa gerado para tal finalidade.

Quadro 5- Unidades Geológicas da Bacia de Captação do açude Banabuiú.



Fonte: Elaborado pela autora.

Percebe-se diante do Mapa 6, que a depressão sertaneja é a unidade geológica mais expressiva encontrada na Bacia de Captação do açude Banabuiú no município de Banabuiú. Tendo em vista a dinâmica hídrica do reservatório, o vale de inundação do açude em questão refere-se a área que inunda quando o mesmo encontra-se em seu maior aporte de água, diante desse contexto, nota-se a dimensão que o açude abrange dentro da área de estudo e a quantidade hídrica que ele comporta.

Porém, devido ao diminuto aporte hídrico que o açude Banabuiú encontra-se em 2019, foi notório uma grande quantidade de açudes secundários de pequeno porte, feito pela população local, com a finalidade de reter a água, que atualmente encontra-se em recuo, devido a diminuição do volume hídrico do reservatório.

Ocorre a existência de alguns agrupamentos de inselbergs pontuais; e as serras compreende a área onde está localizada a barragem de açude, caracterizando-se por maciços residuais, existindo no local um falhamento geológico.

6.2.2 Dados Sociais de campo / Comunidades Inseridas nas Margens do Açude Banabuiú

O açude Banabuiú, tanto em sua margem direita quanto em sua margem esquerda, compreende uma grande quantidade de comunidades, que se utilizam desse meio como forma de subsistência, estabelecendo assim, uma convivência com o semiárido do local.

Para Resende: “Se o espaço não é encarado como algo em que o homem está inserido, natureza que ele próprio ajuda a moldar, a verdade geográfica do indivíduo se perde, e a geografia torna-se alheia a ele” (1989, p.84)

De acordo com dados dos agentes de saúde de Banabuiú, o município é dividido em 9 microáreas. A sede municipal é compartimentada em três microáreas: Sede I, Sede II e Sede III. As comunidades são distribuídas em seis microáreas: Boa Água; Lagoa do Meio; Barra do Sitiá; Pedras Brancas; Ferrolândia; e Rinaré; totalizando aproximadamente 54 comunidades (ver Quadro 6). Não foi possível obter a informação sobre as comunidades que compõe a microárea Rinaré.

Entretanto o presente trabalho irá se deter as comunidades localizadas nas duas margens do açude Arrojado Lisboa, compreendendo aproximadamente 22 comunidades, que estão inseridas, em sua maioria, nas microáreas de Boa Água, Ferrolândia e Rinaré.

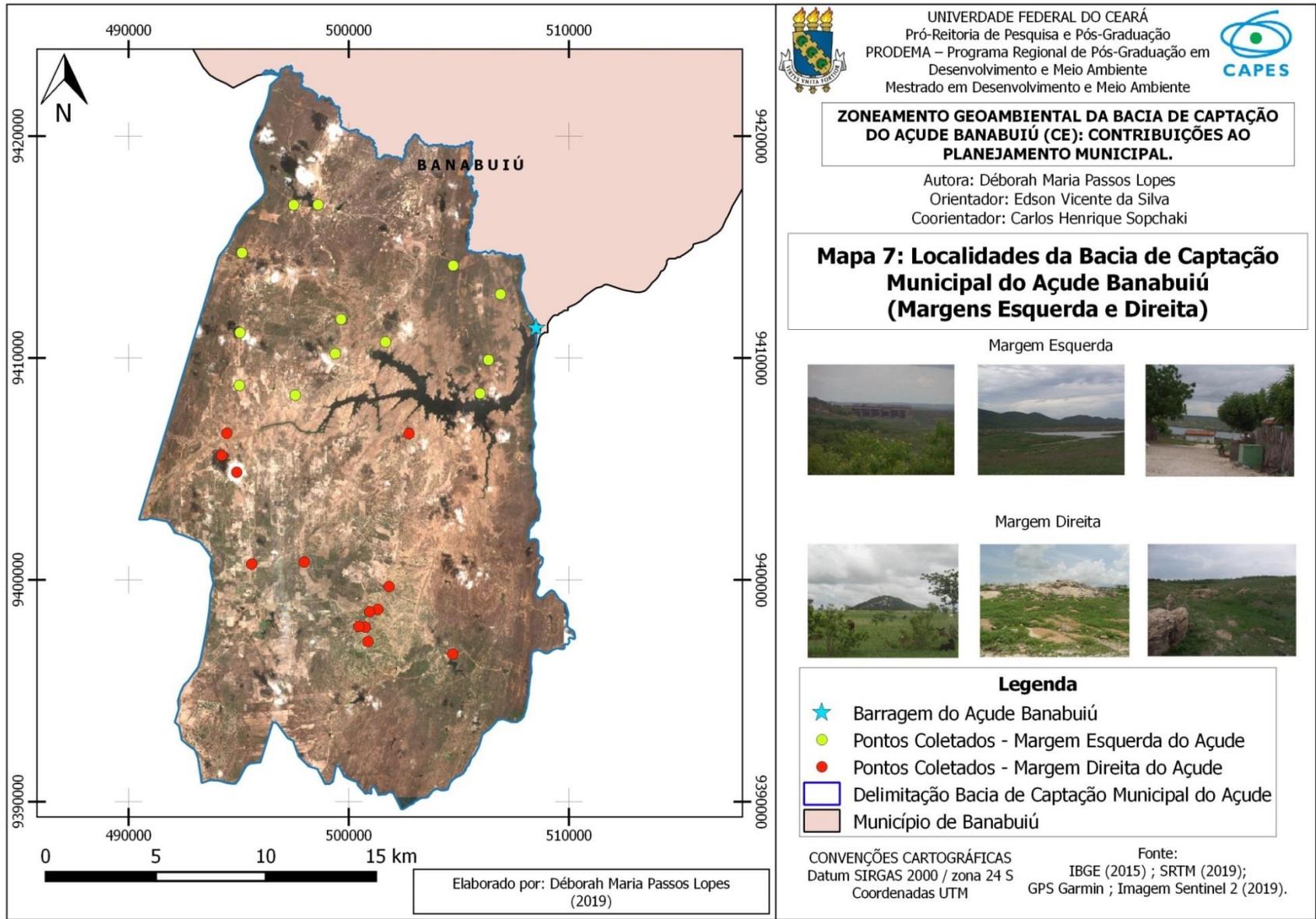
Segue Mapa 7 com as localidades identificadas no trajeto de campo no entorno do reservatório hídrico.

Em sua margem esquerda pode-se localizar as comunidades: Logrador; Boqueirão; Grossos; Governo I; Governo II; Caiçarina; Rinaré I; Malacaxeta; Jiqui; e Boa Água. E em sua margem direita foi possível localizar as comunidades: Fazenda Pimenta; Curral do Meio; Itaperi; Fazenda Petrolina; Milagres; Capão do Maxixe; Itaperi; Muricizinho; Ferrolândia; Mozarlândia; e Rinaré II. (ver Quadro 7 e 8 – fotos realizadas em fevereiro de 2019).

Quadro 6- Microáreas do município de Banabuiú (dados do mês de fevereiro de 2019).

BOA ÁGUA (423 famílias)	LAGOA DO MEIO (299 famílias)	BARRA DO SITIÁ (489 famílias)
Boa Água	Sítio Estreito	Sítio Garrote
Aroeira	Várzea da Esmeralda	Barra do Sitiá
Malacaxeta	Volta	Panorama
Jiqui	Galiza	Beira Rio
Governo I	Caatinga	Lagoa do Junco
Coroa Grande	Varjota	Casinhas
Fazenda Iracema	Carcará	Bela Vista
Boqueirão	Timbaúba	Cajazeiras
Logrador	Lagoa do Meio	Veneza
Grossos	Sítio Buraco	Panamá
	Carnaúbas	
	Jurema de Baixo	
PEDRAS BRANCAS (409 famílias)	FERROLÂNDIA (303 famílias)	RINARÉ (173 famílias)
Caiçara	Barro Branco	
Extrema	Poços dos Cavalos	
Pedras Brancas	Capão do Maxixe	
Quiniporó	Malhada G	
Jurema Nova	Muriá	
Jurema Velha	Itaperi	
Bom Princípio	Milagres	
Carnaubinha	Mozarlândia	
Pedras Brancas	Ferrolândia	
	Muricizinho	
	Sítio Angico	
	Crôa Grande	
SEDE I (781 famílias)	SEDE II (892 famílias)	SEDE III (437 famílias)
Rua Raul Urquidi	Ana Maria da Conceição	Tanquinhos
Rua Ernesto Xerez	Januário Vespa	Lagoa da Serra
Rua Carlos Lopes	Maria Miguel	Sítio Lopes
Rua Brasília	Valença II	São Gonçalo
Rua Vila Mariano	Alto Alegria	Exú
Rua Francisco Carlixto	Mozar Nobre	Laranjeiras
Rua Raimundo Mauricio	Croatá	Penha
Rua Manuel Gerônimo	Riacho do Penha	Sobradinho
Rua Arrojado Lisboa	Valença I	Jk
Rua Valdomiro Rodrigues	Rua Manuel Jerônimo	Demócrito Pinto
Rua 13 de maio	Rua João Ferreira	Valdir Leopércio
Rua Adília Cajazeiras	Rua Francisco Soares	Dom Lucas
Rua Queiroz Pessoa		
Rua Raimundo Dias		

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados dos Agentes de Saúde – Município de Banabuiú, 2019.



Quadro 7 – Paisagens da margem esquerda do açude Banabuiú.

 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de casas de pau a pique, em menor quantidade 	 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de casas de alvenaria, em maior quantidade 	 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de construções de maior porte 	 <ul style="list-style-type: none"> • Quadra de Esportes
 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Antena • Presença de sistema elétrico 	 <ul style="list-style-type: none"> • Atividade econômica de pecuária • Criação bovina • Animais soltos e confinados 	 <ul style="list-style-type: none"> • Atividade econômica de pecuária • Criação de caprinos • Animais soltos e confinados 	 <ul style="list-style-type: none"> • Criação de caprinos e cultivo de capim próximo ao curso d'água do açude Banabuiú

			
<ul style="list-style-type: none"> • Atividade econômica Pesca Açude como meio de subsistência da população 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de pequenos açudes e lagoas Construção desses açudes de pequeno porte realizados no leito do rio 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de pequenos açudes e lagoas 	<ul style="list-style-type: none"> • Parque Fco. Clebio
			
<ul style="list-style-type: none"> • Presença de abastecimento de água Órgãos responsáveis: Governo do Estado do Ceará; CAGECE; e SISAR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Casa de comando (Sistema de abastecimento de água) 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de cisternas de placas Na grande maioria das residências Forma de armazenamento de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Cisternas presentes em grande quantidade

Quadro 8 – Paisagens da margem direita do Açude Banabuiú.

 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de casas de tijolos de barro, poucas quantidades 	 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de casas de pau a pique, poucas quantidades 	 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de casas de alvenaria, maior quantidade 	 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de vilas abandonadas Casas de alvenaria São 7 casas enfileiradas
 <ul style="list-style-type: none"> • Fazenda Belo Horizonte de Faustino e Hilda L. (1961) 	 <ul style="list-style-type: none"> • Fazenda Petrolina 	 <ul style="list-style-type: none"> • Prédio construído em 1861 	 <ul style="list-style-type: none"> • Extração de madeira

			
<ul style="list-style-type: none"> • Presença de curral / estábulo de cavalos 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de suínos Animais em confinamento Atividade econômica 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de caprinos Animais soltos Atividade econômica 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de caprinos Animais soltos Atividade econômica
			
<ul style="list-style-type: none"> • Criação de bovinos Animais soltos Atividade econômica Animais inseridos em açudes de pequeno porte 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de bovinos Animais soltos Atividade econômica Animais inseridos em açudes de pequeno porte 	<ul style="list-style-type: none"> • Horta caseira Subsistência 	<ul style="list-style-type: none"> • Extração de madeira

 <ul style="list-style-type: none"> • Extração mineral 	 <ul style="list-style-type: none"> • Extração de minerais Quartzo de cor violeta 	 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de açudes de pequeno porte 	 <ul style="list-style-type: none"> • Presença de açudes de pequeno porte
 <ul style="list-style-type: none"> • Construção de barragem para dos açudes de pequeno porte 	 <ul style="list-style-type: none"> • Cultivo de capim próximo ao açude de pequeno porte Alimento para o gado 	 <ul style="list-style-type: none"> • Cultivo de Carnaúba 	 <ul style="list-style-type: none"> • Construção de canal de escoamento de água da chuva Adaptação ao semiárido



- Presença de abastecimento de água
Órgãos responsáveis:
Governo do Estado do Ceará; Projeto São José III; Banco Mundial; CAGECE; e SISAR.



