



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

SULIVAN PEREIRA DANTAS

INFLUÊNCIA DO AÇUDE CASTANHÃO (PADRE CÍCERO) NO CLIMA LOCAL DE
JAGUARETAMA - CEARÁ

FORTALEZA
2014

Universidade Federal do Ceará – UFC
Programa de Pós-Graduação em Geografia

PARECER

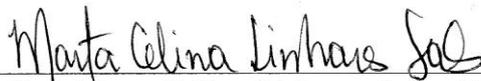
“INFLUÊNCIA DO AÇUDE CASTANHÃO (PADRE CÍCERO) NO CLIMA LOCAL DE JAGUARETAMA - CEARÁ.”

Sulivan Pereira Dantas

Defesa em 10 de julho de 2014

Conceito obtido: APROVADO

BANCA EXAMINADORA



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



Profa. Dra. Isorlanda Caracristi
Universidade Estadual do Ceará - (UECE)



Profa. Dra. Maria Elisa Zanella
Universidade Federal do Ceará – (UFC)

SULIVAN PEREIRA DANTAS

INFLUÊNCIA DO AÇUDE CASTANHÃO (PADRE CÍCERO) NO CLIMA LOCAL DE
JAGUARETAMA - CEARÁ

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Geografia. Área de Concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial do Nordeste Semiárido.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Celina Linhares Sales

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- D215i Dantas, Sulivan Pereira.
Influência do açude Castanhão (Padre Cícero) no clima local de Jaguaretama - Ceará / Sulivan Pereira Dantas. – 2014.
143 f.: il. color. enc.; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.
Orientação: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales.
1. Lagos artificiais. 2. Barragens e açudes. 3. Microclimatologia. I. Título.
-

CDD 910

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de me guiar em todos os momentos da minha vida, protegendo e alimentando a serenidade e amor ao próximo.

Aos meus pais, Vanda Sueli Pereira Dantas e João Bosco Dantas Pereira (*in memoriam*), pela vida e compreensão e pelo incentivo em todas as etapas da minha vida. Além dos meus avós (*In memoriam*).

Aos meus irmãos, Priscila Pereira Dantas e João Luis Pereira Dantas por acreditarem na minha escolha e sempre me apoiarem.

Ao meu companheiro Pedro Rafael, por estar presente na minha vida e por todo o apoio dedicado durante todo esse tempo.

Ao meu presente de Deus, meu sobrinho Guilherme Pereira Souza, que chegou para alegrar ainda mais a nossa família. Além do meu cunhado Wellington Souza por compartilhar todos esses momentos incríveis comigo.

A todos os meus tios, tias, primos e primas, que sempre me deram força durante toda essa caminhada.

A minha orientadora, mãe acadêmica, amiga, Prof^a Dr^a Marta Celina Linhares Sales por todos os ensinamentos durante a Graduação, Mestrado e futuros projetos que virão. Muito obrigado por ser tão especial na minha vida profissional e pessoal.

Aos meus colegas de turma de Graduação e de Mestrado, pelas infinitas trocas de experiência e saberes.

A Prof^a Dr^a Maria Elisa Zanella, minha tia acadêmica, por me acompanhar durante muito tempo da Graduação e do Mestrado, por sempre demonstrar acessível e carinhosa em tudo que eu precisava.

A Prof^a Dr^a Isorlanda Caracristi por aceitar em participar da banca de defesa deste trabalho e por toda contribuição ao mesmo.

Ao Prof. Dr. Emerson Galvani, que por mais que ele não soubesse, por ter sido um espelho durante a minha pesquisa de Mestrado e por aceitar fazer parte da etapa de qualificação deste trabalho.

Ao Laboratório de Planejamento Ambiental e Geoecologia das Paisagens (LAGEPLAN), por ter me dado a primeira oportunidade da minha vida acadêmica, com a experiência na extensão universitária. Além de me proporcionar conhecer professores maravilhosos que ali coordenam e aos grandes amigos que ali fiz.

Ao PET Geografia UFC, por ter proporcionado o meu crescimento como profissional e pessoal durante a maior parte da minha Graduação; em especial, a todos os professores tutores e aos integrantes pelos quais tenho um apreço muito grande.

Ao Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH), por fazer parte da minha vida acadêmica até os dias de hoje e por ter me proporcionado crescer junto a todos os professores e pesquisadores que ali se encontram.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Geografia, por sempre me apoiarem durante a minha formação e por sempre estarem disponíveis quando precisei.

A minha querida amiga Valdete Lira por ter contribuído imensamente com a ajuda na elaboração do material cartográfico desta pesquisa.

A todos que participaram direta e indiretamente deste trabalho; em especial, a Luis Ricardo Fernandes da Costa, Lucas Lopes Barreto, Kauberg Gomes Castelo Branco, Francisco John Lennon Paixão, Levy Freitas, Kaline Moreira, Marília Damasceno.

A todos os meus amigos importantíssimos, que tive a oportunidade de conhecer durante toda a minha Graduação e Mestrado.

À Gestão do Município de Jaguaratama e a todos os moradores do Município de Jaguaratama/CE, por desde o início da pesquisa contribuírem com o desenvolvimento da mesma; em especial, à Tia Socorro, à Claudia e ao Sr. Anselmo.

Aos representantes da Igreja Matriz de Jaguaratama, que disponibilizaram a casa de apoio dos Padres para servir de apoio durante todas as medições que foram realizadas.

À Capes, por apoiar financiando esta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFC, pela excelência na gestão e apoio a todos nós pesquisadores.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela excelência da qualidade que foi disponibilizada por meio de todas as atividades desenvolvidas durante a minha formação.

*“Eternidade é o tempo completo,
esse tempo do qual a gente diz: “valeu a pena”” (Rubens Alves).*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência da formação do lago artificial do Açude Castanhão no clima local da sede do município de Jaguarétama/CE. Por meio de medições episódicas, em uma transecção de três pontos fixos (Borda, Centro e Rural), de atributos climáticos, a saber: temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento e nebulosidade verificou-se a influência do lago artificial no clima local e microclima de Jaguarétama, utilizando-se de um perfil de vinte quatro horas de medição entre os períodos sazonais contrastantes dos anos de 2012 e 2013. Com o auxílio do geoprocessamento foi possível realizar a análise espaço temporal e relacionar com a capacidade volumétrica do Castanhão durante os dez primeiros anos de sua existência (2004 – 2013). A partir da coleta primária dos dados dos atributos climatológicos foi possível concluir que a presença do lago artificial não influenciou nos valores de temperatura do ar e de nebulosidade local, porém funciona como regulador higrométrico e influencia no microclima no ponto localizado na borda do açude, principalmente no período noturno. Constatou-se também que o lago artificial influencia na formação de brisas lacustres, principalmente no período da tarde, em direção à sede do município de Jaguarétama. Analisando a variabilidade hidroclimática do Castanhão, foi possível verificar que a pluviometria é um elemento extremamente importante para compreender a dinâmica das águas do açude e sua influência no processo de açudagem no Estado, pois há uma estreita relação de dependência da variabilidade interanual das chuvas com a recarga do Castanhão. Quanto ao volume, durante os dez anos de existência verificou-se que ele apresentou tendência à diminuição água armazenada, mostrando-se que no ano de 2014 encontra-se abaixo de 50% de sua capacidade volumétrica.

Palavras-chave: Lago artificial. Castanhão. Clima local. Jaguarétama/CE.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del lago artificial Castanhão en el clima local de la sede ciudad de Jaguaretama /CE. A través de mediciones episódicas en un transecto de tres puntos fijos (borde, del centro y rural) en los atributos climáticos, a saber: la temperatura del aire, humedad relativa del aire, viento y nubosidad estaba la influencia del lago artificial Castanhão el clima local y el microclima de Jaguaretama, utilizando un perfil de veinticuatro horas que miden entre contrastantes períodos de los años 2012 y 2013. Con la ayuda de los SIG fue posible realizar el análisis espacio-temporal Del embalse y su relación con capacidad volumétrica durante los primeros diez años del Castanhão (2004-2013). A partir de la recopilación de datos primarios de atributos climatológicos se llegó a la conclusión de que la presencia del lago artificial no influyó en los valores de temperatura del aire y de la nubosidad local, pero funciona como regulador y higrométrico y también influye en el microclima en el punto de la orilla del embalse, especialmente por la noche. Además de la influencia del lago artificial en la formación de la brisa del lacustre, la intensificación de la tarde, hacia el pueblo de Jaguaretama. Analizando Castanhão variabilidad hidroclimática fue posible verificar que la precipitación es muy importante para entender la dinámica de las aguas del embalse y su influencia en el proceso de retención de aguas en el estado de Ceará, debido a que existe una estrecha relación de dependencia de la variabilidad interanual de las lluvias en la recarga Castanhão, ya en el volumen del embalse durante los diez años de su existencia se constató que el Castanhão presenta tendência em la reducción de su volumen de agua embalsada, lo que demuestra que en el 2014 el volumen está por debajo de la capacidad del 50% volumen.

Palabras clave: Lago artificial. Castanhão. El clima local. Jaguaretama/CE.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Brisas terrestres e marítimas
- Figura 2 Escala t mporo-espacial dos fen menos meteoroclimáticos
- Figura 3 Escala de análise de estudo do clima
- Figura 4 Fluxograma metodológico da pesquisa
- Figura 5 Localiza o do Município de Jaguaratama
- Figura 6 Instrumentos utilizados nos pontos de coleta
- Figura 7 Tabela de indica o da simbologia da nebulosidade
- Figura 8 Ilustra o da Opera o do Reservatório do Castanhão.
- Figura 9 Localiza o dos postos pluviométricos de Jaguaratama/CE e de seu entorno
- Figura 10 Espacializa o de chuvas gerado pela Krigagem
- Figura 11 Mapa hipsométrico do município de Jaguaratama-Ce
- Figura 12 Defini o do ano-padrão pela técnica de *Box plot* da série (2004 – 2013)
- Figura 13 Representa o espaçotemporal do açude Castanhão (2004-2013)
- Figura 14 Gráficos de dados de temperatura do ar
- Figura 15 Gráficos de dados de umidade relativa do ar
- Figura 16 Gráficos de dados de vento
- Figura 17 Dire o de ventos em distribui o de períodos diurnos e noturnos (2012 e 2013).
- Figura 18 Gráficos de dados de nebulosidade

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1: Histórico de atua o da SRH no Ceará
- Quadro 2 - Altera es   jusante produzidas pelas represas
- Quadro 3 - Parâmetros das Mudanças Climáticas Globais
- Quac
- Quadro 5 - Quadro de organiza o escalar temporal e espacial
- Quadro 6 - Quadro de organiza o dos trabalhos de campo da pesquisa
- Quadro 7: Informa es dos pontos de coleta da pesquisa

Quadro 8 - Quadro Litológico do Município de Jaguaretama

Quadro 9 - Configuração Geomorfológica do Município de Jaguaretama

Quadro 10 - Informações dos postos pluviométricos

Quadro 11- Dados do monitoramento hidroclimático do Açude Castanhão (2004 - 2013)

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização dos pontos de coleta

Mapa 2 – Mapa de Direção dos Ventos

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de crescimento da população urbana de Jaguaretama

Gráfico 2 - Balanço Hídrico Normal em relação a precipitação e a evapotranspiração

Gráfico 3 - Balanço Hídrico Normal em relação a Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica

Gráfico 4 - Variação volumétrica do Açude Castanhão entre os anos de 2012 e 2014.

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

CADÚnico - Cadastro Único para Programas Sociais

CBERS - *China-Brazil Earth Resources Satellite*

CMB - Comissão Mundial de Barragens

COGERH - Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GESIN - Gerência de Segurança e Infraestrutura

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDACE – Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará

IPECE – Instituto de Pesquisas do Ceará

LANDSAT - *Land Remote Sensing Satellite*

LCGRH - Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário

PAC – Pacto de Aceleração do Crescimento

PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

SAD 69 - South American Datum 69

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SRHCE – Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará

SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UECE – Universidade Estadual do Ceará

UFC – Universidade Federal do Ceará

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REREFENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1. Açudagem e a modernização hídrica do Estado do Ceará.....	21
2.2. Gerenciamento e monitoramento dos reservatórios.....	28
2.3. As ações de infraestrutura e emergenciais na atualidade	33
2.4. Impactos socioambientais advindos à construção de Reservatórios.....	38
2.5. As alterações climáticas locais e o papel dos reservatórios.....	41
2.6. Reflexões teórico-conceituais na climatologia geográfica.....	49
2.7. As escalas de aplicabilidade da Climatologia Geográfica.....	52
2.7.1. Escalas Espaciais.....	58
2.7.2. Escalas Temporais.....	59
2.7.3. Categorias taxonômicas do clima.....	60
3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....	62
3.1. Etapas da pesquisa.....	63
3.2. Pontos de coleta de dados e medições dos atributos climáticos.....	64
3.3. Equipamentos utilizados.....	70
3.4. O uso do Geoprocessamento e as técnicas aplicadas.....	72
3.5. Organização e análise dos dados.....	78
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	80
4.1. Aspectos Histórico e Socioeconômico.....	80
4.2. Aspectos geoambientais.....	82
4.4. O Açude Público Padre Cícero (Castanhão).....	90
4.4.1. Impactos Socioambientais ocasionados pela construção do Reservatório Castanhão.....	94

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	98
5.1. Características Hidroclimáticas do Município de Jaguaretama.....	98
5.2. Análise espaçotemporal do monitoramento do espelho d'água do Açude Público Castanhão (2004 – 2013).....	102
5.3. Análise os dados.....	109
5.3.1. Análise dos dados de Temperatura do Ar.....	109
5.3.2. Análise dos dados de Umidade Relativa do Ar.....	115
5.3.3. Análise dos dados de Ventos.....	119
5.3.4. Análise dos dados de Nebulosidade.....	125
5.3.5. Correlação entre os atributos climáticos.....	128
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
REFERÊNCIAS.....	136
APÊNDICES	

1

INTRODUÇÃO

Diversos estudos sobre as alterações ao meio ambiente estão sendo realizados no Brasil e no mundo, especialmente aqueles em que o homem é um dos sujeitos desse processo de intervenção descontrolada. Dentre as causas e consequências é necessário entender como os processos estão ocorrendo e por meio de pesquisas propor sugestões mitigadoras e emancipatórias que tornem a população independente da ação paliativa do Estado.