- Construção do Sistema de Abastecimento de Água na Comunidade de Ferrolândia



- Abastecimento de água proveniente de carro pipa.
Períodos de seca



- Presença de cisternas de placas
Adaptação para captar mais água



- Parque Mozarlândia
Localizado na comunidade de Mozarlândia



- Escola Pública Municipal EEF - Escolas de Ensino Fundamental
E.E.F. João Ferreira da Cunha



- Unidade Básica de Saúde UBS Maria Cândida da Cunha - Localizada na comunidade de Ferrolândia



- UBS Maria Cândida da Cunha
Unidade Básica de Saúde da comunidade de Ferrolândia

A partir das imagens dos Quadros 7 e 8, margens esquerda e direita, foi possível diagnosticar como se dá a interação das comunidades do entorno do açude Banabuiú com o meio em que estão inseridas e de que forma se dá a convivência com o semiárido.

Nota-se que ocorre uma maior presença de casas de alvenaria, mas ainda existem as casas de pau a pique e as de tijolos de barro. As casas de alvenaria são aquelas onde a construção de suas estruturas são unidades entre si ou por argamassa, onde mais comumente são feitas com tijolos; termo alvenaria vem de "alvener", "pedreiro", a partir do árabe albannã. As casas de pau a pique, são também conhecidas como "taipa de mão", são aquelas que utilizam técnicas de construção antigas, onde as madeiras são entrelaçadas na vertical com vigas horizontais amarradas entre si e preenchidas por barro. Já a casa de tijolos de barro, como o nome já diz se trata de um tijolo feito artesanalmente.

Além dessas estruturas de moradias também ocorre a presença de construções de maior porte, como por exemplo, quadras, parques e fazendas. Com destaque para a Fazenda Petrolina, situada na margem direita do açude Banabuiú, onde uma de suas construções data de 1861, podendo ser considerado um marco histórico naquela região, que faz uso daquele território há mais de um século.

A comunidade de Ferrolândia, localizada na margem direita do açude Banabuiú, apresenta uma Unidade Básica de Saúde (UBS Maria Cândida da Cunha) e uma Escola Pública de Municipal (E.E.F. João Ferreira da Cunha), de ensino fundamental.

O sistema de abastecimento de água é realizado através dos órgãos: Governo do Estado do Ceará; CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará); e SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural) em algumas comunidades da região.

O SISAR é o Sistema Integrado de Saneamento Rural criado em Sobral no ano de 1996. Se trata de uma organização não governamental, sem fins lucrativos que é formado pelas associações comunitárias que tem sistemas de abastecimento de água oriundas da mesma bacia hidrográfica, sendo então uma forma de contar com a ajuda da própria comunidade local para entender a realidade da área, e propor ações viáveis para cada localidade.

Como o gerenciamento desses sistemas pela concessionária estadual de saneamento não é economicamente viável, fazia-se necessário um modelo de gestão diferenciado para tais sistemas. O Sisar é uma alternativa que utiliza a associação comunitária na gestão dos sistemas, reduzindo os custos e viabilizando a gestão dos mesmos. (...) O Sisar é uma federação de associações que, através de contribuição mensal, financia uma estrutura responsável pela manutenção de seus sistemas, fornecimento de insumos (material para manutenção e tratamento), e capacitação social. (SISAR, 2019)

Esse sistema garante um gerenciamento executável do saneamento básico rural, evitando o sucateamento do mesmo. O mesmo tomou grandes proporções, se tornando de extrema relevância para o estado do Ceará, sendo assim a COGERH criou o Gerência de Saneamento Rural (GESAR) em 1999 que ficou responsável pelo saneamento básico nas zonas rurais. A seguir o histórico do SISAR, ver figura 23.

Figura 23 – Histórico do SISAR de 1991 a 2015.



Fonte: SISAR (2019).

Segundo o Instituto SISAR, “O Sisar foi um dos principais vetores de implementação do Projeto São José no interior do estado e seu sucesso fez com que, a partir de 2001, o modelo de gestão passasse a ser replicado em outras regiões do Ceará.”

O São José III é um projeto de desenvolvimento rural sustentável que visa o fortalecimento de agricultura familiar e o bem estar das comunidades rurais. Seu objetivo é

Ampliar a renda das famílias rurais com a estruturação e/ou dinamização das suas unidades de produção, de transformação e agregação de valor e de comercialização dos seus produtos; Contribuir para a universalização do direito à água potável como bem essencial de consumo da população rural do Ceará e o esgotamento sanitário; Viabilizar a participação qualificada e o controle social dos beneficiários e suas organizações nas ações de gestão do desenvolvimento local, bem como estimular as relações de complementaridade entre os programas governamentais. (Ceará, 2019)

O projeto São José III, em 2017 deu início ao atendimento em 81 comunidades rurais de 38 municípios cearenses. No município de Banabuiú esse projeto atende as comunidades através do abastecimento de água.

O órgão executor desse projeto é a Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA), através da Unidade de Gerenciamento do Projeto (UGP); dentre seus colaboradores estão: Ematerce, CAGECE e SOHIDRA; e o co-executor o Tribunal de Contas do Estado

(TCE). Seu arranjo institucional é a estrutura interna da Secretaria de Desenvolvimento Agrário, responsável pela operacionalização do projeto (ver figura 24).

Figura 24 – Arranjo Institucional do Projeto São José.

Instituições Executoras	Instituições Deliberativa	Instituições Consultivas	Instituições Colaboradoras
Governo do Estado do Ceará SDA (UGP)	Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural CEDR	Conselho Territorial	CAGECE
Procuradoria Geral do Estado PGE			SOHIDRA
Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura IICA		Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável CMDS	EMATERCE
Entidade Representativa dos Beneficiários ERB			CENTEC

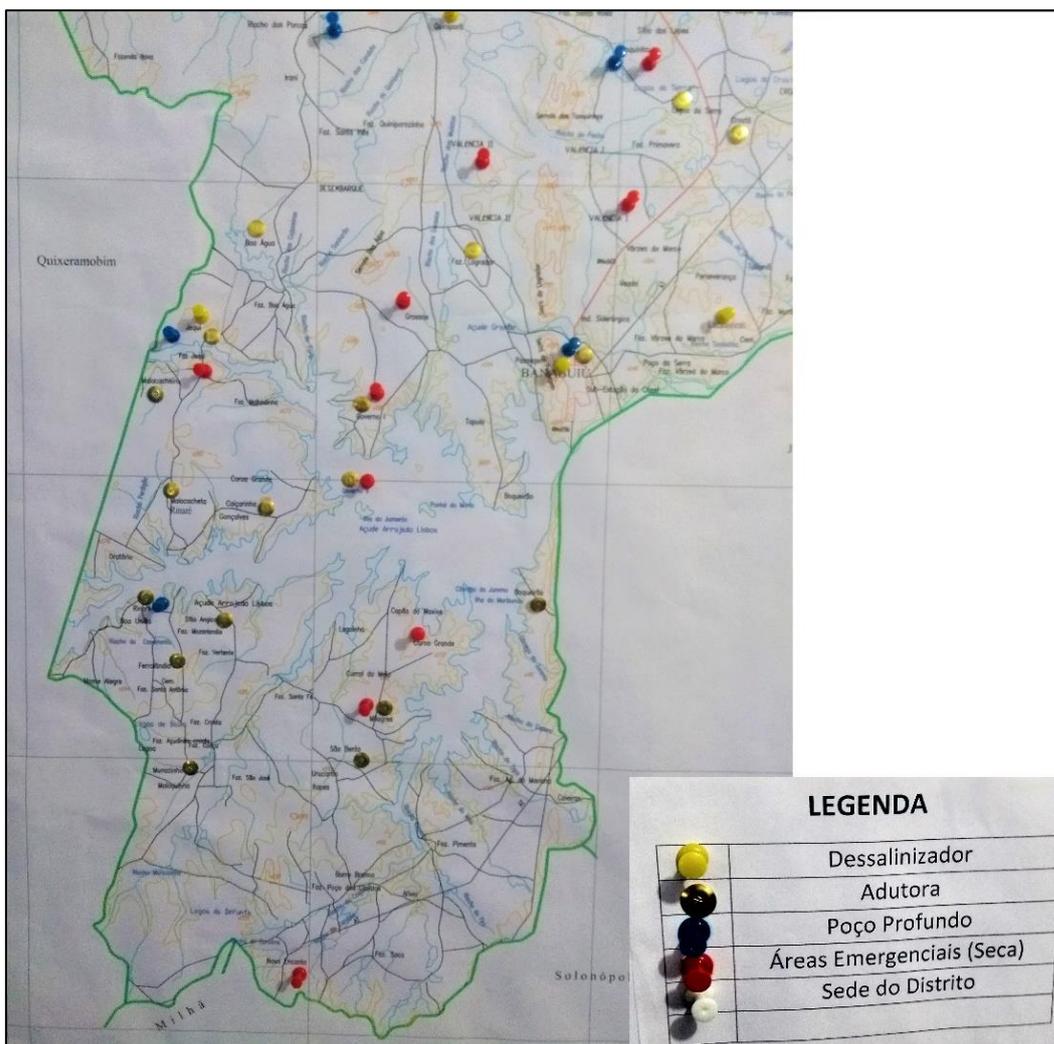
Fonte: CEARÁ - Secretaria de Desenvolvimento Agrário (2019).

Segundo visita *in loco* na Secretaria de Agricultura de Banabuiú, as formas de abastecimento de água seriam por meio de carros pipas, pequenas adutoras e poços profundos, como pode-se verificar na figura 25, o mapa com tipologias de abastecimento hídrico encontra-se fixado na Secretaria de Agricultura de Banabuiú.

A informação adquirida na Secretaria de Agricultura em relação as adutoras, seria que a maioria das comunidades são subsidiadas por adutoras, porém, existem comunidades pequenas que não tem sistema de abastecimento; e em algumas, como na comunidade de Governo II, a adutora está desativada devido ao recuo da água do açude Banabuiú em resultado ao diminuto volume em que o mesmo se encontra.

Em relação a forma de captação de água, é bastante frequente o uso de cisternas de placas, presente na maioria das moradias. As cisternas de placas são reservatórios de água em formato cilíndrico, que permite a captação de águas de chuvas, a partir do escoamento feito através dos telhados, utilizando-se de calhas. Por serem cobertas, é uma ótima opção para o semiárido, uma vez que minimiza o efeito da evaporação, sendo então bem representativas na paisagem do sertão nordestino.

Figura 25 – Mapa de Tipologias de Abastecimento de Água da Bacia de Captação do açude Banabuiú.



Fonte: IPECE / Secretaria de Agricultura do Município de Banabuiú (2019).

Outra forma de abastecimento da região é o transporte de água por carros pipas, uma vez que o semiárido possui precipitações irregulares e com maior concentração de chuvas em poucos meses do ano. Sendo assim, as cisternas não armazenam água suficiente para suprir a necessidade da família no restante dos meses onde as chuvas são escassas. Segundo informações da Secretaria de Agricultura de Banabuiú, a quantidade de carros pipas é estipulada pelo exército, porém o município também disponibiliza devido a alta demanda de água na região.

Em relação a qualidade de água do local, segundo a Vigilância em Saúde do município de Banabuiú, são realizadas análises de 18 amostras por mês; o exército também realiza pesquisas e análises, e disponibiliza pastilhas para serem inseridas na água, porém a população tem certa resistência, pois altera o sabor da mesma.