O Nordeste brasileiro apresenta uma situação de secas severas como parte de sua história, seja no ambiente natural ou nas marcas deixadas na vida das pessoas. O semiárido nordestino ao mesmo tempo frágil com a má distribuição das chuvas enfrenta a dependência das ações governamentais no período de estiagem, o que contribui para a permanência de ações de curto prazo.

A realidade do estado do Ceará não difere do contexto regional, que por meio das políticas públicas o governo intervém nos períodos emergenciais em razão das consequências das secas severas. Dentre as ações realizadas, a política de açudagem é a medida mais consolidada, do ponto de vista histórico.

A política de açudagem no Ceará encontra-se desde o primeiro açude inaugurado em 1906, açude Cedro, como uma das maneiras mais eficientes de mitigação do fenômeno da seca. Devido a essa política, se intensificaram no Ceará a construção de pequenos, médios e grandes reservatórios. Atualmente o Estado conta com aproximadamente seis mil açudes, quando calculado em todas as dimensões (FUNCEME, 2014).

Porém, quanto ao gerenciamento desses espelhos d'água, atualmente, a companhia responsável monitora apenas cento e quarenta e quatro açudes e com volume armazenado de aproximadamente trinta por cento da sua capacidade total

(COGERH, 2014). Por esse motivo se vê a necessidade de estudar possíveis impactos ocasionados por tais obras hidráulicas.

Quando se pensa nos impactos sociais, os laços familiares, de vizinhanças e culturais são afetados de maneira direta. Pois a partir da migração forçada, do local onde vai ser construída a barragem para outras localidades, a população pouco tem autonomia na reorganização da estrutura existente na antiga localidade.

Dentre os impactos ambientais, de acordo com Domingues *et al.* (2007), no impacto climático (a nível atmosférico) ocorrerá modificações no clima local: aumento da umidade do ambiente, formação frequente de nevoeiros, diminuição ligeira da amplitude térmica e formação de brisas terra-lago, lago-terra. Para Müller (1995), ao considerar a formação de um lago na paisagem, principalmente em regiões de clima seco, o reservatório propiciará a evaporação, elevando por sua vez a umidade atmosférica na área desse reservatório. Assim, esta pesquisa contribui para o estudo de um dos impactos ocasionados pela construção de reservatórios, como a possível influência climática local.

O Castanhão é considerado o maior açude público para usos múltiplos da América Latina, sendo sua capacidade de armazenamento de 6,7 bilhões de m³. O açude possui 325 km² de área inundada a 100m de altitude, com profundidade que pode chegar a 50 metros.

Considerando o grande problema de ausência de dados dos atributos climáticos do período do pré e pós-enchimento do lago artificial, houve necessidade de coletar dados primários para realizar o estudo sobre a influência do Açude Castanhão no clima local da sede do município de Jaguaratama/Ceará.

Apesar da extrema importância da política de açudagem para o estado do Ceará, não se vê incentivos quanto ao monitoramento socioambiental pós-construção dos açudes no território cearense. Esta pesquisa traz uma imensa contribuição não só pela discussão sobre a política de açudagem no estado, mas pelo monitoramento realizado durante esses dois anos de estudo na área,

mostrando a importância de manter uma rede de monitoramento, principalmente hidroclimático da área.

Devido à importância de se monitorar essas grandes obras de infraestrutura hidráulica essa pesquisa se apoia em sua justificativa de mostrar por meio do monitoramento hidroclimático o quanto o estado está negligenciando uma melhoria nas respostas da política e gestão dos recursos hídricos do Ceará.

Vale ressaltar que, durante os dois anos de medições dos atributos climatológicos coletados nesta pesquisa (2012 e 2013), o Ceará vivenciou anos consecutivos de secas severas. De acordo com dados institucionais de pluviometria, Jaguaratama registrou 215 mm e 827 mm nos dois anos, respectivamente. A média pluviométrica desse município é de 782,8 mm (FUNCEME, 2014).

Esta pesquisa tem como objetivo geral verificar a variabilidade hidroclimática do Açude Castanhão e sua influência no clima local da sede do município de Jaguaratama/CE. Enquanto seus objetivos específicos consistem em analisar o processo de açudagem do Ceará em relação à dinâmica hidroclimática do Castanhão; Analisar o comportamento espaçotemporal do lago artificial, por meio do sensoriamento remoto, gerado pela construção do reservatório durante seus dez anos de existência (2004-2013); Analisar a variação espaçotemporal da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, dos ventos e da nebulosidade em períodos sazonais contrastantes (chuvoso e seco) dos anos de 2012 e 2013.

Este estudo foi desenvolvido considerando temas relevantes à discussão da intervenção do homem por meio de obras hídricas e seus impactos no meio ambiente. Para tanto, organizou-se a pesquisa da seguinte forma:

No segundo capítulo realizou-se uma reflexão sobre o processo de açudagem no Estado do Ceará, suas causas e consequências, as questões de gerenciamento e monitoramento de barragens, além da intervenção do Estado por meio das políticas públicas estruturantes e não estruturantes. Nesse capítulo também foi realizada uma análise da influência da formação do lago artificial no clima local e microclima, a partir da reflexão e discussão de conceitos das escalas da Climatologia Geográfica.

No terceiro capítulo foram apresentados a metodologia e os procedimentos da pesquisa, mostrando como foi realizada a escolha dos períodos estudados, a realização das medições e uso das ferramentas cartográficas e de geoprocessamento no desenvolvimento do estudo. No caso desta pesquisa foram elencados três pontos em uma transecção perpendicular fixa para realizar a coletada de dados primários por meio de um perfil de 24 horas durante os anos de 2012 e 2013 em seus períodos climáticos contrastantes.

No quarto capítulo encontram-se a caracterização geral da área de estudo com auxílio do levantamento cartográfico da região, a discussão sobre a construção do açude Castanhão e os impactos socioambientais gerados pela obra.

No quinto capítulo observam-se a caracterização hidroclimática da área de estudo, realizada a partir do auxílio de *softwares*, a análise espaçotemporal (2004-2013) do lago artificial gerado pelo reservatório Castanhão e a relação dos dados dos atributos climáticos coletados em campo.

No sexto capítulo apresentam-se as considerações finais sobre a pesquisa desenvolvida, com ênfase na sistematização dos resultados obtidos e as propostas de trabalhos futuros para a área de estudo.

2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Açudagem e a modernização hídrica do estado do Ceará

O Nordeste brasileiro ocupa aproximadamente 1.600.000 km² do território nacional e tem incrustado o Polígono das Secas em 62% da sua área, uma região semiárida de 940 mil km², que abrange nove estados do Nordeste. No semiárido, espalhado por 86% do território nordestino, vivem aproximadamente 30 milhões de pessoas, ou cerca de 15% da população nacional (MORENGO, 2008).

Um dos fatores limitantes para o desenvolvimento do semiárido brasileiro é a água. Não propriamente pelo volume precipitado, mas pela variabilidade anual e a quantidade evaporada. Apresenta precipitação pluviométrica com média anual inferior a oitocentos milímetros, essa pluviosidade relativamente baixa e irregular é concentrada em uma única estação de três a cinco meses (ARAGÃO, 2011).

Essa realidade natural não difere dos demais estados do nordeste brasileiro, que são assolados por fenômenos e efeitos similares. O que varia é a concentração dos meses chuvosos dentro do primeiro semestre do ano, dependendo das características geoecológicas e a influência dos fenômenos atmosféricos atuantes, com exceção do sul do nordeste brasileiro que possui uma dinâmica climática melhor distribuída anualmente.

De acordo com Cavalcanti *et. al.* (2009), essas circulações atmosféricas regionais e os sistemas sinóticos atuantes no Nordeste brasileiro podem ter origem externa ou interna à região e constituem os principais fatores dinâmicos que determinam a precipitação sazonal.

As características edafoclimáticas da região são semelhantes às de outras regiões semiáridas quentes do mundo: secas periódicas e cheias frequentes dos rios intermitentes, solos de origem cristalina, rasos, salinos, solos pouco permeáveis e sujeitos a erosão e, portanto, de mediana fertilidade (SUDENE, 1999).

Para o entendimento da situação socioeconômica da região faz-se necessário compreender essas características naturais supracitadas, pois a convivência com os problemas gerados pela má distribuição das chuvas interfere no cotidiano da população.

As variações climáticas, sobretudo nos períodos de estiagem, agravam um conjunto de questões econômicas e sociais, que assolam o sistema produtivo e concorrem para sua não consolidação (BEZERRA, 2002).

Devido a esse problema que assola desde o sistema produtivo ao acesso a água para o abastecimento da população, destaca-se a captação de água da chuva na história da humanidade como uma maneira de motivar a permanência na região, sendo uma iniciativa governamental ou não.

Inicia-se definindo o termo captação de água de chuva, sendo um termo geral para a maioria dos tipos de retenção de água, seja no uso doméstico, seja para o uso na agricultura ou na dessedentação de animais, em áreas rurais e urbanas (GNADLINGER, 2006).

A coleta de água da chuva, considerada primordial, especialmente em regiões áridas e semiáridas, é uma técnica popular em muitas partes do mundo. No Sul da África, o "*Homo sapiens*" colhia água da chuva em ovos de avestruz, os enterrava e guardava para bebê-la na estação de seca; Na China existiam cacimbas de águas há dois mil anos; No Irã é possível encontrar "*abanbars*", esses são tanques de pedra e massa de cal com torres para resfriamento de água; Já os romanos eram famosos por terem levado água para as cidades através de aquaduros (uma espécie de aquário); Deles os árabes herdaram tais tecnologias, sendo na Arábia o uso de tanques de águas da chuva, conhecido como "*algibe*", a qual os portugueses e espanhóis a chamavam de "cisterna" em suas terras (GNADLINGER, 2006).

Na época do descobrimento, o Brasil era tido como rico em água. Para os portugueses o sertão brasileiro não servia para a agricultura, mas para a criação de animais, onde o gado e as cabras andavam atrás de aguadas a longas distâncias nos fundos de pastos. Apenas com o progresso tecnológico dos séculos XIX e XX foi

que nos países desenvolvidos iniciaram-se expressivas técnicas de desenvolvimento da agricultura a partir da captação de água em zonas climáticas mais secas. Somente no século XX, houve uma ênfase em megaprojetos tecnológicos como a construção de grandes barragens.

No semiárido brasileiro, a população local não teve muita oportunidade de fazer experiências com métodos de manejo de água da chuva, muito menos de convivência com o semiárido. A partir do século XX, principalmente em razão do crescimento populacional e da degradação do meio ambiente, a população teve que aprender a viver melhor na região rural do nosso semiárido.

De acordo com Küster (2006), a maior necessidade pela captação da água de chuva no semiárido brasileiro ocorre nas regiões com subsolo cristalino. Mais de 60% da área pertencem a essa categoria, mas, apesar do problema da distribuição irregular das chuvas e subsolo desfavorável, é possível armazenar água para o uso no período de estiagem e agricultura.

Nesse contexto toma-se o Ceará, onde a água tem permeado toda a história do Estado, marcada pela construção de açudes a fim de atender as demandas nos períodos de estiagem. A intervenção do Estado neste setor vem de longa data, ocorrendo em diversos momentos de sua história.

Segundo Souza Filho (2001), a ação institucional na questão das águas do Ceará pode ser caracterizada em quatro grandes momentos, a saber: fase voluntarista, fase DNOCS, fase SUDENE/DNOCS e fase estadual; contudo, as três primeiras fases tiveram como ator principal a União.

Para Souza Filho (2001), a fase denominada de voluntarista aconteceu no império e foi caracterizada pelas missões enviadas pela Coroa Imperial e pela ausência de qualquer forma de organização ou instituição regional que tomasse alguma iniciativa de ações planejadas. Em 1832, o governo da província do Ceará, por iniciativa do Senador Padre José Martiniano de Alencar, já fornecia benefícios para a construção de açudes particulares, através do pagamento de parte das despesas pelo Estado, num percentual correspondente a 50% dos dispêndios totais (CARVALHO, 2001).

Nesse contexto surge a problemática das secas severas, entre elas a grande seca de 1777-1779, onde há quem estime que “morreram mais de 500.000 pessoas no Ceará e cercanias”, que atingiu o frágil ecossistema e a sociedade despreparada. Mesmo considerando algum exagero da estimativa, devido ao choque causado pela situação, esse foi realmente um grande desastre. Talvez o maior que já atingiu uma região brasileira (CAMPOS, 2001).

Com a seca de 1877, o governo resolveu pela primeira vez tomar medidas mais consistentes para combater os problemas gerados por ela (GUERRA, 1981). A partir de então, o debate de uma solução para o problema tornou-se mais profícuo. Basicamente havia três linhas: os favoráveis à açudagem e à irrigação; os favoráveis à transposição do Rio São Francisco e irrigação; os favoráveis às mudanças no perfil econômico da Região e os proponentes de soluções pontuais de impacto (CAMPOS, 2003).

Percebe-se que no Ceará as políticas públicas voltadas a mitigar os efeitos das secas passam a ser pensadas, inicialmente, como forma de combate ao desastre. Já para os dias atuais é vista como uma solução de convivência com a seca, porém não se apresentam ações diferenciadas, ou pelos menos de longo prazo.

Em primeiro de dezembro de 1877, foi designada uma Comissão integrada pelo Conselheiro Henrique Beaurepaire Rohan e os Engenheiros Antonio Paulino Limpo de Abreu, Alfredo José Nabuco de Araújo Freitas, Ernesto Antonio Lassance da Cunha, Julius Pinkas, Henrique Foglare, Adolfo Shwartz e Leopoldo Schriener, com a incumbência de “Percorrer a Província do Ceará e estudar os meios práticos de abastecimento, durante as estiagens, da quantidade d’água suficiente para as necessidades da população, manutenção do gado e estabelecimento de um sistema de irrigação que tornasse sempre possível a cultura das terras” (PINHEIRO, 1959).

De acordo com Carneiro (1981, p. 18),

Por sua vez, o Presidente da Província do Ceará, Dr. José Júlio de Albuquerque, não obstante a crise financeira agravada pelo flagelo da seca, sugeriu à Assembleia da Província a conveniência da construção de pequenos açudes a cargo dos particulares destinados ao uso das fazendas de criação e lavoura; construção de açudes, a cargo dos municípios para

fornecimento d'água aos habitantes das cidades, vilas e povoados; construção de açudes à margem das estradas, a cargo da Província, para uso dos viandantes, e, construção de grandes açudes, a cargo do Estado, para a formação de lagos que facilitassem a cultura de vastos terrenos, os quais seriam arrendados nos anos de inverno regular e distribuídos durante a seca gratuitamente ou a preços módicos entre os flagelados, sendo explorados com irrigação.

Nesse período a política de açudagem iniciava-se a partir de uma ação de incentivo a ocupação das áreas pouco povoadas, e assim trazer à região desenvolvimento e permanência da população.

Segundo Carneiro (1981), em 1881, o Engenheiro inglês Jules Jean Revy chefou uma segunda Comissão Técnica, que atuou no Ceará, quando estudou os boqueirões propícios à construção de açudes em Itacolomy, Lavras e Quixadá, tendo o referido técnico iniciado a construção, em 1884, da barragem do Cedro no município de Quixadá, que só foi concluída em 1906, pelo Engenheiro Bernardo Piquet Carneiro.

A proclamação da República deu novas forças à ideia quanto à busca de solução contra o efeito das secas no Nordeste brasileiro, e principalmente no território cearense. Entretanto, essas preocupações estavam resumidas ao “prejuízo” ocasionado pelos problemas gerados pela seca e não pela mitigação desses efeitos a sociedade, como se pode observar na fala de Rui Barbosa, ministro da Fazenda do governo provisório, em 1890:

As despesas com os Estados afligidos pela seca formam, no orçamento, uma voragem, cujas exigências impõem, continuamente ao país, sacrifícios indefinidos. Elas reclamam ao governo a mais severa atenção, porquanto, firmadas, como parecem estarem, numa situação de cronicidade, perpetuada de ano a ano e acumulando sacrifícios improdutivos, se tornaram uma causa permanente de desorganização orçamentária, a que os mais prósperos exercícios financeiros não poderiam resistir (GUERRA, 1981, p.40).

Para o segundo momento da ação institucional nas questões das águas, ficou conhecido como fase DNOCS. Essa teve início com a criação da Inspeção de Obras contra as Secas (IOCS) em 1909 e foi até a criação da SUDENE em 1959. Durante essa fase havia o entendimento de que a seca era um fenômeno natural

que tornava a região semiárida, o que impedia o desenvolvimento regional (SOUZA FILHO, 2001).

Já a terceira fase da ação institucional teve início com a criação da SUDENE em 1959. Nessa fase, mudou-se o enfoque, sendo nesse momento o problema da seca entendido na ótica das estruturas socioeconômicas e indicando a necessidade de modificá-las (SOUZA FILHO, 2001).

A quarta fase, para Souza Filho (2001) denomina-se de fase Estado, em que apresenta por alguns momentos importantes segundo histórico da Secretaria de Recursos do Estado do Ceará (SRH-CE), a saber:

Quadro 1: Histórico de atuação da SRH no Ceará.

1982	Criação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos-CONERH.
1987	Criação da Secretaria dos Recursos Hídricos-SRH
1987	Criação da Superintendência das Obras Hidráulicas-SOHIDRA (integrante do Sistema SRH)
1989/1991	Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos-PLANERH
1993	Criação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos-COGERH (integrante do Sistema SRH)
1993	Construção do canal do trabalhador
1994	Implementação do Programa de Desenvolvimento Urbano e Gerenciamento dos Recursos Hídricos-PROURB
1995	Início das atividades de Outorga e Licença para uso da água
1997/1999	Elaboração e implantação dos Planos de Bacias Hidrográficas
2000	Assinatura do contrato de financiamento do Projeto de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos-PROGERIRH celebrado entre Estado e Banco Mundial.
2003	Inauguração do Açude Castanhão o maior do Ceará.
2004	Inaugurado Trecho I do Eixão, ligando Açude Castanhão ao Açude Curral Velho, em Morada Nova.
2005	Iniciadas as obras dos Trechos 2 e 3 do Eixão, entre Açude Curral Velho-Serra do Félix e Serra do Félix-Açude Pacajus, na Região Metropolitana de Fortaleza.

2008	Concluídas negociações financeiras, com recursos do Governo Federal, via PAC, BNDES e Banco Mundial para construção dos Trechos 4 e 5 do Eixão.
2011	Inserção do Ceará nas obras de adutoras pelo PAC 2.
2012	Conclusão do trecho 4 do Eixão.
2013	Início das construções de adutoras externas no Ceará, por meio do PAC 2.

Fonte: organizado pelo autor, 2014.

Essa quarta fase, que possui como ator principal o governo estadual, significou também a construção de uma estrutura organizacional nas instituições do Estado. Esta ação institucional tem levado o Ceará a ser apontado como modelo de modernização hídrica, baseado na racionalidade técnica, a ser seguido por outros estados do Brasil (MONTE, 2005).

Atualmente no estado do Ceará existem 6.145 açudes, sendo que nesse levantamento são considerados açudes particulares e públicos, além de açudes de pequeno, médio, grande e macro porte (FUNCEME, 2014). Porém, a sua grande maioria não faz parte do monitoramento estratégico dos órgãos públicos.

Segundo dados de Monitoramento dos Reservatórios do DNOCS, atualmente, os açudes do Ceará acumulam aproximadamente 5 bilhões de m³ de água. Embora seja o estado com a maior quantidade de água represada do Nordeste brasileiro, essa situação não o deixa confortável, pois quase todos os municípios cearenses dependem da água desses reservatórios.

Segundo levantamento realizado em fevereiro deste ano pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), a situação dos açudes cearenses é considerada crítica. Devido às secas de 2012 e 2013 e ao consumo elevado, o estado encontra-se com apenas 29,83% do total de água armazenada.

De acordo com a capacidade de armazenamento de água, podem ser classificados em açudes de macro porte (> que 750.000.000m³); de grande porte (de

75.000.000 a 750.000.000m³); de médio porte (de 7.500.000 a 75.000.000m³); e de pequeno porte (de 0.5 a 7.500.000m³) (GGERH, 2011).

Segundo dados do DNOCS, os açudes cearenses têm em seus usos características semelhantes a de toda região do Nordeste brasileiro. Entre esses usos, destacam-se: o abastecimento humano, a agricultura irrigada, a criação de animais, a pesca, a piscicultura, etc. Alguns deles, como no caso do Açude Castanhão, são considerados de usos múltiplos.

2.2. Gerenciamento e monitoramento dos reservatórios

Durante muito tempo a escassez hídrica no estado do Ceará foi justificada apenas por suas condições naturais. Atualmente, porém, com a abertura de mercados implantados no Estado pelo Governo das Mudanças, essa escassez deixa de ser exclusivamente um fator natural para ser, também, de crescente demanda. Isso devido ao território cearense passar a desenvolver outras atividades, dentre as quais citam-se a agricultura irrigada e a indústria, dependentes de grande quantidade de água para sua realização (LINS, 2011).

Com a inserção de novas necessidades, o Estado cria estruturas de abastecimento de água, conseqüentemente novos investimentos do capital privado são implantados, gerando cada vez mais demanda e tornando-se necessário o estabelecimento de novas políticas aptas a se encarregarem do gerenciamento das águas cearenses. Apontando o Ceará como um dos poucos estados do Norte/Nordeste brasileiro com sua política de recursos hídricos efetivada a partir de uma gestão controlada no local.

Para se referir ao tema recursos hídricos, Nascimento (2004), em seu artigo intitulado “Os recursos hídricos e o semiárido”, comenta que

Por conta da crescente demanda por água ao consumo humano e para as atividades produtivas, há que se adequar a relação água/sociedade (cada habitante da bacia hidrográfica) ao processo de gerenciamento integrado da água, a qual Rebouças (1997) chamou de disponibilidade hídrica social nos rios porque à proporção que a demanda por água aumenta, alcançando determinados níveis de disponibilidades sociais – disponibilidades per capita – a demanda por gerenciamento é fundamental.

Por décadas o gerenciamento dos recursos hídricos do Ceará ficou sob a responsabilidade do DNOCS, mas esse gerenciamento se dava de maneira incompleta, sobretudo porque as ações deliberadas por tal instituição eram limitadas à construção de fixos (açudes, barragens e poços artesianos, por exemplo) implantados sem as devidas observações das particularidades locais, sejam elas ambientais ou socioeconômicas. Atualmente o departamento é responsável pela implantação de perímetros irrigados e pela construção de fixos federais associados ao abastecimento de água (LINS, 2011).

Inseridas no processo de mudanças, tanto a implementação dos perímetros irrigados quanto a gestão dos recursos hídricos do Estado foram descentralizadas do DNOCS, no qual, a partir de então, atua em conjunto com a Secretaria dos Recursos Hídricos, criada no ano de 1987 com o intuito de promover o *uso racional e integrado* dos recursos hídricos. A SRH também é encarregada de coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos e serviços associados à água, além de promover a articulação entre os órgãos federais (DNOCS e ANA, por exemplo) e municipais que atuam no setor das águas (LINS, 2011).

Em seguida foi criada a Sohidra, órgão executor da SRH e do DNOCS (Ceará), que possuía a responsabilidade de construção de açudes, barragens, adutoras, poços, entre outras intervenções. Nesse mesmo período foi reestruturada a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), com objetivos de desenvolver pesquisas no campo da Meteorologia e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e a prestação de serviços a empresas privadas na área de meteorologia e recursos hídricos (SRH, 2013).

Segundo informações da SRH (2013), no ano de 1992, a consolidação da gestão dos recursos hídricos no Estado foi estabelecida através do Plano Estadual de Recursos Hídricos e instituído o Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) pela Lei Estadual nº11.996, de 24 de junho do mesmo ano. Em consonância com os princípios da Lei 9.433, que tem a bacia hidrográfica como unidade básica de gestão; o gerenciamento seria integrado, participativo e descentralizado; a água seria reconhecida como bem econômico; a outorga, vista

como um instrumento indispensável ao gerenciamento; defendia-se o reconhecimento da indissociabilidade quantidade/qualidade; e, por último, a necessidade da implantação de um órgão que auxiliasse a SRH na gestão das águas (no Ceará, essa função foi delegada à COGERH). Subordinadas à Agência Nacional das Águas (ANA), atualmente todas essas instituições fazem parte do SIGERH: a FUNCEME, a SRH, a SOHIDRA e a COGERH.

O gerenciamento dos recursos hídricos no Ceará é feito buscando o uso racional e sustentado de cada corpo hídrico, exigindo a não dissociação dos aspectos quantitativos dos qualitativos. Esse monitoramento implementado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos acontece de forma descentralizada por meio das gerências regionais localizadas em todo o estado (Crateús, Crato, Fortaleza, Iguatu, Limoeiro do Norte, Pentecoste, Quixeramobim e Sobral).

Segundo informações da COGERH (2013), os corpos hídricos superficiais gerenciados pela Companhia cearense são rios, canais e os açudes. Quando é um rio, são monitorados a cota do nível de água, a profundidade da lâmina d'água, a vazão conduzida e o comprimento dos trechos de rios perenizados, enquanto que para um açude são monitorados a cota do nível, a área inundada e o volume armazenado.

O gerenciamento é efetuado levando em consideração o balanço entre a oferta e a demanda. Pois os técnicos responsáveis pelo setor de gerenciamento afirmam que o monitoramento sistemático e continuado permite conhecer o regime hidrológico de cada açude, e assim saber a capacidade e a garantia do atendimento das demandas hídricas submetidas, enquanto que o controle da emissão das outorgas permite conhecer o potencial das demandas. A partir do balanço oferta/demanda é que anualmente são estabelecidas, por meio de reuniões com os comitês de bacias, as regras de liberação das águas dos açudes, cuja efetivação é confirmada a partir do monitoramento realizado.

A COGERH tanto exerce o papel de gestora dos recursos hídricos do estado quanto de fornecedora de água bruta. Neste contexto o monitoramento tem como objetivo produzir informações que orientem os usuários na adequabilidade da água bruta aos múltiplos usos, promover a conservação da qualidade e prover

informações que tornem possível prever a qualidade da água e subsidiar novos empreendimentos e usuários.

A COGERH informa que a rede de monitoramento da qualidade da água implementada pela Companhia abrange todos os açudes gerenciados, tanto estaduais quanto federais, em parceria com o DNOCS, os vales perenizados dos principais rios (Acaraú, Banabuiú, Curu e Jaguaribe), os canais do Trabalhador e do Pecém, o Eixão das Águas e algumas lagoas, e conta com os serviços de laboratórios contratados para a realização das diversas análises (físico-química, bacteriológica, nutrientes e hidrobiológica) das amostras de água, abrangendo os seguintes parâmetros: cloretos, cor, ferro, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, sulfatos, ph, turbidez, oxigênio dissolvido, cor, alcalinidade a hidróxidos, alcalinidade a carbonatos, alcalinidade a bicarbonatos, cálcio, magnésio, sódio, condutividade elétrica, fósforo total, nitrogênio total, ortofosfato solúvel, clorofila-a, feofitina, nitratos, nitrito, nitrogênio amoniacal e contagem/identificação de fitoplâncton.