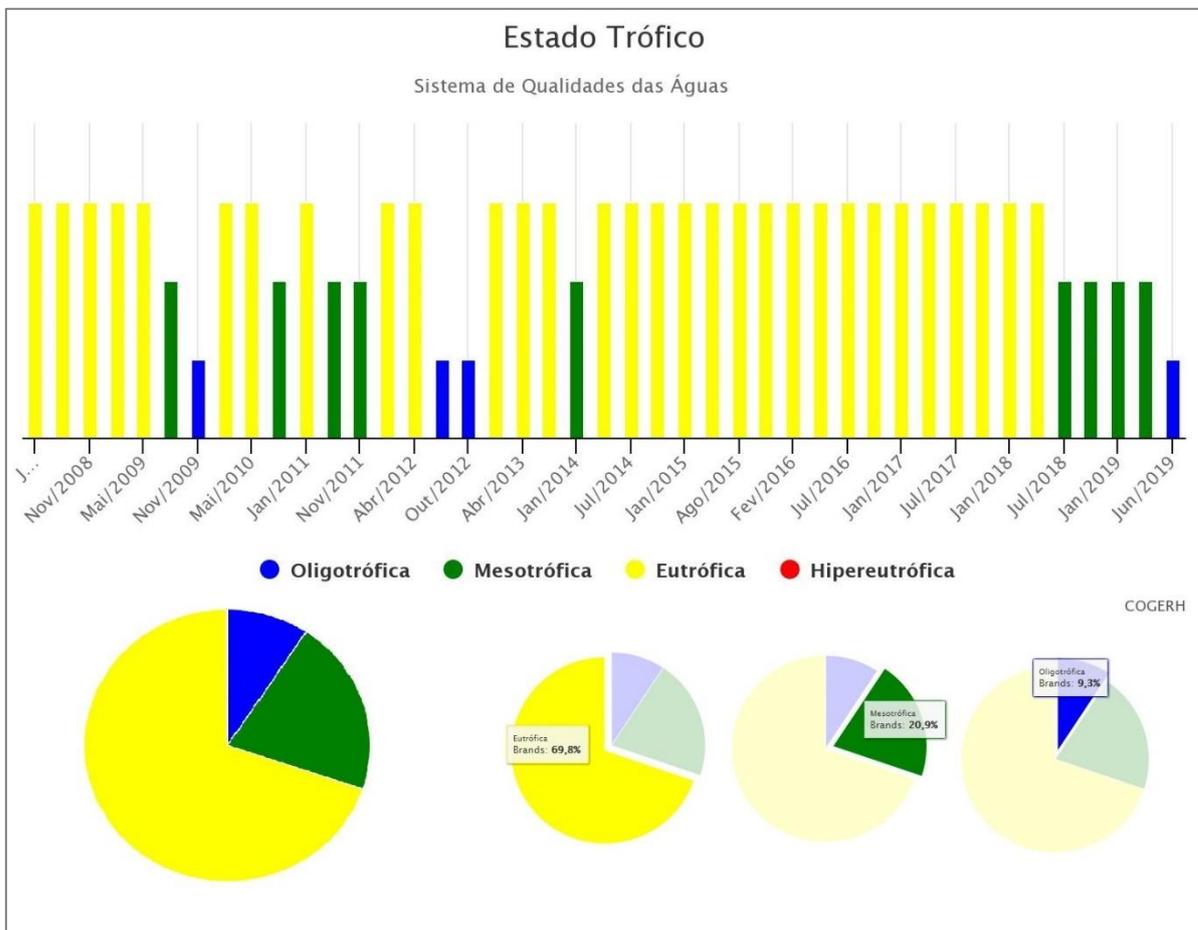
Foi possível adquirir informações da COGERH referente a qualidade da água do Açude Banabuiú, diante desse contexto, primeiramente é necessário a compreensão do estado de trofia e seus significados (ver Figura 26). Logo após ver Figura 27 com as informações referentes a qualidade da água do açude, com dados de novembro de 2008 à junho de 2019.

Figura 26- Estado de trofia das águas e seu significado.

Estado de trofia	Significado
Oligotrófico	Possuem águas limpas, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	São águas com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	São os corpos de água com alta produtividade, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos usos múltiplos.
Hipereutrófico	Águas afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutriente, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

Fonte: ANA (2015), com adaptações COGERH (2018).

Figura 27- Estado trófico das águas do açude Banabuiú (nov/ 2008 a jun/2019).



Fonte: COGERH (2019).

No gráfico da Figura 27, identifica-se que a água do açude Banabuiú apresentou três níveis tróficos dentro do período de novembro de 2008 a junho de 2019, o estado eutrófico com 69,8%; o estado mesotrófico com 20,9%; e estado oligotrófico com 9,3%.

Nesse período, nota-se uma preponderância de estado eutrófico da água, sendo muito afetado por atividade antrópica, alterando sua transparência, apresentando uma alta produtividade e afetando a qualidade de água.

Já em janeiro de 2019 apresentou um estado mesotrófico, de produtividade intermediária que afeta a qualidade da água mas em níveis aceitáveis. E no último dado adquirido no presente ano (2019), em junho mostrou-se com estado oligotrófico, uma água com baixa produtividade e sem interferências indesejáveis. Chegando a conclusão que a qualidade da água no Açude Banabuiú apresentou uma melhora no ano de 2019 (ver Figura 28).

Figura 28- Dados do estado trófico da água do açude Banabuiú no ano de 2019.

Ponto	Data	[Nt]	[Pt]	chl@	Cont.Cianob.	Transp.	Classe	Info.
BAN-01	17/01/2019	1,013	0,041	10,54	20.995	1,90	Mesotrofica 	
BAN-01	16/04/2019	1,650	0,080	11,73	39.128	1,70	Mesotrofica 	
BAN-01	27/06/2019	1,338	0,160	1,82	1.198	1,50	Oligotrofica 	

*[PT]: fósforo total(mg/L); chl@: clorofila-a (µg/L); [Nt]: Nitrogênio (mg/L); Cont.Cianob: Cont. Cianobactérias (Cél/mL); Transp.: Transparência (m).

Fonte: COGERH (2019).

De acordo com a figura anterior (figura 28), nota-se que o valor de nitrogênio da água do açude Banabuiú, aumentou de 1,013 mg/L em janeiro de 2019, para 1,650 mg/L em abril, decrescendo novamente para 1,338 mg/L em junho do mesmo ano. O aumento de 0,041 mg/L em janeiro para 0,160 mg/L em junho. A clorofila da água do açude Banabuiú iniciou o ano de 2019 com 10,54µg/L ocorrendo uma leve diminuição em abril (11,73 µg/L); e posteriormente uma queda brusca chegando a 1,82 µg/L em junho.

A contaminação por cianobactérias também apresentou uma queda drástica, de 20.995 Cél/mL em janeiro para 1.198 Cél/mL em junho. Esse comportamento se deu exatamente devido a melhora da qualidade da água do açude, que estava em estado mesotrófico e passou ao estado oligotrófico no meio do ano de 2019.

6.2.3 Atividades econômicas das comunidades: pesca, caça, pecuária, agricultura e mineração.

Os dados tratados nesse item são oriundos da visita *in loco* nas margens do açude e na Secretaria de Agricultura do município. As atividades econômicas das comunidades localizadas nas margens do Açude Banabuiú se baseiam em agricultura, pesca, pecuária, caça e mineração.

Segundo dados oriundos da visita a Secretaria de Agricultura do município, todas as comunidades são agropecuárias, porém existem algumas que se caracterizam por vilas de pescadores: Vila dos Marianos, Vila Boqueirão, Vila Pedras Brancas e Vila Governo I. Dessas citadas, as que estão dentro da área de estudo seriam a Vila Boqueirão e a Vila Governo I.

A pesca era uma atividade forte na época em que o açude se encontrava cheio, atualmente com o açude com pouco volume de água, a atividade diminuiu, porém ainda é presente mas de forma esporádica e pontual. Existe a presença de colônia de pescadores, e a pesca é voltada para comercialização quando em maior quantidade, e voltada para consumo próprio, quando em menor quantidade. Na época de cheia, os principais peixes pescados eram: curimatã, pial, traíra, bagre, piaba, bodó, tucunaré, pescada, tilápia, mussum, camarão e pitu, mandim e tambaqui. (ver Quadro 9)

Quadro 9 – Nome popular e científico dos peixes pescados no açude Banabuiú.

Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico
Curimatã	<i>Prochilodus lineatus</i>	Pescada	<i>Cynoscion acoupa</i>
Piau	<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>
Traíra	<i>Hoplias malabaricus</i>	Mussum	<i>Synbranchus marmoratus</i>
Bagre	<i>Silurus glanis</i>	Camarão	<i>Farfantepenaeus subtilis</i>
Piaba	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Camarão Pítú	<i>Macrobrachium carcinus</i>
Bodó	<i>Hipostomus plecostomus</i>	Mandim	<i>Pimelodus maculatus</i>
Tucunaré	<i>Cichla ocellaris</i>	Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>
Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>		

Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações dos moradores.

Ocorre a presença de piscicultura, porém atualmente encontra-se seca devido a escassez hídrica do açude em questão. O Governo do Estado do Ceará oferece, anualmente, tilápias que são distribuídas no açude principal e nos pequenos açudes secundários existentes na região.

Tratando-se da atividade de caça, antigamente era bastante exercida, mas no momento atual seria uma prática bastante rara e ainda é realizada por ser cultural da região.

Na época em que a caça era uma atividade bastante realizada, dentre os animais caçados, estão: marreco, putrião, pato da asa branca, rolinha, jacu, perdiz, nambu, veado, peba, tatu, preá; seriema, siricoia, socó, tejo e raposa. (Quadro 10)

Quadro 10 – Nome popular e científico dos animais caçados no município de Banabuiú.

Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico
<u>AVES</u>			
Marreco	<i>Anas querquedula</i>	Seriema	<i>Carisma cristata</i>
Putrião	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Ema	<i>Rhea americana</i>
Pato da asa branca	<i>Cairina moschata</i>	Siricoia (Saracuradomato)	<i>Aramides saracura</i>
Rolinha	<i>Columbina passerina</i>	Socó	<i>Tigrisoma lineatum</i>
Jacu	<i>Penelope obscura</i>	Perdiz	<i>Rhynchotus rufescens</i>
Nambú (Inhambúchororó)	<i>Crypturellus parvirostris</i>		
<u>MAMÍFEROS</u>			
Veado	<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Raposa	<i>Vulpes vulpes</i>
Peba	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Preá	<i>Cavia aperea</i>
Tatu	<i>Família Dasypodidae</i>		
<u>RÉPTEIS</u>			
Tejo	<i>Tupinambis teguixim</i>	Cobra Cascavel	<i>Crotalus durissus</i>
Cobra Coral	<i>Micrurus lemniscatus</i>	Cobra Cararaca	<i>Bothrops jararaca</i>
Cobra Cipó	<i>Chironius bicarinatus</i>	Salamandra	<i>Salamandra salamandra</i>
Cobra Preta	<i>Clelia clelia</i>	Cobra de Viado	<i>Corallus hortulanus</i>

Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações dos moradores.

Percebe-se a partir dos registros, que a atividade econômica mais recorrentes é a pecuária, tanto criação bovina quanto caprina, havendo também a criação de suínos encontrada em menor quantidade (ver Figura 29). A pecuária mais realizada na região trata-se da pecuária leiteira, que no caso da área de estudo trabalhada, a criação de bovinos e caprinos para a produção de leite.

Figura 29 - Criação bovina, caprina e suína encontrada na região.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019)

O município comercializa leite com várias empresas de laticínios, dentre elas as principais são: Betânia, Maranguape e Bom Jesus. São mais de 30 tanques espalhados no município, no presente momento conta com 34 tanques somente da empresa Betânia. Banabuiú apresenta um alto potencial de caprinocultura, estando na lista de maiores produtores de leite caprino do Ceará nos anos de 2017 e 2018.

Em menor quantidade, o destino dos produtos, como leite, queijo e nata, vão rumo a feira de Quixadá.

A agricultura local de maior representatividade concerne na agricultura de sequeiro, bastante comum no sertão nordestino, que concerne em uma técnica agrícola realizada onde a quantidade pluviométrica é escassa, tratando-se de um cultivo sem irrigação. São técnicas de cultivo específicas para o uso eficiente da pouca umidade acumulada no solo e com uma seleção do tipo de cultivo que sejam tolerantes à seca, no município de Banabuiú, o cultivo de feijão e milho são mais expressivos. Para os estágios iniciais, a planta precisa de água disponível, devido a isso, essa atividade é feita no período chuvoso ou logo após o mesmo.

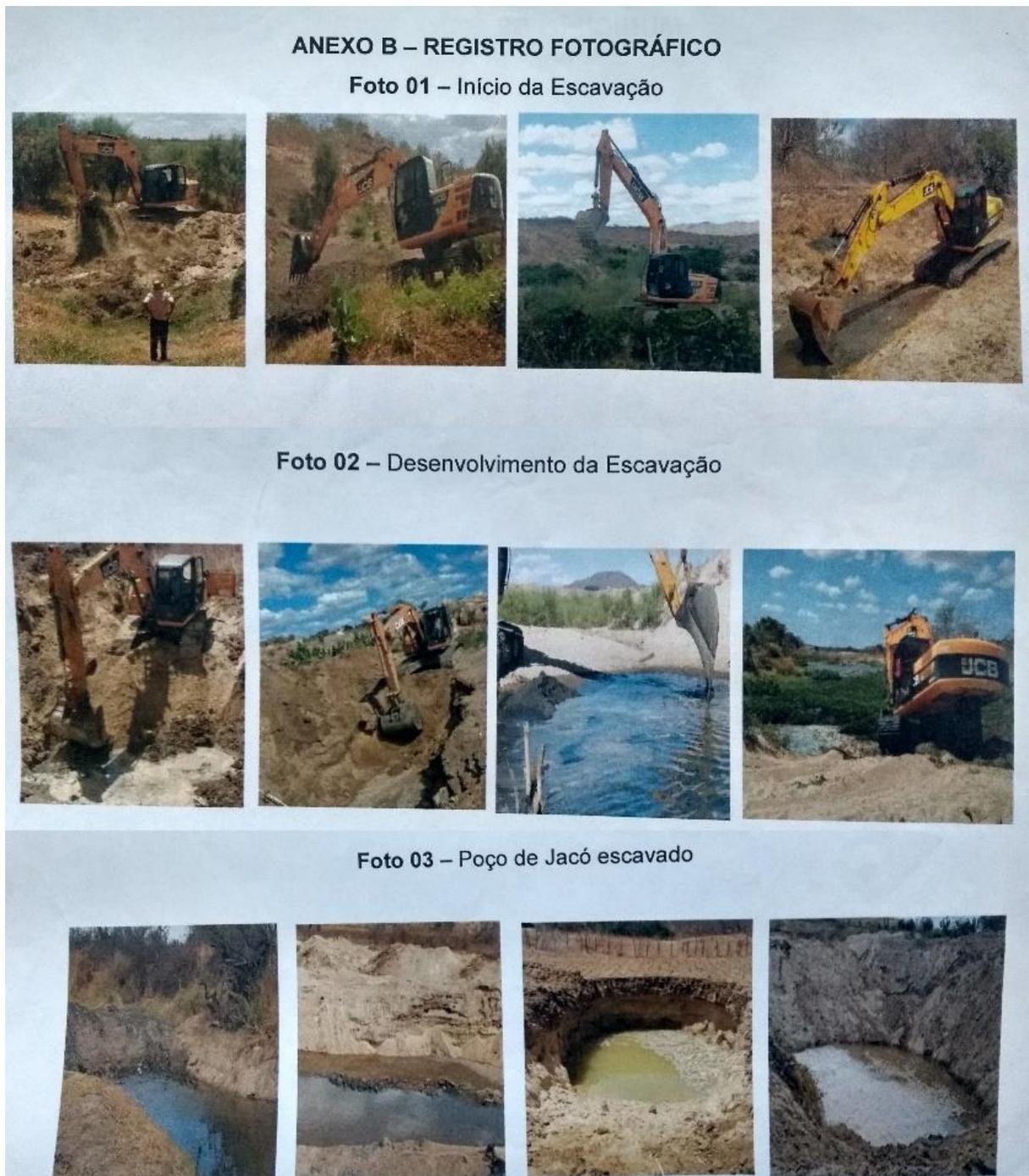
Ainda referente a agricultura local, também ocorre a presença de cultivos de batata e jerimum, mas em pouquíssimas quantidades. Já em maior quantidade, percebe-se muito a plantação de pasto e capim.

A Secretaria de Agricultura tem um projeto de difusão da fruticultura irrigada, e atualmente contam com seis núcleos implantados de cultivo de banana, que está em vigor a 1 ano, porém, somente um desses núcleos encontra-se na área de estudo, na comunidade de Boa Água, que conta com 1 hectare de plantação de bananeira.

Em menor quantidade, existe também a agricultura irrigada. No caso de agricultura irrigada, a COGERH disponibiliza maquinário para que os agricultores cavem poços rasos. A população com toda sua vivência e com todo o seu conhecimento popular de convivência com o semiárido, diagnostica o local propício para a escavação do poço (ver Figura 30).

Ocorre no município de Banabuiú a presença da Empresa Libras (Libras - Ligas do Brasil S/A), uma indústria de produção de ferro silício, e devido a isso, outra atividade econômica da região seria a extração mineral. Moradores locais fazem a extração desses minérios de ferro e vendem para a empresa. A região tem uma grande disponibilidade de minérios, frente a isso, mineradoras de fora fazem contrato com proprietários das comunidades para a extração de mármore, granito, turmalina, malacaxeta, dentre outros minerais (ver Figura 31).

Figura 30 – Maquinário disponibilizado pela COGERH para escavar poços no município de Banabuiú.



Fonte: Secretaria de Agricultura do Município de Banabuiú (2019).

Figura 31- Minérios encontrados na Bacia de Captação do açude Banabuiú – município de Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019).

Diante dos registros fotográficos, foi possível observar nas áreas das duas margens, a extração de madeira, extração vegetal e mineral e em alguns espaços verifica-se o cultivo de Carnaúba (ver figura 32). Ocorre também, uma grande quantidade de pequenos açudes e barragens feitos pela população local, visando a criação de capim para o gado em suas áreas fluviais, assim como a utilização hídrica.

Figura 32 – Cultivo de Carnaúba na região da Bacia de Captação do açude Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019)

Diante dos dados e das informações tratadas no presente capítulo, foi possível realizar um quadro síntese contendo os limites e as potencialidades das unidades geoecológicas encontradas na Bacia da Captação do açude Banabuiú, assim como as formas de uso, tendo em vista a análise e o diagnóstico realizado após as visitas *in loco*, retratando a realidade do local. (ver Quadro 11)

Quadro 11 – Limitações, potencialidades e formas de uso das unidades Geocológicas da Bacia de Captação do açude Banabuiú – Município de Banabuiú.

Unidades Geocológicas	Limitações	Potencialidades	Formas de Uso
Depressão Sertaneja	Solos Rasos; Solos Pedregosos; Chuvas Irregulares; Escassez Hídrica; Suscetibilidade à Erosão; Secas; Limitação Agrícola.	Baixa / média Fragilidade Ambiental; Potencial Mineral; Superfície Aplainada; Atividades Pecuária Controlada; Extrativismo vegetal controlado; Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas.	Pecuária extensiva Extrativismo vegetal Extrativismo mineral Atividade de agricultura
Agrupamento Inselbergs	Solos Pedregosos; Afloramentos Rochosos; Erosão Diferencial; Limitação Agrícola; Declividade.	Potencial mineral; Extração mineral controlada.	Extrativismo mineral
Planície Fluvial	Risco de Inundação Periódica; Baixa Drenagem; Salinização; Ambiente Instável; Alta Fragilidade ambiental; Suscetibilidade à Erosão; Baixa Permeabilidade.	Atividade agroextrativista controlada; Pesca Artesanal; Permeabilidade média a alta; Alimentação direta através de rios e chuvas; Recursos Hídricos; Potencial para Poços; Boa Fertilidade; Solos medianamente profundos; Relevo Plano.	Atividade de agricultura Pecuária Extensiva (moderado) Cultivo de Capim Construção de pequenos açudes
Serras	Solo Pedregoso; Limitação Agrícola; Suscetibilidade à Erosão; Relevo Acidentado; Falhamento Geológico em Banabuiú; Vertente Íngreme.	Extrativismo Mineral; Extrativismo Vegetal Controlado.	Extrativismo Mineral Moderadas práticas agrícolas
Vale de Inundação	Ambiente Instável; Suscetível a Inundação; Variações de nível da água do açude; Instabilidade Hídrica.	Pesca Artesanal; Turismo / Lazer; Recursos Hídricos	Atividade de agricultura Cultivo de capim Construção de pequenos açudes

Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019).

6.2.4 Impactos Ambientais

Diante das abordagens das características ambientais e sociais da área de estudo, assim como as análises e descrições das unidades geocológicas, relatando suas limitações, potencialidades e formas de uso, foi possível diagnosticar alguns impactos ambientais.

Entende-se como impacto ambiental, qualquer procedimento no meio ambiente que cause perda da sua biodiversidade, minimizando a capacidade dos ecossistemas e alterando seu equilíbrio ambiental, reduzindo assim seu potencial de recursos naturais renováveis. Na Bacia de Captação do açude Banabuiú, foram identificados alguns indicadores de impactos ambientais, tais como: desmatamento; erosão dos solos; ocupação irregular dos corpos hídricos; pressão por superpastoreio; e a utilização de agrotóxicos no solo.

Diante do contexto da atividade pecuária, se exercidas de forma irregular, essas atividades contribuem para o impacto ambiental, uma vez que ocorre o superpastoreio, onde as características originais do solo são alteradas devido a intensidade da pressão exercida pelos animais, ocorrendo a compactação dos solos, afetando conseqüentemente a vegetação local.

A vegetação também é afetada por esse processo, não somente porque o solo influencia na vegetação, mas também devido ao fato que ocorrem a substituição da caatinga por áreas de pastagens, ocorrendo assim o desmatamento. Esse processo é notório no local devido as grandes áreas com vegetação rasteira, e algumas áreas com somente capim, para a alimentação desses animais. Ver figuras 33 e 34 as grandes áreas de pastagens para bovinos e caprinos.

Figura 33 – Pastagens de caprinos na Bacia de Captação do açude Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019).

Figura 34 – Pastagens de bovinos na Bacia de Captação do açude Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019).

Entende-se então, que essa atividade, se feita de forma desarmônica, atrelada às condições do clima semiárido, proporciona uma aceleração do processo de degradação ambiental.

O desmatamento também pode ser identificado na atividade de agricultura, onde a vegetação é removida para que seja iniciado a plantação do cultivo.

A vegetação é a principal protetora do solo, visto que impede que a água da chuva atinja diretamente o solo e conseqüentemente contribui para uma diminuição do processo de erosão do solo. Diante disso, a retirada dessa vegetação reflete em um aumento do escoamento superficial, acelerando os processos erosivos e diminuindo a fertilidade do solo, tendo em vista que minimiza a quantidade de matéria orgânica.

Em relação a mata ciliar, de acordo com a EMBRAPA, a lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 aborda que a vegetação ciliar localizada nas margens dos rios e açudes são consideradas, pelo Código Florestal Federal, áreas de preservação permanentes (APP), devido as suas diversas funcionalidades ambientais, sendo obrigatório respeitar a extensão estabelecida de acordo com a largura do rio.

Por se tratar de planícies fluviais, essas áreas acumulam sedimentos aluviais, apresentando melhor condições naturais do solo e da vegetação, além da disponibilidade hídrica, contribuindo assim para uma melhor fertilidade do solo. Devido a esses fatores,

ocorre uma tendência de a população a se utilizar desse meio, porém suas limitações estão relacionadas à probabilidade de inundações devido a dinâmica do corpo hídrico, podendo provocar prejuízos.

A ação antrópica sob a planície fluvial, se descontrolada, acarreta a degradação da mesma, uma vez que ocorre o desmatamento da vegetação de várzea. De acordo com a EMBRAPA, é possível destacar alguns impactos causados devido a supressão da mata ciliar, elas são: escassez da água; erosão e assoreamento; e qualidade da água.

Escassez da água - a ausência da mata ciliar faz com que a água da chuva escoe sobre a superfície, não permitindo sua infiltração e armazenamento no lençol freático. Com isso, reduzem-se as nascentes, os córregos, os rios e os riachos. Erosão e assoreamento - A mata ciliar é uma proteção natural contra o assoreamento. Sem ela, a erosão das margens leva terra para dentro do rio, tornando-o barrento e dificultando a entrada da luz solar. Qualidade da água - A mata ciliar reduz o assoreamento dos rios, deixa a água mais limpa, facilitando a vida aquática. (EMBRAPA, 2019).

A retirada da vegetação de qualquer região acarreta o processo de erosão solos, processo esse natural, porém intensificado devido as ações antrópicas irregulares, principalmente no semiárido, onde suas características naturais se apresentam frágeis, sendo então vulneráveis.

Outro indicador de impacto ambiental observado é a ocupação irregular dos corpos hídricos. Devido a diminuição do volume de água no açude Banabuiú, foi encontrado uma grande quantidade de pequenos açudes secundários feitos pela população, como forma de reter a água para suprir suas necessidades (ver Figura 35). Esse processo resulta por impactar o meio, pois impede que o corpo hídrico siga seu curso natural, e a pouca quantidade de água que esses pequenos açudes conseguem reter fica destinado somente a o consumo do gado e plantação de capim para alimentação do mesmo.

Figura 35 – Açudes de pequeno porte construídos na Bacia de Captação do açude Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes

Um fator preocupante é que devido ao pouco aporte de água que o açude Banabuiú se encontra, houve um recuo da água desse reservatório, e a população realocou suas atividades para mais próximo do corpo hídrico, uma vez que se utilizam da água para realizar suas atividades econômicas e de subsistência. Devido a isso, próximo ao leito do açude Banabuiú, foi constatada a presença de criação de caprinos soltos em suas margens, assim como o cultivo de capim (ver figura 36).

Figura 36 – Criação de caprinos próximo ao leito do açude Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes

Diante desse contexto percebe-se a mudança de utilização do território, um espaço que anteriormente, quando o açude encontrava-se em sua cota máxima, estava sob água, atualmente a população faz uso de outra forma. Atentando para a intensa relação e dinâmica das atividades da população com o corpo hídrico aqui retratado (Figura 37).