As frequências com que são realizadas as visitas são variáveis e dependem do porte e da importância estratégica de cada corpo hídrico. De acordo com a especificidade do tipo de monitoramento são disponibilizadas, consolidadas e sistematizadas as informações produzidas com frequências variáveis, desde diária até anual, sendo que para o monitoramento qualitativo é dada ênfase à divulgação de índices de qualidade da água (COGERH, 2013).

Quanto ao monitoramento da qualidade de água entende que com o crescimento da população que faz uso de um determinado corpo hídrico superficial (rio, açude, canal ou lagoa) há também um crescimento da demanda, contribuindo para aumentar a frequência com que acontecem períodos de escassez, e uma tendência por aumentar os impactos ambientais, contribuindo por deteriorar a qualidade da água (PAULINO, 2013).

Essa situação é visível no semiárido cearense, onde ocorrem sérios problemas de eutrofização em pequenos e médios corpos hídricos. Além daqueles relacionados à escassez da água, deve-se atentar à qualidade da mesma, pois a sua deterioração pode acarretar graves problemas de saúde à população.

Os primeiros dados de qualidade de água foram produzidos pela COGERH em 1998. Na época a Companhia fazia uso de uma sonda portátil e tinha maior foco na questão da salinidade. Desde então a rede de monitoramento da qualidade de água tem evoluído, buscando atender as informações demandadas, tornar sustentável a produção de informações e crescer de acordo com a capacidade operacional da Companhia (COGERH, 2013).

A rede de monitoramento da qualidade da água implementada pela COGERH abrange todos os açudes gerenciados, hoje são 144 açudes, tanto estaduais quanto federais, em parceria com o DNOCS, os vales perenizados dos principais rios (Acaraú, Banabuiú, Curu e Jaguaribe), os canais do Trabalhador e do Pecém e algumas lagoas. É o chamado monitoramento estratégico.

Segundo informações da COGERH, em quase todos os dias úteis do ano a Companhia tem um ou mais corpos hídricos sendo visitados para a coleta de amostras de água e/ou a análise no próprio local usando equipamentos portáteis. As frequências com que são realizadas as visitas são variáveis e dependem do porte e da importância estratégica de cada corpo hídrico. Os açudes que compõem o Sistema Integrado de Abastecimento de Água Bruta da Região Metropolitana de Fortaleza (Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio) são visitados mensalmente, enquanto que os demais açudes, principais vales perenizados (rios Jaguaribe, Banabuiú, Curu e Acaraú) e canais são visitados a cada 3 meses. Respeitando o porte e a importância estratégica, são monitorados entre 1 e 13 pontos no interior da bacia hidráulica de cada açude.

Os resultados emitidos pelos laboratórios alimentam o banco de dados corporativo da COGERH, enquanto que a emissão de relatórios, o controle e o acompanhamento dos laboratórios e gerências regionais acontecem de uma forma sistematizada e automatizada, usando os recursos da informática. As informações produzidas são consistidas e disponibilizadas na internet (COGERH, 2013).

2.3. As ações de infraestrutura e emergenciais na atualidade

O observatório da Seca é um conjunto de ações desenvolvidas pela reunião dos ministérios da federação, que visam contribuir com o monitoramento econômico e social dos assuntos relacionados com o desastre da Seca no Nordeste brasileiro. Através de políticas públicas de âmbito nacional, estadual e municipal esse conjunto de ações é realizado de maneira a contribuir para o desenvolvimento econômico e subsidiar a mitigação dos efeitos ocasionados pela seca, por meio de ações emergenciais.

“Políticas públicas” são diretrizes, princípios norteadores de ação do poder público; regras e procedimentos para as relações entre poder público e sociedade, mediações entre atores da sociedade e do Estado. São, nesse caso, políticas explicitadas, sistematizadas ou formuladas em documentos (leis, programas, linhas de financiamentos) que orientam ações que normalmente envolvem aplicações de recursos públicos (TEIXEIRA, 2002). Essas visam responder as demandas, principalmente dos setores marginalizados da sociedade, considerados como vulneráveis e submetidos a condições desfavoráveis em relação aos demais cidadãos.

Quanto à natureza ou grau de intervenção destas ações, no Ceará, destacam-se as políticas públicas emergenciais adotadas como maneira de intervenção do Estado frente aos problemas ocasionados pela seca, onde visam mitigar uma situação temporária, imediata.

A água como condicionante do desenvolvimento da região trouxe ao Estado a necessidade de implantar ações mitigadoras que diminuíssem o grau de efeitos ocasionados pelas secas e contribuíssem para o desenvolvimento da região. Segundo Cirilo (2008), a política de acumulação de água em açudes, típica da região, tem sido feita sob duas formas: a primeira, em grandes reservatórios com capacidade de regularização plurianual, em bacias hidrográficas de maior porte. A segunda política de acumulação de água decorre do emprego de pequenos reservatórios com capacidade da ordem de poucos milhares de metros cúbicos, os chamados barreiros, espalhados por todo o Estado.

Para o Governo Federal, a construção de açudes está inserida no quadro de obras estruturantes, que além de servirem para o abastecimento humano também se destinam a utilização de água para a irrigação e para a geração de energia, o que aumenta a capacidade de sustentabilidade econômica regional (BRASIL, 2013).

Segundo dados da Secretaria do Plano de Aceleração do Crescimento - PAC, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPAC/MPOG, 2014), atualmente estão sendo investidos pouco mais de dois bilhões de reais em obras estruturantes de barragens para o Nordeste, sendo construídas cerca de vinte barragens no total. Dentre essas barragens, destaca-se no Ceará a construção de sete reservatórios que custarão para os cofres públicos aproximadamente 880 milhões de reais.

Além dos barreiros já citados, que ainda se constituem no tipo de obra mais executada para o atendimento da população rural difusa, os poços e cisternas rurais também são formas de captação e armazenamento de água comum na região (CIRILO, 2008).

Dados do Ministério do Planejamento mostram que no estado do Ceará também estão sendo implantadas medidas de intervenção de obras estruturantes voltadas ao sistema adutor. Essas adutoras são obras que possibilitam o aproveitamento das águas represadas em barragens ou açudes. São constituídas de captações, canais de escoamento e estações elevatórias que levam as águas brutas das barragens até as estações de tratamento, onde são preparadas para o abastecimento urbano propriamente dito. Até o momento estão sendo orçadas seis adutoras, estimadas em aproximadamente 2 milhões de reais aos cofres públicos (BRASIL, 2013).

No caso das adutoras, acredita-se que seja uma alternativa adequada ao conjunto de ações em convívio com a seca. Em conjunto a operação de cisternas, operação dos carros pipas, disponibilidade de água por meio de barragens em adutoras contribuirá com a rede de acessibilidade à água.

Segundo dados do Ministério da Integração Nacional (MI), até o momento o Governo Federal já disponibilizou aos estados R\$ 57 milhões em incentivos as ações de perfuração de poços. A execução dos recursos fica a cargo dos governos estaduais, de acordo com plano de trabalho previamente aprovado pelo Ministério da Integração. Os municípios onde os poços serão perfurados são escolhidos pelos governos estaduais de acordo com as necessidades locais de atendimento. Priorizam-se aqueles situados em áreas com baixa disponibilidade de água para abastecimento dos carros-pipa que levam água às comunidades rurais.

Para o estado do Ceará, a situação atual se encontra com investimentos de 3,3 milhões de reais para a recuperação de poços, sendo estes no momento em estágio de andamento e perfazendo um total de 238 poços sendo recuperados (MI, 2013). A intenção do Governo do Ceará é perfurar até o final de 2014, cerca de 300 novos poços em todo o Estado (COGERH, 2013).

No sistema de inserção de cisternas nos municípios, segundo informações do Ministério da Integração Nacional (2014), estes que recebem as cisternas são definidos em diagnóstico feito a partir do Cadastro Único, considerando informações sobre a existência de domicílios rurais sem acesso à água em seu território. Municípios do semiárido com moradores extremamente pobres sem acesso à água registrados no Cadastro Único têm inserção automática no programa.

Os municípios que fazem parte do programa criam um Comitê Gestor local ou Comissão Municipal, composto (a) por representantes da sociedade civil organizada e do poder público. É o comitê ou a comissão que seleciona os beneficiários, a partir do Cadastro Único, podendo também indicar outras famílias sem acesso à água.

Atualmente o Ceará possui pouco mais de 2 mil cisternas em execução, e com o objetivo do governo estadual junto ao Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) de entregar até final do ano de 2014 mais 800 cisternas em todo o Estado (BRASIL, 2013). Vale ressaltar que diversas iniciativas de estados, prefeituras, união e entidades governamentais têm multiplicado o número de cisternas no nordeste do Brasil (CIRILO, 2008).

As cisternas, com capacidade de acumulação normalmente entre 7 e 15 metros cúbicos, representam a oferta de 50 litros diários de água durante 140 a 300 dias, admitindo-as cheias no final da estação chuvosa e nenhuma recarga no período. Tomados os devidos cuidados, a limpeza do telhado, da cisterna, da calha e da tubulação é uma solução fundamental para o atendimento das necessidades mais essenciais da população rural difusa. Embora existam aos milhares, espalhadas por todo o nordeste, a quantidade de cisternas ainda é ínfima, quando comparada à necessidade da população rural (CIRILO, 2008).

Tem-se ainda a transposição de água entre Bacias no estado do Ceará, na qual e através de grandes obras hídricas de transporte de água foram concluídas para abastecer grandes cidades. Um exemplo é o Canal da Integração, que conduz água desde o Reservatório do Castanhão até a região da capital cearense, ao longo de 225 quilômetros.

Dentro das ações emergenciais do Ceará encontra-se a disponibilidade de carros-pipas. A operação distribui água potável para a população situada nas regiões afetadas pela seca ou estiagem. A ação é uma parceria do Ministério da Integração Nacional, Governo Estadual e Municipal por meio da Secretaria Nacional de Defesa Civil com o Exército Brasileiro (BRASIL, 2013).

Segundo dados do Ministério da Integração Nacional, atualmente o Ceará conta com o apoio de mil carros-pipas contratados, sendo 149 municípios atendidos por essas ações emergenciais. O objetivo é que, no final do ano de 2014, o governo estadual em parceria com os municípios contratem mais mil carros-pipas e pipeiros com o intuito de ampliar o destino final e a assistência à população no período de estiagem.

Dentro da política de assistência aos agricultores que se encontram na conjuntura dos afetados pelas consequências da seca tem-se o auxílio da Bolsa Estiagem. Esse é um benefício financeiro a agricultores familiares que vivem em municípios em situação de emergência ou calamidade pública reconhecida pelo Governo Federal. Por meio do Bolsa Estiagem, cada produtor recebe a quantia total de R\$ 720,00, e através do cartão de pagamento do Bolsa Família ou do Cartão Cidadão (BRASIL, 2013).

Para receber o benefício o agricultor deve possuir a Declaração de Aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), estar no Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) e possuir renda de até dois salários mínimos e não ter aderido ao Programa Garantia-Safra. Os beneficiários do Programa Bolsa Família que se enquadram no perfil para recebimento do auxílio emergencial terão a transferência dos recursos efetuada juntamente com o pagamento da Bolsa Família (MDA, 2013).

Segundo dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário (2013), atualmente o estado do Ceará possui em 184 municípios um total de 282.000 beneficiados. Cabe ressaltar que esse número poderá ser alterado até o ano de 2014, devido à prorrogação do programa de incentivo no país, onde será inserido como recurso extra o valor de 95 milhões de reais.

O Ministério do Desenvolvimento junto a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) através da iniciativa de assistência ao agricultor desenvolveu o Programa Garantia-Safra, esse é um seguro para agricultores familiares com renda familiar mensal igual ou inferior a 1,5 (um e meio) salário mínimo que vivem na área de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e que garante uma renda mínima às famílias que perderam sua safra. Dados do MDA, atualmente, mostram que o Ceará já foi beneficiado em 178 de seus municípios com valores aproximados de 304.000 reais para o Programa Garantia-Safra.

Todas essas ações, tanto as emergenciais como as de infraestruturas, estão dentro do cronograma de assistência ao Nordeste brasileiro do Governo Federal desenvolvido em parceria com os Estados e Municípios. Esses têm o objetivo de subsidiar um apoio emergencial e/ou estruturante quanto às consequências da seca ou período de estiagem.

Percebe-se que o Ceará está inserido na política emergencial em todas as esferas políticas, porém não se vê uma política voltada à emancipação da população quanto a essas intervenções em curto prazo. Portanto, para uma melhor qualidade de vida seria interessante propor ações de acesso prioritário para a população em detrimento de grandes instituições particulares.

2.4. Impactos socioambientais advindos da construção de reservatórios

As experiências humanas na construção de reservatórios são inúmeras e datam de milhares de anos. Inicialmente construídos para represar alguns metros cúbicos de água para abastecimento ou irrigação, esses ecossistemas aquáticos tornaram-se grandes empreendimentos de alta tecnologia e alto custo, sendo utilizados simultaneamente para inúmeros e múltiplos fins.

Atualmente, todos os continentes têm represas construídas nos principais rios, causando diversos impactos negativos, mas proporcionando inúmeras oportunidades de trabalho, geração de energia e novos desenvolvimentos sociais e econômicos a partir de sua construção (TUNDISI, 2008).

Ao considerar a importância dos estudos desses ecossistemas artificiais pode-se contribuir com uma melhor e mais profunda compreensão dos problemas básicos gerados por tais construções de infraestrutura hídrica.