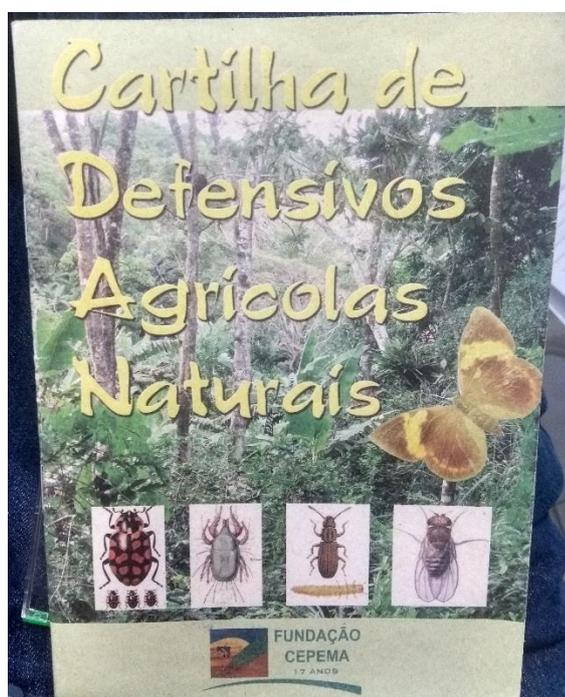
Figura 37- Proximidade das comunidades com o açude Banabuiú.



Fonte: Déborah Maria Passos Lopes (2019).

Em relação à utilização de agrotóxicos no solo, conforme informações provenientes da Secretaria de Agricultura do município, a população faz uso desses produtos, porém existe um projeto de implantação de defensivos naturais. No entanto existe uma grande resistência dos agricultores devido ao tempo de reação dos defensivos naturais no solo ser mais demorado. Ver a seguir Figura 38 da Cartilha de Defensivos Agrícolas Naturais disponibilizadas pelo governo.

Figura 38 – Capa da Cartilha de Defensivos Agrícolas Naturais disponibilizados pelo Governo.



Fonte: Secretaria de Agricultura do Município de Banabuiú (2019).

Os agrotóxicos são usados na agricultura como forma de garantir a produtividade agrícola, uma vez que acelera o processo produtivo e controla possíveis pragas, porém, esses produtos químicos acarretam muitos aspectos negativos tanto para o meio ambiente, quanto para os consumidores dos alimentos produzidos.

Em relação a danos com a saúde humana, a ANVISA (2018) classifica os agrotóxicos de acordo com sua toxicidade: Classe I – Extremamente tóxico; Classe II – Altamente tóxico; Classe III – Medianamente tóxico; Classe IV – Pouco Tóxico.

Em relação a danos ambientais, os agrotóxicos podem ocasionar intoxicação dos animais, contaminação dos solos e dos recursos hídricos, uma vez que inserido no solo, o agrotóxico pode chegar ao lençol freático e encontrar-se com o corpo hídrico próximo.

Em relação a problemas sociais ligados diretamente com as comunidades locais, conforme informações da Secretaria de Agricultura do município, a maioria das comunidades tem associação de moradores, uma vez que somente associações legalizadas podem receber incentivos. Porém, algumas não tem a devida organização, sendo necessário um maior planejamento e participação por parte dos moradores. As comunidades recebem ajuda de bancos e do governo, porém as compras governamentais são inconstantes. Ocorrem projetos de agroecologia nas comunidades, mas de forma esporádica e pontual.

Segundo a Secretaria de Agricultura, alguns dos problemas sociais estão na questão da baixa renda das comunidades e uma moradia deficiente em alguns casos, uma vez que existe uma quantidade considerável de casa de taipa. As comunidades não contam com saneamento básico, o descarte de resíduos é feito no meio ambiente. Diante de informações *inloca*, os insumos da agricultura são caros e os produtos gerados a partir dessa atividade são desvalorizados, sendo necessário formas de sanar ou minimizar essas questões.

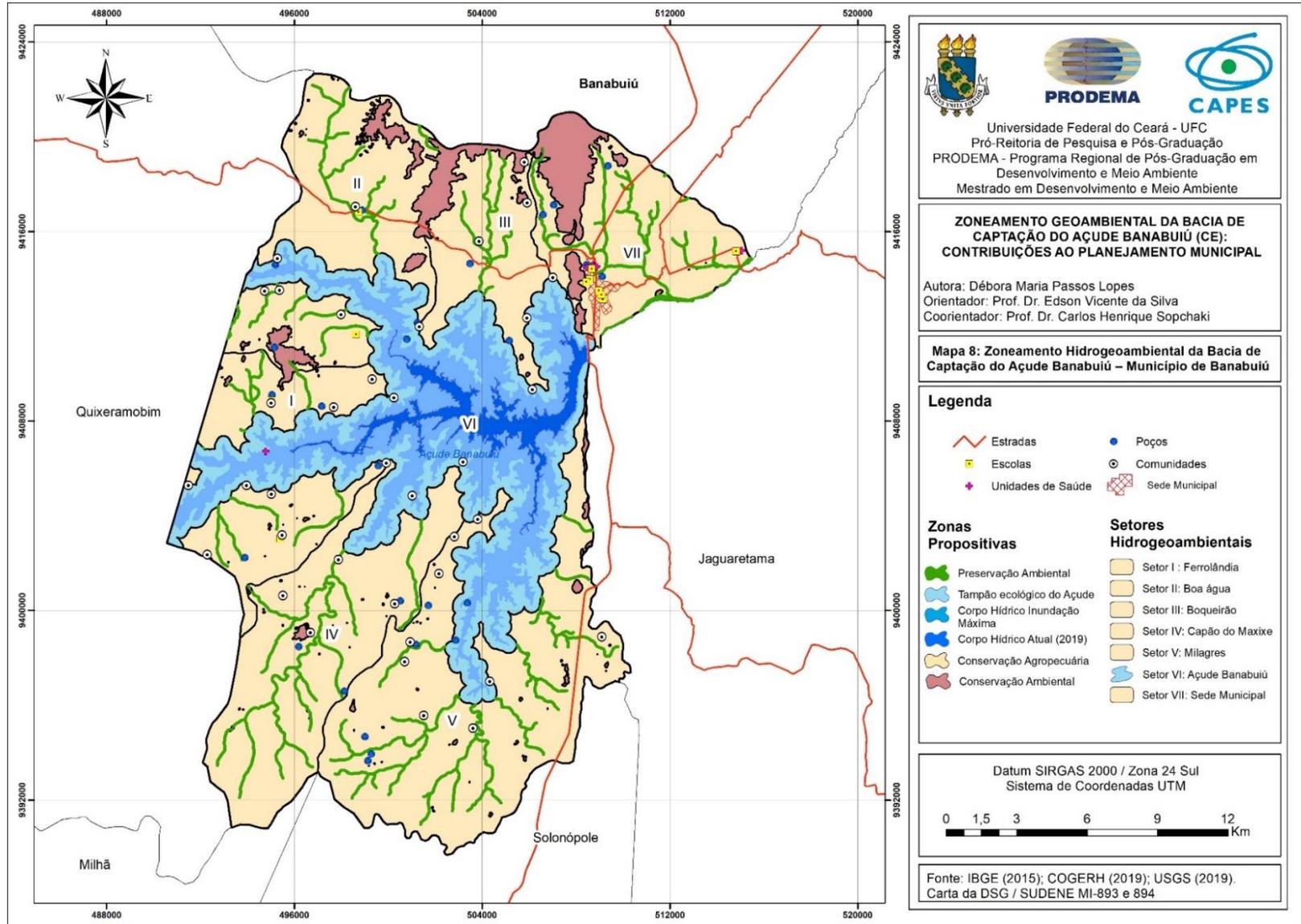
7. PROPOSTA DE ZONEAMENTO HIDROGEOAMBIENTAL DA BACIA DE CAPTAÇÃO DO AÇUDE BANABUIÚ NO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ.

No Zoneamento Geoambiental são propostas zonas com a finalidade de um controle territorial e preservação do meio, orientando os procedimentos de uso da paisagem (RODRIGUEZ; SILVA, 2013). Levando em consideração as potencialidades e fragilidades da Bacia de Captação do açude Banabuiú, servindo dessa forma, como subsídio ao planejamento municipal.

As zonas propostas foram realizadas a partir da análise das unidades geoecológicas, diagnosticando suas condições geoambientais, assim como suas potencialidades, limitações, formas de uso e degradação ambiental encontrada. As zonas definidas foram: Zona – Preservação Ambiental; Zona – Tampão Ecológico do Açude Banabuiú; Zona – Corpo Hídrico Inundação Máxima; Zona – Corpo Hídrico Atual (2019); Zona – Conservação Agropecuária; e Zona – Conservação Ambiental.

O Zoneamento Hidrogeoambiental da área de estudo da presente pesquisa, além da delimitação de zonas propositivas, a Bacia de Captação do açude Banabuiú foi também seccionada em setores de I a VII, tendo como base seus afluentes (foram atribuídos os nomes das comunidades mais expressivas referente a cada setor). Dessa forma, se trata de um zoneamento geoambiental atrelado ao hidroambiental, como forma de incluir as questões pertinentes ao açude em questão, objeto de extrema relevância para a presente dissertação.

Essa proposta surgiu visando uma melhor abordagem e compreensão da dinâmica de seus principais afluentes com o meio, percorrendo quais as zonas estão inseridas em cada um desses setores, como forma de facilitar o planejamento ambiental de âmbito municipal nessa área. (ver Mapa 8).



7.1 Zonas Propositivas

O presente tópico do Capítulo 7, aborda acerca das zonas propostas para a Bacia de Captação do açude Banabuiú, explanando do que se trata cada uma dessas zonas, quais ambientes correspondem e como foram diagnosticadas e delimitadas.

7.1.1 Zona - Preservação Ambiental

Essa zona abrange as margens dos afluentes que deságuam no açude Banabuiú, trata-se da preservação das faixas marginais dos cursos d'água da Bacia de Captação referida na presente pesquisa.

Essa zona inclui as Áreas de Preservação Permanente (APP), que de acordo com o Novo Código Florestal (Lei nº 4.771/65), a lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, expõe acerca da proteção da vegetação nativa; áreas da reserva legal e áreas de preservação permanente (BRASIL, 2012, p.1).

Art. 1º-A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

De acordo com a mesma lei, entende-se como Áreas de Preservação Permanente (APP):

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

(...)

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012, p. 2)

No caso de Banabuiú, essa zona faz referência as Áreas de Preservação Permanente (APP) das margens ao longo dos rios e cursos d'água, estabelecido pela lei (BRASIL, 2012, p.6):

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Na Bacia da Captação do açude Banabuiú, essa zona engloba a planície fluvial, como já falado anteriormente, se caracterizam por ser ambientes instáveis e de fragilidade ambiental considerável. Nesse caso, sendo perceptível o diagnóstico de certo índice de degradação ambiental, ocorrendo desmatamento e ocupação irregular.

A ocupação desordenada desses ambientes acarreta degradação ambiental acelerada, e sua apropriação deve levar em conta seus limites e potencialidades. Diante desse contexto, essa zona foi delimitada com o intuito de preservação ambiental desse meio, visando seu equilíbrio.

7.1.2 Zona – Corpo Hídrico Inundação Máxima

Essa zona é caracterizada pelo corpo hídrico do açude Banabuiú em sua inundação máxima, ou seja, a delimitação do aporte máximo que o mesmo comporta, levando em consideração os dados já expostos anteriormente, referentes a sua capacidade hídrica de abastecimento e seu maior volume hídrico diagnosticado.

A presente zona é de extrema relevância para a dissertação, uma vez que expõe a grandeza do açude Banabuiú em relação à sua capacidade de abastecimento de água, sendo de notoriedade sua importância para o desenvolvimento do local. Podendo também fazer uma relação com a atual situação do mesmo.

Essa zona foi delimitada como forma de percepção da grandeza que o açude Banabuiú é capaz de abranger, visando uma maior clareza da realidade do local e sua dinâmica hídrica, afim de subsidiar o planejamento da área.

7.1.3 Zona – Corpo Hídrico Atual (2019)

Essa zona se caracteriza pelo corpo hídrico atual do açude Banabuiú, trata-se da delimitação do reservatório referente ao volume atual que o mesmo se encontra no presente ano da pesquisa, 2019.

Também é de muita importância, pois diante da análise dessa zona, juntamente com a zona do corpo hídrico de inundação máxima, percebe-se o quão diminuto se encontra o volume hídrico do açude Banabuiú atualmente.

A zona do corpo hídrico em sua inundação máxima expõe a grandeza do açude Banabuiú em relação à sua capacidade de abastecimento de água, podendo ser comparado com a atual situação hídrica do mesmo (Zona - Corpo Hídrico Atual (2019)) , e diante dessa

análise, perceber como está se dando a ocupação do local, uma vez que a população se adapta a atual realidade do quadro hídrico, modificando o uso da paisagem.