Os aspectos aparentemente conflitantes da instalação de uma barragem – o impacto socioambiental – requerem uma definição detalhada do próprio conceito de impacto socioambiental, assim como dos limites da área virtualmente atingida por tal empreendimento. Assim, são necessárias políticas públicas que visem mitigar ou mesmo anular os efeitos indesejáveis da formação desse lago artificial.

Segundo Domingues *et al.* (2007) o impacto climático (a nível atmosférico) ,por exemplo, é negligenciável a nível regional. Ocorrerão modificações no clima local: aumento da umidade do ambiente, formação frequente de nevoeiros, diminuição ligeira da amplitude térmica e formação de brisas terra-lago, lago-terra (sempre que não ocorrerem ventos de magnitude). Em termos espaciais, a maior distância atingida pelos impactos apontados está estimada em torno de 15 km, a partir da margem do lago.

O gerenciamento de reservatórios é uma ação extremamente importante nesse contexto, uma vez que represas artificiais, ao contrário de lagos ou rios naturais, são construídas para diversos usos, e o gerenciamento deve incorporar e

otimizar esses usos múltiplos e os seus respectivos custos e impactos, diretos e indiretos.

Devido à construção de grandes reservatórios podem-se listar inúmeros impactos provocados por tais empreendimentos, destacando: a transformação de um trecho do rio em lago artificial, ocasionando alterações na fauna, flora, na atividade pesqueira, no turismo, na navegação, na qualidade da água; elevação do lençol freático; intensificação de processos erosivos a jusante e assoreamento a montante (CESP, 1994).

A oscilação do nível da água na barragem cria ao seu redor uma faixa despida de vegetação. Por tratar-se de áreas alternadamente secas e inundadas, restringe a possibilidade de desenvolvimento das plantas tanto aquáticas, quanto terrestres, facilitando a erosão, o que contribui para o assoreamento da represa (BARRETO, 1983)

Para Tundisi (2008), as barragens constituem obstáculos a várias espécies de peixes ocasionando concentração da fauna local, com reflexos positivos para peixes de águas paradas que proliferam em maior quantidade e têm valor comercial, e com reflexos negativos em relação aos peixes de água corrente que tendem a desaparecer.

Além dos impactos listados acima deve-se também citar os impactos sobre as alterações no modo de vida, gerando desagregação social de comunidades locais, deslocamento intensivo da população residente, desestruturação das atividades econômicas, ruptura de laços sociais, etc.

Para a Comissão Mundial de Barragens (CMB, 1999), os aspectos sociais nos grandes empreendimentos sempre serão desconsiderados. Quando esses são mencionados nos projetos de instalação, geralmente são analisados e tratados de forma bastante superficial ou são deixados em segundo plano. Sempre os benefícios econômicos são sobrepostos aos sociais e ambientais.

Segundo Barreto e Correa (2009), a implantação de uma barragem deve ser analisada do ponto de vista socioeconômico. É praticamente impossível estimar o valor real de terras desapropriadas e muito menos avaliar os laços afetivos que

ligam o homem à sua terra. Os valores históricos, arqueológicos e turísticos da área não devem ser jogados para o plano inferior.

Para uma efetiva mitigação dos efeitos negativos da construção de grandes empreendimentos de reservas hídricas, se mostra necessário um estudo multidisciplinar na elaboração do projeto, execução e monitoramento em efetiva participação. Aos especialistas cabe a operacionalização de projetos que não só atendam ao desenvolvimento econômico e social, mas também atentem para que o impacto socioambiental ocasionado pela construção de barragens seja minimizado.

Segundo Domingues *et al.* (2007), a maioria das grandes obras, empreendimentos e projetos que impliquem uma provável, ainda que pequena modificação no meio ambiente, geram uma ampla discussão de seus efeitos e consequências ecológicas. Esse debate muitas vezes sofre significativas distorções, às vezes premeditadas, com diversos objetivos, outras geradas pelo desconhecimento da temática considerada.

Deve-se considerar que nem todos os efeitos de reservatórios são negativos. Alguns efeitos positivos podem ser listados: produção de energia: hidroeletricidade; retenção de água regionalmente; aumento do potencial de água potável e de recursos hídricos reservados; regulação do fluxo e inundações; aumento do potencial de irrigação etc.

No quadro 2 a seguir podem-se visualizar os principais impactos devido a construção de represas feita a partir das perspectivas físicas, químicas e biológicas. São alterações à jusante produzidas pelas construções das represas.

Quadro 2: alterações à jusante produzidas pelas represas

Variáveis físicas	Variáveis químicas	Variáveis biológicas
Hidrologia: decréscimos no fluxo de água. Alteração no regime hidrológico.	Oxigênio dissolvido: decréscimo a jusante em uso de reservatórios eutróficos.	Plâncton: diminui a concentração (biomassa) a jusante.
Estrutura térmica: decréscimo de temperatura e estratificação térmica. Heterogeneidade vertical da temperatura	H ₂ O e CO ₂ : aumento da concentração.	Composição do fitoplâncton: altera-se a jusante; depende das condições de fluxo e velocidade de correntes e da existência de lagoas marginais.

Material em suspensão: decréscimo da carga de material em suspensão.	Fósforo: decréscimo na concentração de fósforo.	na Zooplâncton: altera-se a diversidade e a composição, dependendo da velocidade e das correntes a jusante, da intensidade da descarga e do tempo de retenção do reservatório.
Detrito: composição preponderantemente biológica a jusante.	Matéria Orgânica: aumenta no caso de reservatórios eutróficos. Diminui quando não há fontes de produção elevada de matéria orgânica na represa.	Bentos: pode diminuir no caso de reservatórios eutróficos com descargas anóxicas. É afetado por variações do nível à jusante.
		Peixes: migração à jusante é interrompida pela represa. Há um acúmulo de biomassa logo após a represa.

Fonte: Adaptado de TUNDISI, 2008.

2.5. As alterações climáticas locais e o papel dos reservatórios

Antes de iniciar a discussão sobre as alterações climáticas advindas do processo de construção dos reservatórios, cabe apresentar como se dá a relação água com a regulação do clima.

A presença da água na Terra é o fator fundamental para evitar grandes variações de temperatura, permitindo a estabilidade climática. A terra possui cerca de 70% em quantidade de água na sua superfície (LUZ e ÁLVARES, 2005).

A principal fonte de calor que aquece nosso planeta é o Sol. O calor proveniente do Sol aquece durante o dia, tanto a água quanto a terra. Durante a noite a terra esfria rapidamente enquanto a água demora a esfriar. Essa combinação de fatores contribui com a baixa variação de temperatura na superfície da Terra (AYOADE, 1996)

A partir dessa interação de radiação solar e superfície da terra, entra em discussão para essa pesquisa o estudo do campo higrométrico. Pois a regulação ocorrida por meio da presença de um corpo hídrico depende da interação de alguns

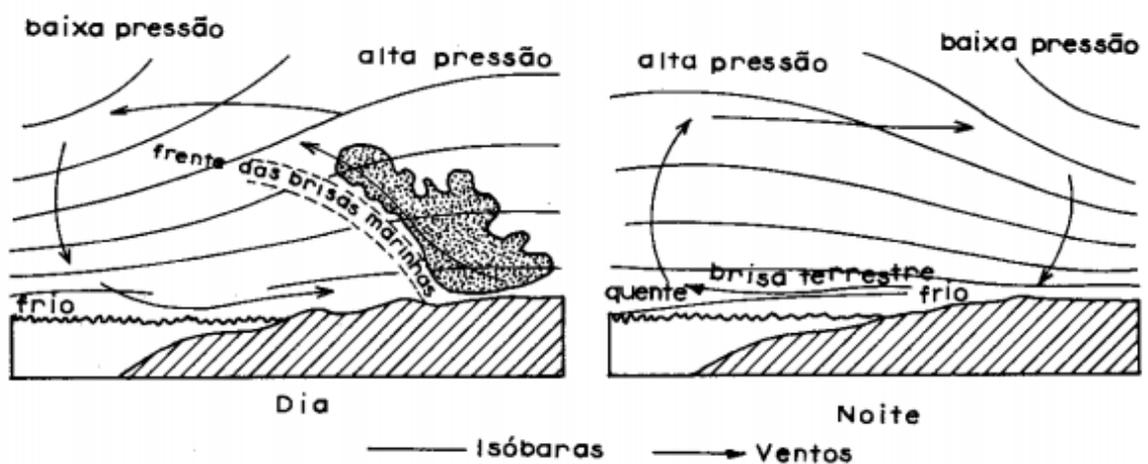
fatores, como a presença do vapor na atmosfera, gradiente de pressão e temperatura.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a umidade relativa é inversamente proporcional ao ponto de saturação de vapor (p_{sv}); em consequência, ela é também inversamente proporcional à temperatura do ar, já que é esta que controla o teor de umidade máxima presente em um volume de ar.

Com o aquecimento da água ocorre o processo de evaporação e essa transferência de calor interfere no ambiente e na formação de ventos pela pressão do ar resfriado nas correntes de ar quente, ocasionando o que se chama de regulação térmica através de um recurso hídrico.

Durante o período do dia e da noite existe uma tendência de formação de brisas quando se considera a relação de corpos hídricos e continente. Por sua vez, apresentando-se situação de deslocamento de ventos, dependendo do período observado. Durante o dia ocorrem formações de brisas com direção do corpo hídrico ao continente, já no período da noite ocorre o inverso, ou seja, do continente para o corpo hídrico como se pode visualizar na Figura 1.

Figura 1: Brisas terrestres e marítimas.



Fonte: AYOADE, 1996.

Durante o dia a terra se aquece mais rapidamente do que a superfície aquática. Uma baixa térmica local desenvolve-se sobre o continente, com ventos soprando do mar para a terra. Esta é a típica brisa marítima ou lacustre. À noite a terra esfria rapidamente, enquanto o mar permanece quente; o gradiente de pressão é, assim, invertido e o vento agora sopra da terra em direção ao mar. Esta é a brisa terrestre (AYOADE, p. 92, 1996).

Porém existe uma maior intensidade da influência de brisas durante o período do dia e da noite, assim como da maior influência da brisa advinda de corpos hídricos em comparação a brisa terrestre. Segundo Ayoade (1996), a brisa advinda de corpo hídrico é, geralmente, mais forte do que a brisa terrestre e seu efeito é, às vezes, sentido até 60 quilômetros da costa. A brisa advinda de um corpo hídrico de grandes proporções volumétricas, marítima ou lacustre, começa poucas horas depois do nascer do sol e é mais intensa durante o início da tarde. Essa é mais forte quando a insolação é mais intensa.

Dependendo das características locais dos ambientes impactados por tais obras hídricas percebe-se a magnitude do impacto ocasionado. Portanto, a partir dessas considerações vale discutir sobre as possíveis alterações climáticas devido à formação de lagos artificiais.

Diante da discussão atual sobre as alterações climáticas e suas consequências à natureza e sociedade, tornam-se necessários estudos cada vez mais detalhados sobre essas possíveis modificações ou alterações que possam vir a acontecer.

Para Ayoade (1996), o clima influencia o homem de diversas maneiras, e o homem influencia o clima através de suas várias atividades. Até recentemente a ênfase maior residia no controle que o clima exercia sobre o homem e suas atividades. Com o aumento populacional e o aumento das capacidades tecnológicas/científicas da humanidade, percebeu-se que o homem pode influenciar e de fato tem influenciado o clima, apesar de essa ação ser feita principalmente em escala local.

Porém são várias as lacunas conceituais e metodológicas para o procedimento de tais estudos. Segundo Mendonça (2007, p. 188), na atualidade “têm-se denominado mudanças climáticas as distintas alterações que muitos

parâmetros climáticos vêm apresentando em várias partes do mundo, inclusive com repercussão nos níveis dos oceanos, como consequência do AG” (Aquecimento Global).

Segundo Conti (1993), existem vários parâmetros para definições de modificações nos padrões climáticos, a saber: revolução climática, mudança climática, flutuação climática, interação climática e alteração climática (Ver quadro 3)

Quadro 3: Parâmetros das Mudanças Climáticas Globais

<i>Mudanças Climáticas Globais</i>		
Termo	Duração	Causas Prováveis
Revolução Climática	Acima de 10 milhões de anos	Atividade geotectônica e possíveis variações polares
Mudança Climática	10 milhões a 100 mil anos	Mudança na órbita de translação e na inclinação do eixo terrestre
Flutuação Climática	100 mil anos a 10 anos	Atividades vulcânicas e mudança na emissão solar
Interação climática	Inferior a 10 anos	Interação atmosfera-oceano
Alteração climática	Muito curta	Atividade antrópica, urbanização, desmatamento, armazenamento de água, etc.

Fonte: CONTI, 1993.

O que se pode afirmar é que as alterações climáticas ocasionadas por ações antrópicas se intensificaram de tal maneira, que se convencionou chamar essas alterações de mudanças climáticas, ou seja, modificações permanentes nos parâmetros climáticos globais.

Almeida (2000) afirma que as alterações que o homem efetua na paisagem para a implantação da agropecuária e edificação das cidades, principalmente a destruição das florestas, têm provocado mudanças no balanço de radiação, que se revela nos desvios dos parâmetros climáticos como força e direção dos ventos, valores de umidade e temperatura e regime das chuvas.

O homem pode influenciar o clima através de várias atividades e ações realizadas, tais como urbanização, industrialização, desmatamento, atividades agrícolas, construção de lagos artificiais etc (AYOADE, 1996).