Estando, essas zonas, intrinsecamente inter-relacionadas, sendo elas de fundamental estudo e análise, sendo pertinentes para subsidiar o planejamento ambiental de âmbito municipal, uma vez que trata da realidade atual da Bacia de Captação do açude Banabuiú.

Uma área que anteriormente estava submersa em água, agora é utilizada de maneira diferente, como já tratado dos tópicos anteriores. Trata-se de áreas instáveis, e essa mudança de uso acarreta alguns impactos no meio ambiente, principalmente a ocupação irregular dos corpos hídricos, assim como desmatamento, pressão por superpastoreio e erosão dos solos.

7.1.4 Zona - Tampão Ecológico do Açude Banabuiú

A Zona do Tampão Ecológico aqui retratada, corresponde a área do entorno do açude Banabuiú, tendo como referência seu aporte hídrico máximo. Tendo em vista a importância do açude em questão, essa zona tampão tem a finalidade de impedir e filtrar os impactos negativos que acontecem em seu entorno.

Essa zona localiza-se no entorno do açude Banabuiú e foi criada visando a preservação do meio ambiente da área do reservatório. Essa zona compreende todo o envoltório do açude e tem a utilidade de minimizar os impactos danosos ao ambiente, e fazer com que esses danos não alcancem o açude Banabuiú.

Por se tratar também de uma área de proteção da vegetação do entorno do açude, o Novo Código Florestal (Lei nº 4.771/65), na lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, retrata que:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

(...)

XXI - várzea de inundação ou planície de inundação: áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas;

XXII - faixa de passagem de inundação: área de várzea ou planície de inundação adjacente a cursos d'água que permite o escoamento da enchente; (...). (BRASIL, 2012, p. 5)

Trata-se de uma zona periférica ao açude que tem a ação proteger o reservatório hídrico em questão. É uma área vulnerável, pois tem a finalidade de barrar os impactos, ficando então, exposta a possíveis processos de degradação. Dessa forma, para o uso dessa zona é essencial que seja respeitado seus limites e potencialidades, visando o equilíbrio do meio.

7.1.5 Zona – Conservação Agropecuária

Essa zona corresponde ao ambiente da depressão sertaneja de Banabuiú, que em sua totalidade é utilizado com atividades antrópicas de agricultura e pecuária. Trata-se de áreas com certo grau de degradação e evidências de solo exposto devido das suas formas de uso e ocupação.

A depressão sertaneja, devido aos seus solos rasos e pedregosos, são áreas de baixa a média fragilidade ambiental, e suas chuvas irregulares e secas frequentes acarretam uma certa limitação agrícola. Percebe-se que na Bacia de Captação do Açude Banabuiú, as duas atividades econômicas mais relevantes atualmente são a agricultura e a pecuária, sendo a pecuária a mais significativa no local.

O uso irregular nessas áreas pode acarretar problemas ambientais, tais como desmatamento, pressão por superpastoreio e erosão dos rolos, que são reflexos de técnicas mais rudimentares de manejo dos recursos naturais dessas áreas.

Essa zona visa conservar os recursos naturais, assim como a capacidade produtiva do solo, visando a restauração do equilíbrio, uma vez que a população se utiliza do meio para sobrevivência, sendo então necessário sua conservação para futuras gerações, com um uso sustentável e racional.

7.1.6 Zona – Conservação Ambiental

Entende-se por conservação ambiental uma ideia de uso sustentável, ou seja, utilizar-se dos recursos naturais do meio de forma racional, que garanta a renovação desses recursos e o equilíbrio do meio ambiente.

Essa zona se caracteriza por áreas de maior declive do relevo, como as serras e os agrupamentos inselbergs encontrados na Bacia de Captação do Açude Banabuiú. São áreas de relevo acidentado e que apresentam uma maior suscetibilidade a erosão devido a sua inclinação. Na área onde foi construída a barragem do açude Banabuiú, percebe-se um relevo bastante acidentado, sendo um local de falhamento geológico.

Por apresentar uma vertente mais íngreme, suas formas de uso devem ser restritas e respeitar as limitações e potencialidades da área, sendo de extrema importância a sua conservação, como forma de garantir a renovação de seus recursos naturais.

7.2 Setores Hidrogeoambientais

O Setor I – Ferrolândia, abrange uma área de 3896,24 hectares, onde apresentam a estrutura de poços, comunidades, escolas e o setor também conta com uma unidade de saúde. Os ambientes correspondentes inseridos nesse setor são: açude Banabuiú e seus afluentes, caracterizado pela planície fluvial; depressão sertaneja e agrupamentos inselbergs / serras. Das zonas propostas inseridas no setor I, estão: Preservação Ambiental; Tampão Ecológico do açude; Corpo Hídrico de inundação máxima, assim como o Corpo Hídrico atual (2019); Conservação Agropecuária; e Conservação Ambiental.

O Setor II – Boa Água, conta com a estrutura de poços, escolas e comunidades; e seus ambientes correspondem ao açude Banabuiú, área de estudo do presente trabalho; os afluentes e suas respectivas planícies fluviais; depressão sertaneja e agrupamentos inselbergs / serras. O setor II abrange uma área de 5440,35 hectares, e apresenta as seguintes zonas propositivas: Preservação Ambiental; Tampão Ecológico do açude; Corpo Hídrico de inundação máxima; Corpo Hídrico atual (2019); Conservação agropecuária; e Conservação Ambiental.

O Setor III – Boqueirão e o Setor IV – Curral do Meio, ocupam uma área de 2851,44 hectares e 6488,55 hectares, respectivamente. Esses setores apresentam as estruturas de comunidades e poços; e suas zonas propostas são Preservação Ambiental; Tampão Ecológico do açude; Corpo Hídrico de inundação máxima; Corpo Hídrico atual (2019); Conservação agropecuária; e Conservação Ambiental. Dos ambientes correspondentes estão: açude Banabuiú, planície fluvial e seus afluentes; depressão sertaneja e agrupamento inselbergs / serras.

O Setor V – Milagres, conta com a estrutura de poços, chafariz e comunidades, em sua área de 9304,11 hectares. Possui inseridas nesse setor, as zonas de Preservação Ambiental; Tampão Ecológico do açude; Corpo Hídrico de inundação máxima; Corpo Hídrico atual (2019); Conservação agropecuária; e Conservação Ambiental.

O Setor VI – Açude Banabuiú, trata-se do reservatório hídrico objeto de estudo da presente pesquisa. Inserido na sua delimitação, ocorre a presença de uma unidade de saúde, pertencente também ao Setor I, e a presença de poços e comunidades, uma vez que houve o recuo da água do reservatório, ocorrendo uma mudança de utilização do território que anteriormente estava submerso em água. O Setor VI, apresenta as zonas de Tampão Ecológico do Açude; Corpo Hídrico Inundação Máxima e Corpo Hídrico Atual (2019).

O Setor VII – Sede Municipal, corresponde a área urbana do Município de Banabuiú. Esse setor não está inserido na Bacia de Captação do açude Banabuiú, objeto do

trabalho, porém sua menção é relevante devido a relação direta que o mesmo tem com o reservatório em questão. Por se tratar da sede municipal, esse setor conta com a maior quantidade de escolas e unidades de saúde, ocorrendo também a presença de comunidades e poços. Das zonas inseridas nesse setor estão: Preservação Ambiental; Conservação Ambiental e Conservação Agropecuária. Referente aos setores ver quadro 12 e mapa 8 relacionado ao Zoneamento Hidrogeoambiental da Bacia de Captação do açude Banabuiú no município de Banabuiú. A porcentagem calculada é referente a Bacia de Captação do açude Banabuiú, sendo assim, todos os setores estão inclusos no cálculo, exceto o Setor VII – Sede Municipal, uma vez que não está dentro da delimitação trabalhada, porém foi citada pois tem relação direta com o açude em questão.

Quadro 12 - Zoneamento Hidrogeoambiental Propositivo da Bacia de Captação do açude Banabuiú.

Setores Hidrogeoambientais	Área (hectares)	%	Ambientes Correspondentes	Comunidades	Estruturas	Zonas
Setor I – Ferrolândia	3896,24	9,55%	- Açude Banabuiú - Afluentes - Planície Fluvial - Depressão Sertaneja - Agrupamentos Inselbergs / Serras	- Ferrolândia - Malhada Grande - Monte Alegre - Fzd. Mozarlândia - Rinaré II - Boa União - Rinaré - Caiçarinha - Coroa Grande	- Poços - Escolas - Comunidades - Unidade de Saúde	- Preservação Ambiental - Tampão Ecológico do Açude - Corpo Hídrico Inundação Máxima - Corpo Hídrico Atual (2019) - Conservação Agropecuária - Conservação Ambiental
Setor II – Boa Água	5440,35	13,33%	- Açude Banabuiú - Afluentes - Planície Fluvial - Depressão Sertaneja - Agrupamentos Inselbergs / Serras	- Malacacheta - Fzd. Jequi II - Fzd. Malhadinha - Jequi - Assentamento Boa Água	- Poços - Escolas - Comunidades	- Preservação Ambiental - Tampão Ecológico do Açude - Corpo Hídrico Inundação Máxima - Corpo Hídrico Atual (2019) - Conservação Agropecuária - Conservação Ambiental
Setor III – Boqueirão	2851,44	6,98%	- Açude Banabuiú - Afluentes - Planície Fluvial - Depressão Sertaneja - Agrupamentos Inselbergs / Serras	- Boqueirão - Grossos - Fzd. Logrador - Governo I - Valência II - Tapuio	- Poços - Comunidades	- Preservação Ambiental - Tampão Ecológico do Açude - Corpo Hídrico Inundação Máxima - Corpo Hídrico Atual (2019) - Conservação Agropecuária - Conservação Ambiental

Setor IV – Capão do Maxixe	6488,55	15,90%	- Açude Banabuiú - Afluentes - Planície Fluvial - Depressão Sertaneja - Agrupamentos Inselbergs / Serras	- Capão do Maxixe - São Bento - Fzd. São José - Croatá - Fzd. Santa Fé - Lagoinha	- Poços - Comunidades	- Preservação Ambiental - Tampão Ecológico do Açude - Corpo Hídrico Inundação Máxima - Corpo Hídrico Atual (2019) - Conservação Agropecuária - Conservação Ambiental
Setor V – Milagres	9304,11	22,80%	- Açude Banabuiú - Afluentes - Planície Fluvial - Depressão Sertaneja - Agrupamentos Inselbergs / Serras	- Milagres - Curral do Meio - Coroa Grande - Caieiras - Fzd. Pimenta - Barro Branco - Urucurá -Fzd. Poço dos Cavalos -Alívio	- Poços - Chafariz - Comunidades	- Preservação Ambiental - Tampão Ecológico do Açude - Corpo Hídrico Inundação Máxima - Corpo Hídrico Atual (2019) - Conservação Agropecuária - Conservação Ambiental
Setor VI – Açude Banabuiú	12814,67	31,41%	- Açude Banabuiú - Reservatório Hídrico	-----	- Comunidades - Poços - Unidade de Saúde	- Tampão Ecológico do Açude - Corpo Hídrico Inundação Máxima - Corpo Hídrico Atual (2019)
Setor VII – Sede Municipal	3917,27	-----	- Área Urbana do Município de Banabuiú - Afluentes - Planície Fluvial - Depressão Sertaneja - Agrupamentos Inselbergs / Serras	-----	- Sede Municipal (área urbana) - Poços - Comunidades - Escolas - Unidades de Saúde	- Preservação Ambiental - Conservação Ambiental - Conservação Agropecuária

7.3 Propostas e Diretrizes

Diante dos dados analisados nos capítulos anteriores, referentes as condições geoambientais, limites, potencialidades, unidades geológicas e diagnósticos de degradação ambiental, foi possível propor um zoneamento hidrogeoambiental para a Bacia de Captação do açude Banabuiú, com o intuito de conservação e preservação do meio ambiente. Sendo então sugeridos algumas propostas e diretrizes para um uso mais sustentável e racional das unidades geoambientais do local.

As propostas e diretrizes são focadas na ideia da sustentabilidade do local, respeitando os limites e potencialidades do meio, afim de associar a utilização dos recursos naturais pelas comunidades e a não degradação do meio ambiente.

VII - manejo sustentável: administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços. (BRASIL, 2012, p.3)

De acordo com a Secretaria de Recursos Hídricos, as práticas conservacionistas são utilizadas no controle da erosão de locais que se utiliza as atividades agrícolas, pois “resultam na melhoria das condições da terra e sua adaptação aos modelos de exploração adotados pelo agricultor”. (CEARÁ, 2010, p. 11).