As alterações nos padrões climáticos são normalmente sentidas de maneira mais evidente em escala local, isto porque a escala zonal é regida predominantemente pela circulação atmosférica global, com um funcionamento mais complexo e de maior dificuldade de alteração. Grandes “obras” do homem, como desmatamento, instalação de cidades, agricultura, construção de rodovias, dentre muitas outras, constituem impactos ambientais e podem, assim, trazer também alterações ao clima de um dado local, sendo que a escala de abrangência destas alterações varia de acordo com o porte do empreendimento. A instalação de hidrelétricas e reservatórios chama a atenção de vários pesquisadores, tanto os que tratam de impactos ambientais como aqueles que tratam dos sociais (LIMBERGER, 2007).

Barreto e Correa (1993), discutindo as alterações do clima local em uma região atingida por um grande reservatório, colocam que este parâmetro é influenciado tendo em vista o maior contato água-ar e água-solo. Maiores taxas de evaporação e evapotranspiração podem aumentar a umidade relativa do ar.

Mendonça et. al. (1985) afirmam que a construção de barragens rompe o equilíbrio natural existente na região de sua localização. Consideram que identificar todas as consequências de uma barragem é um processo muito complexo, pois empreendimentos deste tipo passam a causar inúmeros efeitos; entretanto enumeram as seguintes áreas como as mais atingidas por um grande reservatório: hidrologia, biologia, geologia, clima, paisagismo, recreação, turismo, industrialização, poluição, habitação, relações humanas e recomposição do meio ambiente.

Em relação aos grandes trabalhos sobre o tema de possível influência de lagos artificiais em climas locais e microclimas pode-se citar: Grimm, 1988; Dias et al., 1999; Stivari, 1999; Sartori, 2000; Limberger, 2007 (trabalhos realizados na Usina Hidrelétrica de Itaipu); Gunkel et al., 2003 (Usina Hidrelétrica de Curuá-Una); Fisch, Januário e Senna, 1990; Guidon, 1991; Fisch, Marengo e Nobre, 1998; COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS, 1999; Sanches e Fisch, 2005 (Hidrelétrica

de Tucuruí); Campos, 1990 (Hidrelétrica de Sobradinho); Kaiser, 1995 (Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta – Porto Primavera); Souza, 2010 (Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta - Presidente Epitácio/SP); Silva, Pinto e Souza, 2010 (Porto Nacional-TO); Santos Junior, 2012 (Açude Público Castanhão/CE - Vale do Jaguaribe).

Grimm (1988), a partir da análise feita com atributos climáticos em dois períodos diferentes (pré e pós-enchimento) do lago artificial da Usina Hidrelétrica de Itaipu, verificou a mudança nos atributos climáticos devido à presença e consequente influência deste. Percebeu que houve aumento na temperatura mínima e diminuição da temperatura máxima durante o mês de agosto diminuindo assim a amplitude entre as mesmas. Quanto à evaporação ocorreu aumento significativo, porém não foram observadas alterações nos valores de precipitação.

Para Dias et al. (1999), analisar os impactos de influência dos atributos climatológicos a partir da construção de reservatórios é muito delicado, pois dificilmente será possível encontrar dados do pré e do pós-enchimento do lago artificial, gerando um problema para a conclusão do grau dessa influência seja em escala de alteração ou mudança desses atributos climáticos. Além de existirem outros fatores impactantes dessa obra que podem gerar uma influência direta nos valores desses atributos climatológicos. Assim, os autores supracitados veem a necessidade de propor novas metodologias para analisar tais influências de lagos artificiais ao ambiente.

Segundo Stivari (1999), o estudo feito para o lago de Itaipu trouxe como resultados observados de influência direta aos atributos climatológicos na escala local: diminuição da temperatura máxima e aumento da temperatura mínima do ar em Foz do Iguaçu; presença de brisas lacustres durante o período diurno (em torno de 2m/s); e contraste térmico que varia de 3°C no verão a 2°C no inverno.

Limberger (2007) realizou um estudo sobre a relação da lâmina d'água gerada pela construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu com o clima da região do Estado do Paraná, envolvendo a questão da percepção dos moradores quanto a possíveis alterações nos atributos climáticos em escala local com entrevistas feitas aos habitantes residentes há 30 anos ou mais próximo ao lago artificial, de acordo

com a metodologia proposta por Sartori (2000). Nesse trabalho verificou-se que não há influência da formação do reservatório de Itaipu em relação à variabilidade climática da região. Já quanto à percepção dos moradores foi possível observar que eles têm um bom entendimento sobre a variabilidade climática da região e os fatores condicionantes a alteração do clima local devido à construção da Usina.

Guidon (1991) realizou estudos de influência de lago artificial gerado pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (PA). Nesse trabalho foram consideradas variáveis climatológicas como ventos, precipitação, temperatura do ar e umidade relativa do ar. A partir de dados de atributos do clima de “antes” e “depois” da formação do lago artificial tratados estatisticamente foi possível constatar alteração da circulação do ar, principalmente devido à dimensão da lamina d’água gerada na região.

Estudos realizados por Fisch, Januário e Senna (1990) em Tucuruí (PA) verificaram que, no período entre 1982 e 1986, a partir da análise de padrões estacionais de temperatura do ar, velocidade de vento, caracterização de precipitação local e atribuições de fluxo de radiação solar constataram valores de evapotranspiração maior a que é mostrado na literatura.

Para Sanches e Fisch (2005), há de se preocupar com os impactos gerados devido à construção de grandes reservatórios na região da Amazônia, pois podem provocar alterações nos valores dos atributos climáticos em escala microclimática e local.

Fisch, Morengo e Nobre (1998), desenvolveram pesquisas na região atingida pela Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (PA), onde observaram que a relação da floresta tropical, atmosfera e lago artificial tornam-se influenciáveis ao ponto de alterar o ambiente. Já Gunkel *et al.* (2003), em seus estudos, não observaram mudanças no regime pluviométrico devido a ausência de dados climatológicos na região desse primeiro lago artificial formado na Amazônia.

Campos (1990) realizou pesquisa com o objetivo de verificar possíveis alterações do clima na região do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho, localizada no semiárido baiano. Através de dado de variabilidade espaço-temporal

de precipitação do período pré e pós-enchimento do lago artificial foi possível identificar por meio da tabulação desses dados um aumento de aproximadamente 13% dos valores de pluviosidade/média em algumas cidades próximas a lâmina d'água, como as cidades de Remanso e Xique-Xique, além do aumento das precipitações em pouco mais de 16% no período mais chuvoso da região. Esse trabalho também apresentou que a oscilação no nível do açude e por consequência a variabilidade da extensão do lago influenciaram nos dados primários obtidos.

Kaiser (1995), em seu trabalho, discute o grau de intensidade de influência direta de grandes reservatórios em alterações de ondas geradas por vento em grandes lagos artificiais. Por meio de várias metodologias adequadas a cada região, essa pesquisa através de práticas em campo buscou verificar tais alterações promovidas pelas barragens de Porto Primavera (SP), Rosana (SP) e Taquaruçu (SP/PR). A pesquisa teve como resultado a comparação de vários trabalhos realizados no Brasil, com intuito de indicar as metodologias corretamente utilizadas.

Silva, Pinto e Souza (2010) através de estudos realizados na área de entorno do Porto Nacional em Tocantins sobre a percepção dos moradores quanto a possível influência da presença da lâmina d'água na região decorrente da instalação da barragem perceberam, por meio de entrevistas, apontamentos de que existem sensações térmicas com valores mais elevados na área urbana, indicando a possibilidade de ilhas de calor.

Souza (2010) realizou trabalho sobre a influência do lago artificial gerado pela construção da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta sobre o clima local e clima urbano do município de Presidente Epitácio (SP). Por meio de levantamentos de dados primários de temperatura do ar e umidade relativa do ar, em uma transecção de sete pontos fixos no município concluiu que a presença do lago não contribuiu ou influenciou no aumento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, porém funcionou como regulador térmico e higrométrico.

Santos Junior (2012) em sua pesquisa sobre a influência do lago artificial do Açude Público Padre Cícero (Castanhão) sobre clima da região do Vale do Jaguaribe/CE verificou a ocorrência de microclimas diferentes no entorno do lago, o aumento da umidade e a diminuição da temperatura na área mais próxima ao

espelho d'água. Suprindo as deficiências dos sistemas de informações meteorológicas oficiais.

A partir da discussão sobre a construção de reservatórios e seus impactos no meio ambiente, além da ausência de monitoramento é importante que haja estudos de impactos no microclima e no clima local. Isso cai nas questões de escalas climáticas, como veremos a seguir.

2.6. Reflexões teórico-conceituais na climatologia geográfica.

A Geografia, visando integrar as diferentes esferas terrestres para uma compreensão da produção e da organização do espaço, tem, no estudo do clima, um vetor de grande relevância no espectro de suas análises espaciais. O estudo do clima sob o prisma geográfico possui uma conotação preferencialmente antropocêntrica, daí a sua singularidade, procurando estabelecer a relação sociedade-natureza (JESUS, 2008).

Na antiguidade existia o contato direto com diferentes lugares em função de viagens empreendidas pelos pensadores gregos, que lhes permitiam a descrição e a divulgação de conhecimentos de locais visitados e sobre diferentes culturas. A tradição do conhecimento especulativo e contemplativo vinha de Heródoto, que, a partir de suas viagens, comparava paisagens, climas, povos e costumes. Estrabão também se destacou nessa atividade, comparando e correlacionando os referidos elementos dispostos no entorno do Mediterrâneo (ELY, 2006).

Pautados nos poderes da racionalidade humana, os filósofos gregos também procuravam desmistificar as causas de alguns fenômenos atmosféricos. Anaximandro, por exemplo, definia o vento como um fluxo de ar, e Teofrasto tentava estabelecer os sinais do tempo que permitissem a previsão das condições atmosféricas (LARA, 1999).

Nas obras desses pensadores o conceito “*Klima*” possuía uma conotação distinta da que hoje se conhece. Dessa forma, pode-se dizer que o conceito

Era utilizado para designar o resultado da inclinação da Terra em direção aos Polos ou a inclinação do eixo da Terra sobre o plano da elíptica, originando nossa noção de latitude. Mais tarde é que Ptolomeu atribuirá nomes para as zonas contíguas delimitadas pelos paralelos, distinguindo essas zonas pelas diferenças de ubiquidade dos raios solares sobre a superfície terrestre e pela duração do dia mais longo do ano (JESUS, 1995, p. 126).

Foi a partir dessas experiências vivenciadas por esses pensadores, por suas observações do cotidiano e suas correlações feitas com os fenômenos climáticos, que surgiram os primeiros estudos sobre as descrições dos climas e seus conceitos. A partir dessas descrições (como as definições de zonas latitudinais) correlacionadas às relações sociais e às relações homem-natureza buscou-se classificar os climas das regiões de acordo com a adaptação do homem.

Foi a partir da preocupação com o estabelecimento de um estudo coeso e com um maior rigor metodológico para os estudos climáticos que Hann elaborou o primeiro manual de climatologia: “*Handbuch der klimatologie*”, abordando didaticamente as bases gerais da climatologia e a descrição dos climas regionais. Mas, sua maior contribuição foi de cunho teórico, apresentando as primeiras definições para os termos clima e tempo, designando o primeiro como “[...] o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera sobre cada lugar da Terra” (HANN, 1882 *apud* MONTEIRO, 1976, p. 22). E o tempo meteorológico foi caracterizado como uma fração da sucessão daqueles fenômenos, reproduzindo-se com maior ou menor regularidade no ciclo anual (SANT’ANNA NETO, 2001, p. 82).

Köppen produziu uma classificação climática regional que até hoje é largamente utilizada. A partir de suas observações meteorológicas em São Petesburgo, correlacionou dados de pressão do ar e ventos e deu os primeiros indicativos da possibilidade de uma análise dinâmica da atmosfera. No entanto, sua vasta contribuição aos estudos dos climas permaneceu carregada de análises estatísticas, pois enfatizava que definiríamos os climas a partir do cálculo do estado médio e do processo ordinário que determina o tempo dos locais. Assim, o referido pesquisador defendia a observação e o registro cotidiano das condições

atmosféricas dos lugares, preocupação demonstrada pelo emprego da expressão “processo ordinário”. Através dessa observação sequenciada seriam elencados os tipos de tempo e os climas regionais, distinguindo a efemeridade do primeiro e a persistência do segundo, o que possibilitava algumas análises sobre o caráter dinâmico das condições atmosféricas (ELY, 2006).

Segundo Sant’anna Neto (1998), quando tratamos de áreas urbanas, por exemplo, o clima original é constantemente modificado pela construção do espaço urbano, uma vez que é alterado, entre outros fatores, o balanço de energia, em função da concepção de cidade estabelecida pela civilização capitalista ocidental. Já nas áreas rurais, a variabilidade sazonal e as excepcionalidades climáticas afetam a produção agrícola. Ao contrário do que se deseja, as irregularidades dos fenômenos são mais prováveis e ocorrem com mais frequência do que se considera como padrões habituais ou normais.

A partir do método sistêmico, o mais adequado para basear as concepções do clima, propõe-se uma análise dos parâmetros climáticos (adequados a cada característica espacial) no tempo (processos) e no espaço (estruturas), de modo a produzir, a partir da análise rítmica, a compreensão da dinâmica e gênese dos tipos de tempo e a distribuição e interação espacial de seus atributos com os demais componentes da paisagem. Isto gera uma análise temática desses atributos nos diversos segmentos de tempo e culmina com a classificação tipológica (taxonômica e hierárquica) que identifique os processos geradores, sua evolução e distribuição (Op. cit.). Deixa-se claro que neste trabalho não foi realizado um estudo por meio da análise rítmica, apesar de considerar a importância dessa análise.

A partir dessas considerações, deve-se atentar para a escolha dos segmentos temporais, espaciais e parâmetros climáticos de acordo com os métodos de abordagem elencados.

2.7. As escalas de aplicabilidade da Climatologia Geográfica

Diante das recentes transformações na paisagem originadas pelas atividades humanas no ambiente, a Geografia pode realizar importantes considerações, através da análise espacial e temporal dos novos fenômenos e ritmos dos processos naturais. Para isso, é necessário se considerar a escala de análise nos estudos geográficos (FRANCISCO, 2001).

No campo da Climatologia foram os franceses que iniciaram as discussões sobre os níveis escalares. Posteriormente, alguns pesquisadores desenvolveram pesquisas sobre o tema. Como trabalho pioneiro na literatura tem-se Scaetta (1935), que objetivou examinar os diferentes níveis climáticos, bioclimáticos e microclimáticos regionais. Monteiro (1976) propôs uma organização de divisão taxonômica para os espaços zonais, regionais e locais. Oliver e Fairbrigde (1987), Atkinson (1987), Ribeiro (1992), Jesus (1995), Mendonça e Oliveira (2007) desenvolveram discussões referentes à escala na abordagem climatológica.

Devido aos novos ritmos impostos pela ação da sociedade no meio natural, os impactos naturais implicaram a necessidade de estudos na escala de intervenção, envolvendo novos métodos de diagnóstico e monitoramento das condições atuais que geraram a preocupação de detalhar cada vez mais as áreas de estudo.

Ribeiro (1992) destaca que a integração de fenômenos num dado tempo e espaço criariam unidades, sendo que a cada nível escalar corresponderia a uma abordagem específica, coerente com a extensão espacial, duração do fenômeno e técnicas analíticas empregadas.

Nesse contexto, cabe ressaltar que a abordagem da escala é um dos aspectos mais importantes para as pesquisas em Climatologia Geográfica, haja vista a necessidade de o pesquisador delimitar a escala e a partir dela decidir quais os procedimentos a serem utilizados em sua pesquisa.

A atual complexidade da relação entre o meio ambiente e a sociedade passa necessariamente pelo diagnóstico de como o clima e seus elementos interferem, são modificados e ao mesmo tempo são derivados pela ação do homem.

Para Jesus (2008), as intervenções antrópicas são capazes de produzir microclimas e alterar substancialmente o clima local, projetando seus efeitos gradativamente no âmbito das escalas intermediárias do clima (climas sub-regionais e mesoclimas).

O ambiente atmosférico é regido por um conjunto integrado de fenômenos que se encadeiam e se superpõem no tempo e no espaço. Os fenômenos existem sob as mais diversas ordens de grandeza, convivem concomitantemente em regime de trocas energéticas recíprocas e interdependentes, entre tempo e espaço, que se integram a níveis escalares hierarquizados (tamanho, duração, frequência e intensidade) dos fenômenos atmosféricos (JESUS, 2008).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a escala climática diz respeito à dimensão, ou ordem de grandeza, espacial (extensão) e temporal (duração), segundo a qual os fenômenos climáticos são estudados.

Nos estudos da Climatologia Geográfica, o clima pode ser estudado tanto pela dimensão espacial como pela dimensão temporal, ou conjuntamente nos mais variados estudos. E essas escalas do clima obedecem a ordens de grandeza em suas dimensões espacial e temporal.

Para Jesus (2008), os fenômenos meteoroclimáticos, na maioria das vezes, são produzidos por mecanismos semelhantes, porém, com graus de intensidades e espacialidades de ocorrência diferenciada. Há uma controvérsia entre os climatólogos e meteorologistas quanto à escala climática, pois, em suas diversas abordagens sobre a grandeza do clima, observa-se grande variação tanto na nomenclatura como nas dimensões espaciais e temporais de análise.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) organizaram um quadro que ressalta os termos e as dimensões espaciais e temporais de maior aceitação climatometeorológico, o qual se baseia na flexibilidade entre as diversas grandezas, conforme o Quadro 4:

Quadro 4: Organização das escalas espacial e temporal do clima.

Ordem de Grandeza	Subdivisões	Escala Vertical	Escala Horizontal	Temporalidade das Variações mais Representativas	Exemplificação Espacial
Macroclima	Clima zonal Clima regional	> 2.000 km	3 a 12 km	Algumas semanas a vários decênios.	O globo, um hemisfério, oceano, continente, mares etc.
Mesoclima	Clima regional Clima local Topoclima	2000 km a 10 km	De 12 km a 100 metros	Várias horas a alguns dias.	Região natural, montanha, região metropolitana, cidade etc.
Microclima		10km a alguns metros	Abaixo de 100 metros	De minutos ao dia.	Bosque, uma rua, uma edificação, casa etc.

Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Como se observa no Quadro 3, o autor divide pela ordem de grandeza escalar (Macroclima, Mesoclima e Microclima), e essas são subdivididas em: Zonal, Regional (Macro), Regional (Meso), Local, Topoclima e Microclima. Todas de acordo com suas escalas horizontal e vertical, além de sua temporalidade. Isso vem a facilitar os estudos de Clima.

Atualmente um dos grandes problemas de definições de escalas é o grau de percepção da complexidade da relação entre o meio ambiente e a sociedade, ao se pensar como os atributos do clima interferem, são alterados e/ou modificados e ao mesmo tempo são derivados pela ação humana.

A partir dessa relação complexa, Monteiro (1999) relaciona os fatores geográficos causais com os padrões de organização natural:

No problema das “escalas” do clima, constatamos que enquanto naquela “zonal” estamos muito ligados à fundamentação físico-meteorológica que nos capacita a entender os fenômenos básicos do desempenho atmosférico, na escala “regional” estamos bem mais envolvidos com fatores geográficos causais na definição de interações que produzem padrões de organização natural a serviço da adaptação ou derivação humana (MONTEIRO, 1999, p.25).

E por essa interação dos fatores geográficos, climáticos e as intervenções antrópicas, pode-se alterar consideravelmente o clima local, projetando gradativamente nas demais escalas intermediárias do clima.

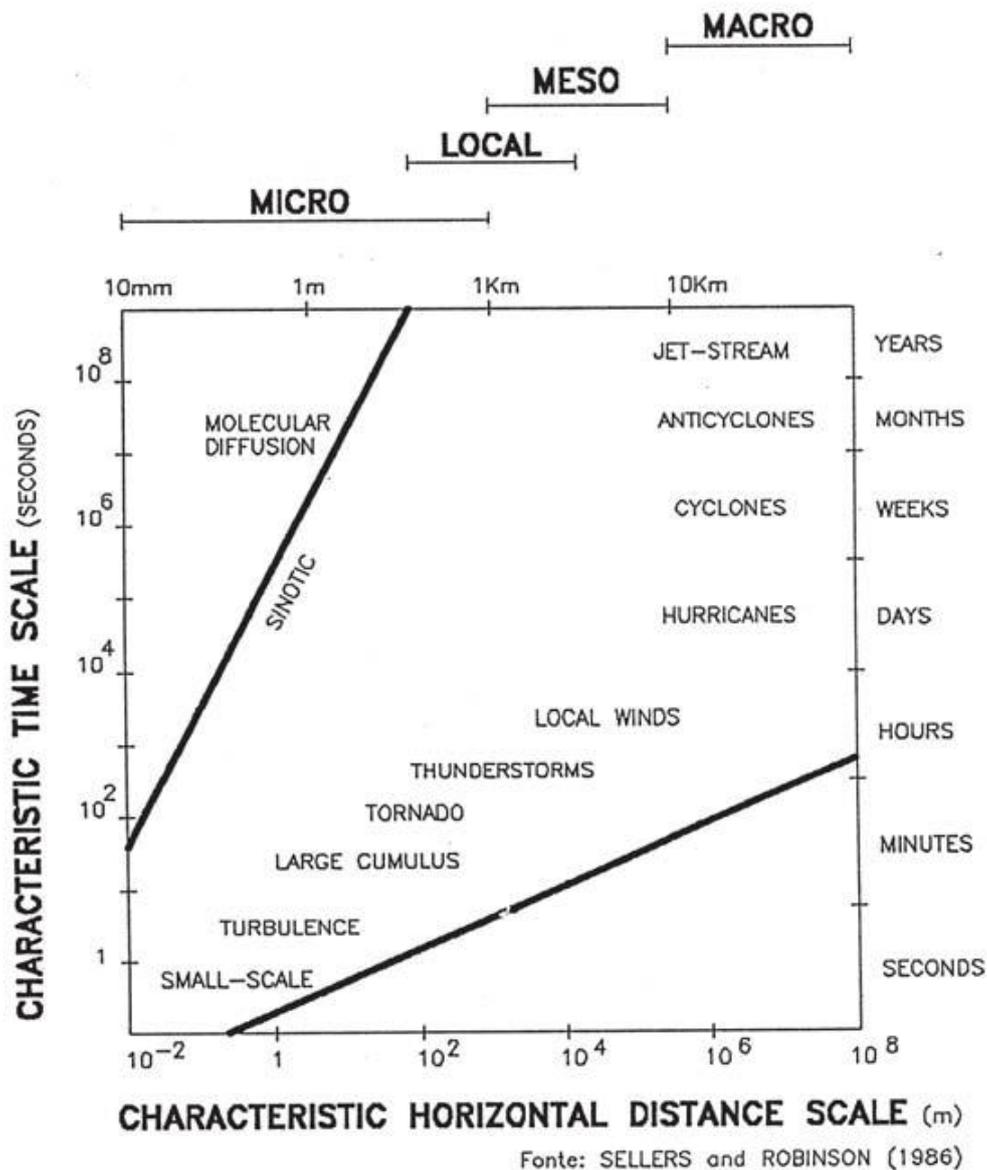
Por isso, a Climatologia Geográfica uma das maiores dificuldades em se trabalhar na análise climatológica é a definição da escala, pois a partir da sua determinação pode-se dialogar com os dados e procedimentos utilizados na

pesquisa. Em alguns momentos surgem questionamentos inerentes a essas condições de definições como, Qual a escala a se trabalhar? Quais os procedimentos operacionais e dados utilizar? Dentre outras.

Considerando a atmosfera, na figura 2 evidenciam-se as características de alguns eventos meteorológicos, correlacionando o ciclo de duração de cada um deles com as suas respectivas dimensões de observação (micro, meso e macro) e temporalidades de ocorrência na atmosfera, desde frações de segundo até meses e anos de duração.

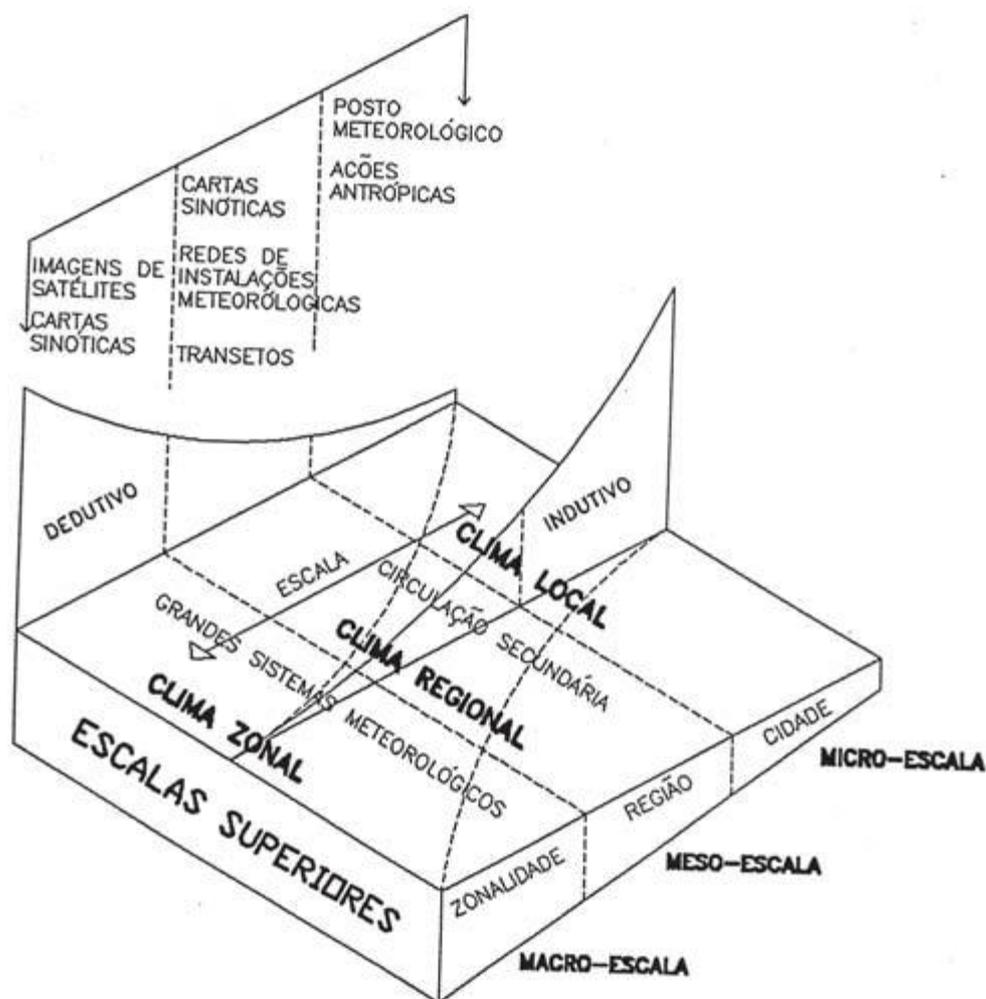
Para Jesus (2008), os estudos dos fenômenos relacionados com o comportamento da atmosfera são orientados no sentido da compreensão de sua extensão (espaço) e de sua duração (tempo). Para efeito de melhor compreensão dos estudos do clima, foi preciso se estabelecer um referencial escalar, com possibilidades metodológicas, isto é, uma escala taxonômica como parte da própria pesquisa climatológica.