É necessário um plano de manejo e conservação do solo e da água do semiárido, que seja viável de colocar em prática, adotando procedimentos para tal finalidade, sendo necessário um fortalecimento da agricultura familiar. Uma das propostas e diretrizes seria o uso da captação *in situ*, trata-se de uma técnica de preparo do solo, visando o armazenamento de água da chuva em sulcos construídos em curvas de nível. “O sulco feito em contorno ou em curva de nível é um meio empregado para diminuir o processo erosivo no terreno, absorver a enxurrada e obrigar a água a penetrar no solo, significando uma economia de chuva”. (DUQUE, 2004 *apud* CEARÁ, 2010, p. 27).

Essa técnica tem como resultado a “retenção da umidade no perfil do solo, por um período mais longo” (CEARÁ, 2010, p.27). Mas como toda técnica, tem suas vantagens e limitações, dentre elas estão: Controla a erosão; Conserva o solo; Maior disponibilidade de água para as plantas, aumentando a resistência aos veranicos; Baixo custo de implantação (os custos de construção dos sulcos equivalem aos da aração e gradagem); Baixo custo de manutenção dos sulcos; Favorece a recarga do lençol d’água; Não é recomendada para áreas com declividade superior a 8%; Implementação difícil em solos pedregosos; e não deve ser usada em solos muito arenosos, pois a água se perde por infiltração (CEARÁ, 2010)

Outro fator de relevância nesse tipo de técnica é que seria necessário um suporte do governo local, pois apesar de ser de baixo custo, é necessário conhecimentos dos métodos para realização dos sulcos, assim como força de tração animal ou motora.

Diante de um clima semiárido, a maior dificuldade é em relação a armazenagem hídrica e formas de auxílio a agricultura. Diante desse contexto surge a proposta da utilização da técnica de Barreiro para irrigação de salvação em culturas de subsistência.

O modelo proposto pela Embrapa Semiárido, trata-se de um barreiro constituído de pequena barragem de terra, formando uma área de captação, um tanque de armazenamento e uma área de plantio. Possibilitando a captação de água no período chuvoso, realizando o armazenamento da água que escoar no solo. Utilização a irrigação de salvação para os períodos de estiagens, onde as chuvas não são capazes de suprir as demandas do local. (EMBAPA, 2019).

Outra proposta e diretriz viável seria o plantio direto, que contribui para reverter o processo de degradação do solo. Essa técnica consiste na proteção do solo através dos resíduos de culturas anteriores.

Técnica de plantio ou de cultivo de plantas realizado sobre resíduos vegetais de culturas anteriores, e/ou sobre massa verde dessecada, cuja mobilização do solo ocorre apenas na linha de plantio, dispensando, assim, o preparo físico do solo. (CEARÁ, 2010, p.10)

Essa presença de matéria orgânica contribui para retorno da vida biológica no solo, uma vez que vai beneficiar a agregação do solo na camada mais superficial; esse processo também evita o selamento superficial, pois diminui o impacto das gotas de chuva no solo, aumentando as taxas de infiltração.

Contudo, alguns pontos devem ser considerados nessa técnica, tais como: compactação do solo; desuniformidade da área; ervas daninhas; e correção e capacidade do solo. Das principais vantagens do plantio direto estão o controle da erosão, redução da temperatura do solo, retenção de água, diminuição da evaporação, melhoria da fertilidade do solo, operacionalização com menor volume de chuvas, controle da época de plantio, menor consumo de fertilizantes, dentre outros (CEARÁ, 2010).

Porém, de acordo com a Secretaria de Recursos Hídricos:

O sistema de plantio direto, no semiárido do Ceará, desenvolve-se seguindo a sistemática adotada para a tecnologia, mas é conduzida como um sistema de Lavoura Seca (Dry Farming), que acarreta bons resultados e ótimos benefícios para o meio ambiente. (CEARÁ, 2010, p 22).

Diante desse contexto, para que essa técnica seja voltada para o semiárido, é necessário, os estudos de planos de manejo mais apropriado, segundo a Secretaria de Recursos Hídricos.

Referente as matas ciliares, uma proposta e diretriz é a aplicação do método de recomposição da mata ciliar e reflorestamento. “(...) antes de se iniciar qualquer processo de recuperação de áreas é necessário avaliar as causas da degradação e o grau de comprometimento do meio ambiente natural.” (SEITZ 1994; *apud* CEARÁ 2010, p. 8).

É necessário um planejamento prévio para a realização da recomposição da mata ciliar, levando em consideração toda a dinâmica hídrica da microbacia local e respeitadas as exigências determinadas pela legislação.

Na silvicultura existem dois métodos de regeneração da mata ciliar, um natural e outro artificial. No primeiro caso, trata-se de um processo demorado e de baixo custo, onde a recuperação acontece pela própria capacidade natural do meio ambiente, onde vai ocorrendo a sucessão secundária, as plantas são substituídas ao longo do tempo, realizando uma modificação ecológico até que seja possível sua regeneração.

No segundo caso, trata-se de um processo mais rápido e de maior custo, sendo necessário ações de condução por semeadura utilizando mudas. A escolha das espécies deve ser semelhante as espécies da região, havendo um planejamento es estudo para tal finalidade. Esse processo de recuperação das matas ciliares garante “o restabelecimento de biodiversidade da região, gerando melhores condições de vida para a população local.” (CEARÁ, 2010).

Em relação a pecuária, uma das propostas e diretrizes trata-se da utilização melancia forrageira, como alternativa da alimentação de rebanhos em períodos de seca. Esse fruto é de origem africana, bastante resistente a seca, sendo possível conservá-la por mais de um ano sem que a mesma perca suas qualidades nutricionais. De acordo com EMBRAPA (2014):

O mais interessante é que a conservação é viável mesmo no próprio campo de cultivo, sob sol escaldante nas áreas secas do Nordeste e sem necessidade de práticas sofisticadas de armazenamento. Um hectare, a depender da quantidade e da distribuição das chuvas, pode chegar a produzir de 25 a 30 toneladas.

O estoque da melancia forrageira pode ser feita no próprio campo, sendo ela barata e prática, essa proposta é viável no semiárido e conversa fruto na época de seca. (EMBRAPA, 2014)

Visando a minimizar dos riscos da agricultura em períodos de seca, a Barragem Subterrânea aparece no semiárido como uma alternativa viável para essas atividades

dependentes das chuvas. Trata-se de uma técnica de captação a armazenamento de água da chuva, que contribui para as atividades agropecuárias.

A barragem subterrânea consiste em construir um septo - cut of no depósito aluvial de um rio ou riacho, com a finalidade de impedir que a água, nele acumulada, continue a escoar durante o período de estiagem. Como resultado, tem-se, à montante, um substrato úmido para cultivo e suporte para o consumo. (OLIVEIRA, 2001; apud CEARÁ, 2010, p. 11)

A barragem subterrânea trata-se de uma parede impermeável dentro do solo, que capta a água da chuva que escoar pela superfície e por dentro do solo, formando então uma vazante artificial temporária, permitindo que o solo permanece úmida por um período de aproximadamente 2 a 5 meses após as precipitações.

De acordo com a EMBRAPA (2019), “A Barragem subterrânea é uma tecnologia de inclusão, pois permite ao agricultor maior sucesso no cultivo de diversas espécies, promovendo a melhoria das condições de vida das famílias agricultoras, garantindo renda e segurança alimentar”. Essa estrutura hídrica de armazenamento de água é de baixo custo e seu processo de construção não é complexo, bastando apenas ter condições naturais favoráveis.

Um fator bastante relevante no local, é a ausência de saneamento básico nas comunidades rurais, uma proposta seria a utilização de fossas sépticas. Trata-se de um método de tratamento primário de esgoto doméstico, onde a água com dejetos proveniente da utilização dos domicílios passa por reações químicas e físicas, purificando-a para que possa ser devolvida ao meio ambiente com o menos impacto possível.

Outra alternativa viável seria o uso de biodigestores rurais, capaz de minimizar os efeitos das atividades agropecuárias. O biodigestor trata-se de um ambiente fechado e impermeabilizado, onde é colocado dejetos de animais e resíduos agrícolas para que ocorra o processo de decomposição de forma anaeróbia; o líquido e o gás gerados nesse processo são utilizados para adubo orgânico e biogás. Esse processo impede que os resíduos sejam depositados do meio ambiente, e ao mesmo tempo, gera material para ser utilizado na agricultura.

De acordo com algumas associações de moradores das comunidades do local, uma proposta importante seria relacionada a um maior engajamento por parte da população, visando uma melhor articulação de alternativas viáveis para o local. Sendo assim, uma proposta possível é a educação ambiental, que tem um papel fundamental na relação da sociedade com o meio ambiente. Desenvolvendo ações nas comunidades como forma de conscientização dos limites e potencialidades do meio em que estão inseridas.

Essa tomada de consciência da questão ambiental, contribui para atividades mais sustentáveis, que vissem a conservação do ambiente, e o não esgotamento de seus recursos naturais. Para a recuperação ou conservação do meio é necessária uma postura de responsabilidade socioambiental. (CEARÁ, 2010).

De acordo com CEARÁ (2010, p. 13):

O enfoque na microbacia é a forma mais compatível de promoção de seu desenvolvimento sustentável, uma vez que considera a microbacia hidrográfica (MBH) como unidade de estudo, de planejamento, de ação, de gerenciamento e de envolvimento da população local.

Os recursos naturais são limitados, sendo necessário um uso racional, objetivando o não desperdício e a não degradação do meio ambiente. A educação ambiental é um processo participativo, sendo necessário uma atuação conjunta das comunidades locais e os órgãos responsáveis.

A educação ambiental com o foco nas microbacias do semiárido cearense estabelece diretrizes, dentre elas estão (ver Quadro 13):

Quadro 13 – Diretrizes da Educação Ambiental em microbacias.

a)	Capacitação para mudança comportamental das populações locais, conciliando o uso produtivo com a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais, por meio do manejo adequado, assegurando a rentabilidade e o uso racional da água e do solo numa visão de longo prazo;
b)	Intervenções nas escolas municipais, mediante a realização de oficinas voltadas para educadores, jovens e crianças, buscando despertar a “ecocidadania”;
c)	Ampliação do espaço político, como incentivo à participação da coletividade na defesa dos interesses comuns de bem-estar socioeconômico, cultural e de proteção ambiental;
d)	Promoção da economia criativa, por meio da participação das mulheres e dos jovens nos eventos de capacitação sobre produção artesanal, reciclagem de materiais oriundos da própria comunidade, biodiversidade local e habilidades artístico-culturais;
e)	Capacitações técnicas, mediante a realização de cursos teórico-práticos em atividades agropecuárias sustentáveis, em sistema de exploração agrossilvipastoril, em manejo e reciclagem de lixo e em gestão de bacias hidrográficas.

Fonte: CEARÁ, (2010, p. 16).

Temáticas de convivência com o semiárido são de extrema relevância no trato da educação ambiental na área de estudo, como forma de instruir a convivência harmônica da natureza e o meio ambiente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa utilizou-se dos preceitos da Geoecologia da Paisagem como principal método de análise das interrelações dos diversos elementos encontrados no meio. Fundamentada em uma visão sistêmica e integrada, foi possível realizar a análise e o diagnóstico da área de estudo, permitindo assim, como produto final, a elaboração do Zoneamento Hidrogeoambiental da Bacia de Captação do açude Banabuiú, visando subsidiar o planejamento municipal de Banabuiú.

A Bacia de Captação aqui retratada, apresenta as seguintes unidades geoambientais: Depressão Sertaneja; Planície Fluvial; Agrupamento Inselbergs; e Serras. Cada uma delas com suas limitações, potencialidades e formas de uso distintas, sendo necessário, como medida primordial, o respeito as essas características do local.

O açude Banabuiú é um reservatório hídrico de grande relevância, sendo o terceiro maior do estado do Ceará, dessa forma percebe-se a notoriedade da sua influência para o desenvolvimento da região. O mesmo encontra-se atualmente com um volume hídrico diminuto, e isso acarretou alguns impactos ambientais e sociais.

O impacto mais relevante da área de estudo, trata-se da escassez hídrica, afetando diretamente o ambiente e a população. As comunidades situadas na Bacia de captação do açude Banabuiú utilizam-se do meio como forma de subsistência, adaptando suas atividades a fim de estabelecer uma convivência com o semiárido. Porém, as atividades de pecuária e agricultura desenvolvidas pela ação antrópica, afetam o meio, uma vez que se utilizam técnicas e métodos rudimentares.

O local se caracteriza pelo semiárido cearense, sendo ele, em suas condições naturais, um ambiente vulnerável e as ações antrópicas resultam na aceleração do processo de degradação desse ambiente predisposto. Sofrendo constantes impactos, o meio ambiente resulta em desgaste e posterior limitação dos recursos naturais, afetando dessa forma, primeiramente a natureza, e em seguida a qualidade de vida da população.

Apesar de um ambiente predisposto a fragilidade natural, o semiárido é também bastante forte e resistente, assim como seu povo. Dessa forma, a pesquisa teve o intuito de propor intervenções levando em consideração a realidade do local, respeitando seus limites e potencialidades, e assim contribuir para o desenvolvimento local. Uma vez que para realizar intervenções apropriadas ao local, é necessário que o sistema tenha condições de sustentabilidade, para garantir que o mesmo tenha um certo nível de estabilidade.

É de suma relevância uma maior participação e engajamento da população local nas decisões, projetos e programas que visam a preservação/conservação dos recursos naturais, sendo necessário a prática da educação ambiental, de forma que a população compreenda as potencialidades e limitações do meio em que estão inseridas, buscando assim, alternativas viáveis.

De acordo com Rodriguez e Silva (2016), a autoregulação é a principal via de equilíbrio, e com ambientes autorregulados irá permitir ao sistema ambiental se recuperar gradualmente, após ter passado por um impacto.

As zonas propositivas aparecem como forma de delimitação das distintas unidades encontradas na área de estudo, viabilizando a compreensão e análise de cada uma das suas características. Os setores hidroambientais foram pensados com o intuito de melhor compreensão da dinâmica dos diversos afluentes que a bacia de captação possui, facilitando a abordagem e o estudo de cada setor em específico, respeitando suas particularidades.

Dessa forma o zoneamento cruza informações com o objetivo de fortalecer a gestão territorial e ambiental. Esse instrumento de organização do território consiste da delimitação de zonas, que se caracterizam por áreas de proteção ambiental que leva em consideração as potencialidades e limitações do local, garantindo uma conservação dos recursos naturais, sua sustentabilidade, e conseqüentemente a melhora na qualidade de vida da população.

Acredita-se que, a partir do zoneamento hidrogeoambiental proposto, seja viável obter formas de uma melhor gestão dos recursos hídricos. Tendo como foco a minimização dos fatores negativos de impactos ambientais, visando um melhor ordenamento territorial da Bacia de Captação do Açude Banabuiú.

Contribuindo assim para um melhor planejamento, sendo possível utilizar o meio e ao mesmo tempo preservá-lo, com foco maior na sustentabilidade do local atrelado a uma melhora na qualidade de vida da população. O estudo como forma de subsídio para planos, ações e gestões políticas da área.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANVISA. **Guia para Elaboração de Rótulo e Bula de Agrotóxicos, afins e Preservativos de Madeira**, 2018.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale. **Revue Géographique des Pyrénées et des Sud-Ouest**, Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BEZERRA, Fabiano César Petrovich; CABRAL, Indhira de Almeida. Ceará. In: XAVIER, Yanko Marcius de Alencar; BEZERRA, Nizomar Falcão (Org.). **Gestão Legal dos Recursos Hídricos dos Estados do Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, p. 59-77, 2004.

BRASIL. Lei 11.996/92. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos**.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Dispõe sobre a Política nacional de Recursos Hídricos**.

BRASIL. Lei nº 11.427 de 25 de janeiro de 1988. **Cria o município de Banabuiú, desmembrado do município de Quixadá**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 25 de Janeiro de 1988.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 25 de Maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 25 de Maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 14.844, 28 (atualizada). **Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o sistema integrado de gestão de recursos hídricos - SIGERH, e dá outras providências**.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**, 2019.

BRASIL. MMA. **Programa do Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas**. 2. ed. Brasília, 2003.

BRASILEIRO, Robson S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, Recife, v. 5, n. 5, p.1-12, 16 maio 2009. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/629/290>. Acesso em: 27 jul. 2018.

Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza : INESP, 2009.

CÂMARA, Gilberto *et al.* **Análise espacial de dados geográficos**. São José dos Campos: INPE, 1998.

CAVALCANTI, I. F. de A. *et al.* (orgs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

CEARÁ, (Estado). **Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH**. Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú, 2015. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/comite-da-sub-bacia-hidrografica-do-banabuiu/> Acesso em 30 fev. 2019.

CEARÁ, (Estado). Governo do Estado do Ceará. **UGP – São José III**. Disponível em: <https://www.sda.ce.gov.br/ugp-sao-josee-iii/> Acesso em: 15 fev. 2019.

CEARÁ, **Secretaria do Desenvolvimento Agrário - Projeto São José**, 2019.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Barragem subterrânea: cartilhas temáticas volume 3**. Fortaleza: SRH/COGERH, 2010.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Cisterna de placas: construção, uso e conservação: cartilhas temáticas volume 2**. Fortaleza: SRH/COGERH, 2010.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Educação ambiental para o semiárido do Ceará: cartilhas temáticas volume 11**. Fortaleza: SRH/COGERH, 2010.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Práticas de manejo e conservação de solo e água no semiárido cearense: cartilhas temáticas volume 9**. Fortaleza: SRH/COGERH, 2010.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Recomposição da mata ciliar e reflorestamento no semiárido do Ceará: cartilhas temáticas volume 5**. Fortaleza: SRH/COGERH, 2010.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Recuperação de áreas degradadas no semiárido do Ceará: cartilhas temáticas volume 6**. Fortaleza: SRH/COGERH, 2010.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Sistema plantio direto no semiárido do Ceará: cartilhas temáticas volume 7**. Fortaleza: SRH/COGERH, 2010.

COGERH - **Aporte de água aos açudes**, 2019. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/quantidade/aporte>. Acesso em: 02 jan 2019.

COGERH - **Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos**, 2019.

COGERH - **Qualidade das águas dos açudes monitorados pela COGERH – Campanha de maio/2018**, 2018. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/uploads/documentos/relatorio-iet-mai2018.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2019.

COGERH. **Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú**, 2015. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/comite-da-sub-bacia-hidrografica-do-banabuiu/>. Acesso em 30 fev. 2019.

COGERH. **Evolução do volume armazenado**. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/>. Acesso em 30 maio 2019.

COGERH. **Ficha Técnica dos Açudes**: Banabuiú, 2015.

COGERH. **Inventário Ambiental do Açude Banabuiú**, 2011.

COGERH. **Monitoramento**: Qualidade da água, 2019.

COGERH. **Nível dos Açudes**, 2009. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/> Acesso em: 02 jun 2019.

COGERH. **Rede de monitoramento operada pela COGERH**, 2008. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/> Acesso em: 03 de maio de 2019.

COGERH. **Regimento do Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú**, 2019.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal, 1997.

CPRM. **Diagnóstico do município de Banabuiú**: Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará, 1998.

CSBH Rio Banabuiú, Comitê Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú. **Atribuições Comitê**, 2019. Disponível em: <http://www.cbhbanabuiu.com.br/institucional/atribuicoes/> . Acesso em: 17 abr. 2019.

DIAS, M. A. F. da S.; SILVA, M. G. A. J. da. Para entender tempo e clima. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al. (orgs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

DNOCS, **Açude Banabuiú**, 2010. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/~dnocs/barragens/banabuiu/banabuiu.htm> . Acesso em: 17 nov. 2018.

DNOCS, **Monitoramento Hidrológico dos Reservatórios da CEST-CE**. Boletim de Recursos Hídricos – Ceará, 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioma Catinga**, 2012.

EMBRAPA. **Barragem Subterrânea**, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2129/barragem-subterranea>. Acesso em: 19 nov. 2019.

EMBRAPA. **Barreiro para Irrigação de Salvação em Culturas de Subsistência**, 2019. Disponível: <https://www.embrapa.br/semi-arido/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2208/barreiro-para-irrigacao-de-salvacao-em-culturas-de-subsistencia>. Acesso em: 19 nov. 2019.

EMBRAPA. **Melancia Forrageira Alternativa para Alimentar Rebanhos na Seca**, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/632/melancia-forrageira-alternativa-para-alimentar-rebanhos-na-seca>. Acesso em: 19 nov. 2019.

FUNCEME, **Calendário das chuvas – Ceara**, 2019. Disponível em: <http://funceme.br/app/calendario/> Acesso em: 18 ago. 2019.

FUNCEME. **Séries históricas**, 2019.

FUNCEME. **Volume Armazenado – Reservatórios**, 2019. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/> Acesso em: 15 de novembro de 2019.

FUNCEME. **Volume de água armazenado dos reservatórios**, 2019. Disponível em: http://www.funceme.br/produtos/script/acudes_e_rios/Boletim_diario_niveis_rmf/?show_img=no. Acesso em: 20 fev. 2019.

FURTADO, Dermeval Araújo; KONIG, Annemarrie. **Gestão Integrada de Recursos Hídricos**. Campina Grande: Gráfica Agenda, 2008.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019.

IBGE. **Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiariado.shtm?c=4> Acesso em: 15 nov. 2018.

INESP. **Caderno regional da Sub-bacia do Banabuiú**. Fortaleza, 2009.

IPECE. **Caracterização Territorial: Meio Ambiente**. Ceará em mapas, 2019.

IPECE. **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará**.

IPECE. **Perfil Básico municipal de Banabuiú**, 2017.

LIMA, Luiz Cruz; SOUZA, José Nogueira de; MORAES, Jäder Onofre de. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: Funece, 2000.

LUDWIG VON BERTALANFFY (1901-1972): A Pioneer of General Systems Theory. Disponível em : (PDF). www.richardjung.cz. Acesso em: 28 set. 2018.

MAGALHÃES, G. B.; SILVA, E. V.; ZANELLA, Maria Eliza. Análise Geossistêmica: caminhos para um entendimento holístico. *GeoPuc* (Rio de Janeiro), v.3, p. 1-17, 2010.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rego; SALES, Vanda Claudino. GEOMORFOLOGIA DO NORDESTE: CONCEPÇÕES CLÁSSICAS E ATUAIS ACERCA DAS SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO NORDESTINAS. **Revista de Geografia**, Recife, v. , n. 1, p.6-19, set. 2010. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/332/240>. Acesso em: 18 jul. 2018.

MOTA, Suetônio. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Abes, 1995.

MOURA, Idembergue Barroso Macedo de. **Estudos das águas da bacia hidrográfica do rio Banabuiú no trecho entre Quixeramobim e Banabuiú** – Ceará, Brasil. 243 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BANABUIÚ. **Dados do município – Origem**, 2018. Disponível em <https://www.banabuiu.ce.gov.br/omunicipio.php> Acesso em: 25 jun 2019.

RESENDE, Márcia M. S. O saber do aluno e o ensino de geografia. In: VESENTINI, J. W.(org) et. al. *Geografia e Ensino: textos críticos*. 5ª edição Campinas: Papirus, 1989

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. **Planejamento e Gestão Ambiental: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2016.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4. ed. Fortaleza: Edições Ufc, 2013.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental**. São Paulo: USP, 1995. p. 65-75. Disponível em: <http://www.usp.br/rdg/article/view/53692/57655>. Acesso em: 10 fev. 2019.

ROSS, Jurandyr. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

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

SILVA, João dos Santos Vila da; SANTOS, Rozely Ferreira dos. ZONEAMENTO PARA PLANEJAMENTO AMBIENTAL: VANTAGENS E RESTRIÇÕES DE MÉTODOS E TÉCNICAS. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p.224-263, maio 2004. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8710>. Acesso em: 20 jul. 2018.

SISAR – Sistema Integrado de Saneamento Rural: Instituto Sisar, 2019. Disponível em: <http://www.sisar.org.br/institucional/> Acesso em:25 jul. 2019.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: DANTAS, E. W. C.;

SILVA, J. B. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007. p. 127-140.

SOUZA, M. J. N. de & Carvalho, G. M. B. S. (Coord.) 2009, *Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará*, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Fortaleza, 2009.

SOUZA, M. J. N. de; Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C; SOUZA, M. J. N. de; MORAIS, J. O de. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOUZA, M. J. N. et al. **Zoneamento ecológico-econômico do bioma caatinga e serras úmidas do estado do Ceará**. FCPC/UFC/SEMACE. Fortaleza, 2007.

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos. **Atlas eletrônico dos recursos hídricos do Ceará**. 2014. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/>. Acesso em: 16 fev. 2019.

TEIXEIRA, Nágila Fernanda Furtado. **Análise Geoecológica como Subsídio ao Planejamento Ambiental no Município de Tejuçuoca-Ceará**. 2018. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Prodemá- Programa Regional em Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

THORNTHWAITE, C. W., MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. Centerton, New Jersey, v. VIII, p.1, 1955.

USGS - United States Geological Survey, 2019.

USGS, United States Geological Survey. **Using the USGS Sentinel 2 Data Product**. Virgínia, USA: USGS, 2018.

USGS. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)**, 2018.