Figura 2: Escala tempo espacial dos fenômenos meteoroclimáticos



A partir do uso de informações dos eventos meteorológicos e possibilidades metodológicas para o estudo do clima, Jesus (2008) adaptou um fluxograma de definição de escala espacial, com o objetivo de contribuir com representação escalar na Climatologia Geográfica, visto a seguir na figura 3:

Figura 3: Escala de análise de estudo do clima



Fonte: JESUS, 2005.

Quanto à grandeza escalar, entre os geógrafos climatólogos e os meteorologistas, existe uma pequena divergência no tocante à terminologia referente à questão das escalas do clima. As grandezas escalares atribuídas ao estudo do clima para os geógrafos priorizam a questão espacial, enquanto que as escalas do clima para o meteorologista priorizam a questão temporal (JESUS, 2005).

Dessa maneira, deve-se observar não só a dimensão espacial no momento de definição da escala, mas a indissociabilidade entre a dimensão espacial e o fenômeno climático estudado, além da relação intrínseca entre a escala

cartográfica e geográfica, no qual a primeira está ligada a dimensão espacial da unidade observada, enquanto a segunda, a questão conceitual do tema gerador.

2.7.1. Escalas Espaciais

Para este trabalho serão apresentadas as concepções da escala espacial do clima segundo os autores Emanuel de Jesus (2008), Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Sorre (2006) e Andrade (2005).

- Macroclima

Segundo Jesus (2008), o macroclima divide-se em subescalas, desdobra-se em climas zonais que são divididos em unidades menores, e novos fatores geográficos assumem efeitos significativos sobre as condições climáticas. Nesse nível de abordagem, inserem-se os climas regionais e, no interior destes, aparecem os mesoclimas.

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), é a maior das unidades climáticas que faz o compartimento do clima no globo e compreende áreas muito extensas da superfície da Terra. Sua abrangência vai desde o Planeta (clima global), passando por faixas ou zonas (clima zonal), até extensas regiões (clima regional).

- Mesoclima

Jesus (2008) fala que essa escala apoia-se na identificação do ritmo anual, sazonal e mensal dos elementos do clima que representem os mecanismos da atuação dos sistemas de circulação atmosférica secundária. É necessário também, conhecer a situação sinótica da atmosfera regional a fim de se definir a posição dos centros de ação atuantes (células ciclônicas e anticiclônicas).

Mendonça e Oliveira (2007) caracterizam esse nível como uma unidade intermediária entre as de grandeza superior e inferior do clima. As regiões naturais interiores aos continentes, inferiores àquelas da categoria superior, como grandes florestas, extensos desertos ou pradarias etc. Para esses autores, o clima regional, é uma subunidade de transição entre a ordem superior e esta.

Segundo Andrade (2005), esse nível escalar corresponde à influência integrada da cidade (compreendendo vários climas locais). Podem considerar-se igualmente como efeitos de meso escala os efeitos 'extras urbanos', de dimensão aproximada ou superior à da própria cidade (sistemas de brisas, barreiras topográficas, etc.). Nesse caso o autor deixa clara a influência dos fatores urbanos no clima.

- Microclima

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2008), é a menor e mais imprecisa unidade escalar climática, sua extensão pode ir de alguns centímetros a até algumas dezenas de m², tendo autores que consideram até a centenas de m².

Segundo Sorre (2006), para entender esse nível é necessário tomar como ponto de partida a escala local (espaço) ou estacional (tempo), pois corresponde a uma realidade concreta e, num certo sentido, elementar.

Já para Andrade (2005), o microclima reflete a influência de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos mais elementares (edifícios e suas partes constituintes; ruas e praças, pequenos jardins); a dimensão típica pode ir até cerca de uma centena de metros. Para ele, os fatores urbanos interferem no comportamento do clima da cidade, gerando condições atípicas ao local, como a geração de ilhas de calor, por exemplo.

2.7.2. Escalas Temporais

Segundo Jesus (2008), as grandezas escalares atribuídas ao estudo do clima para os geógrafos priorizam a questão espacial, enquanto que as escalas do clima para o meteorologista priorizam a questão temporal. Talvez, por isso, não se tenha um número satisfatório de publicações de Geógrafos que discutem essa dimensão da escala temporal.

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a escala temporal é dividida em: Escala geológica, Escala Histórica e Escala contemporânea. A saber:

- Escala geológica: nesta escala de abordagem são estudados os fenômenos climáticos que ocorreram no Planeta desde a sua formação. É nessa escala que são

desenvolvidos os estudos ligados à Paleoclimatologia, ou seja, o estudo dos climas do passado, elaborados a partir de alguns indicadores biológicos, litológicos e morfológicos.

- Escala histórica: trata-se também do estudo do clima do passado; porém, somente do período da história registrada pelo homem. Vários documentos são utilizados para a elaboração deste tipo de análise climática.

- Escala contemporânea: é dentro desta escala que trabalha a maioria dos climatólogos da atualidade. Para elaboração de estudos dentro dela, é preciso que haja uma série de dados meteorológicos produzidos por uma ou mais estações meteorológica, de preferência superior a 30 anos.

Para um estudo na área da Climatologia Geográfica, deve-se considerar tanto a escala espacial como temporal, pois existe uma relação complementar entre elas. Essa relação espaço temporal contribuirá com a sustentação dos procedimentos metodológicos escolhidos e análise dos dados levantados.

2.7.3. Categorias taxonômicas do clima

Serafini Jr, *et al.* (2008) falam da adequação de escala climatológica para que se possa realizar uma melhor análise dos estudos em Climatologia Geográfica. A partir dessas indicações, foi elaborado um quadro de escala temporal e espacial.

Quadro 5: Quadro de organização escalar temporal e espacial.

NÍVEIS	ESCALA TEMPORAL	ESCALA ESPACIAL
Ao nível zonal pode-se dizer que as influências que predominam sobre essa dimensão são as latitudes, altitudes, continentalidade/maritimidade, posição relativa Terra-Sol e rotação terrestre.	Mínimo 30 anos (mensais ou anuais)	1:50.000.000 – 1:10.000.000 (escala pequena)
3. Ao nível regional , unidade intermediária entre as grandezas superiores e	De 5 a 10 anos (ideal é uma série de 30 anos). Mensais/anuais – ano	1:5.000.000 – 1:2.000.000 (escala média).

inferiores, os fatores que influenciam é a circulação atmosférica regional, presenças de climas intra-regionais controlados pelo relevo, etc.	padrão (secos, úmidos ou normais).	
3. Em relação ao nível local , os fatores que influenciam são as atividades humanas, além da necessidade de outros estudos de Geomorfologia, pedologia, vegetação, etc.	De 5 a 10 anos (ideal é série de 30 anos) – mensais e anuais.	1:100.000 – 1:250.000 (escala média a grande).
4. A nível topoclimático busca-se entender as relações existentes entre os atributos climáticos e as características topográficas, a partir dos dados registrados e armazenados nos equipamentos instalados ao longo da área de estudo. Os fatores que influenciam são: topografia, exposição/orientação e forma das vertentes.	Um fenômeno (diário e horário).	1:10.000 – 1:5.000 (escala grande).
5. Ao nível microclimático , os fatores que influenciam são: pequenos deslocamentos de ar, cobertura do solo, vegetação, edificações, circulação intensiva de automóveis e pessoas, etc.	Um processo (instantâneo).	1:2.000 – 1:500 ou 1:1 (plantas ou croquis)

Fonte: Organizado pelo autor.

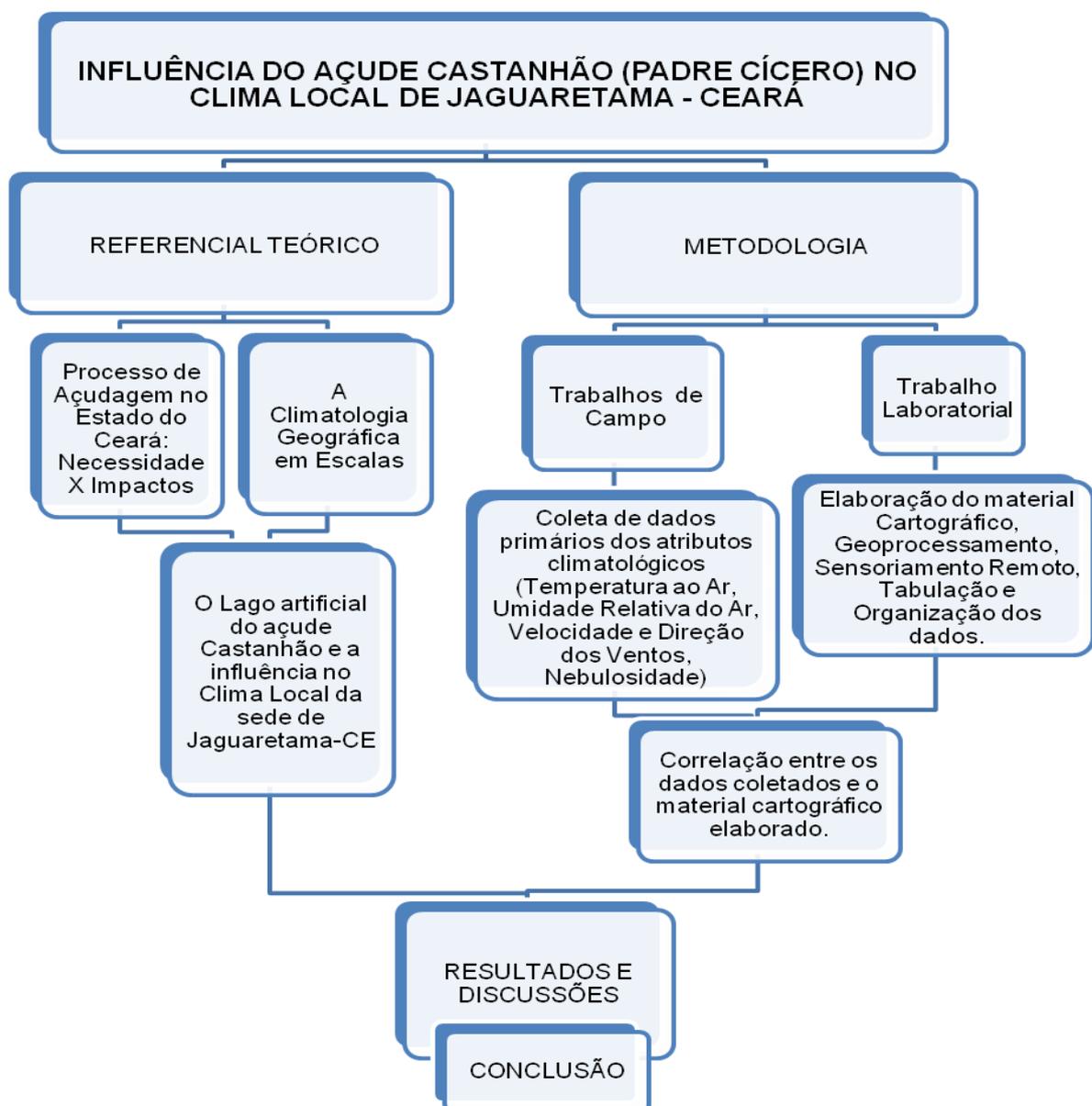
Cabe ressaltar que essas formas de apresentações de escalas do clima não são engessadas quanto a suas escolhas e análises, pois dependendo do autor e da área de estudo pode-se encontrar outras nomenclaturas e divisões escalares. Portanto, aconselha-se escolher a escala e o autor de acordo com a proximidade da realidade do seu objeto de estudo. Este estudo foi desenvolvido fundamentalmente em escala de nível local.

3

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

A partir da realização deste estudo, foi elaborado um fluxograma da pesquisa, no qual sistematiza todas as etapas realizadas durante seu desenvolvimento, conforme figura 4.

Figura 4: Fluxograma metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

3.1. Etapas da pesquisa

Este estudo iniciou com a revisão bibliográfica por meio de obras disponibilizadas em bibliotecas da Universidade Federal do Ceará (UFC), nos laboratórios do Departamento de Geografia e Departamento de Engenharia Hidráulica da UFC e Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE), de trabalhos pesquisados na internet como teses, dissertações e artigos publicados em periódicos, dentre outros.

Para completar o material de consulta foram realizadas visitas aos órgãos públicos que disponibilizaram materiais sobre a área de estudo e sobre temas relevantes discutidos nessa pesquisa. Como órgãos visitados listam-se: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS – sedes Fortaleza e Nova Jaguaribara); Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH); Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE); Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Além de visitas a Prefeituras e Secretarias dos municípios de Jaguaretama.

Foram realizados 09 trabalhos de campo. No Quadro 6 é possível visualizar os períodos de trabalhos de campo, tanto para coleta de dados primários como para visitas de reconhecimento da área da pesquisa e idas a prefeituras e secretarias dos Municípios de Jaguaretama.

Quadro 6: Quadro de organização dos trabalhos de campo da pesquisa.

Trabalhos de campo	Períodos
Campo 1: Reconhecimento da área de pesquisa	20 de Abril de 2012
Campo 2: Coleta de dados primários para o período chuvoso de 2012	02 03 e 04 de maio de 2012
Campos 3 e 4: Ida ao Município de Nova Jaguaribara e Morada Nova	08 e 09 de setembro de 2012/ 23 e 24 de setembro de 2012
Campo 5: Coleta de dados primários para o período seco de 2012	01 02 e 03 de novembro de 2012

Campo 6: Coleta de dados primários para o período chuvoso de 2013	02 03 e 04 de maio de 2013
Campo 7: Visita a Sede do DNOCS localizada em Nova Jaguaribara	16 17 e 18 de junho de 2013
Campo 8: Visita aos órgãos públicos do Município de Jaguaretama	10 e 11 de agosto de 2013
Campo 9: Coleta de dados primários do período seco de 2013	01 02 e 03 de novembro de 2013

Fonte: Organizado pelo pesquisador, 2014.

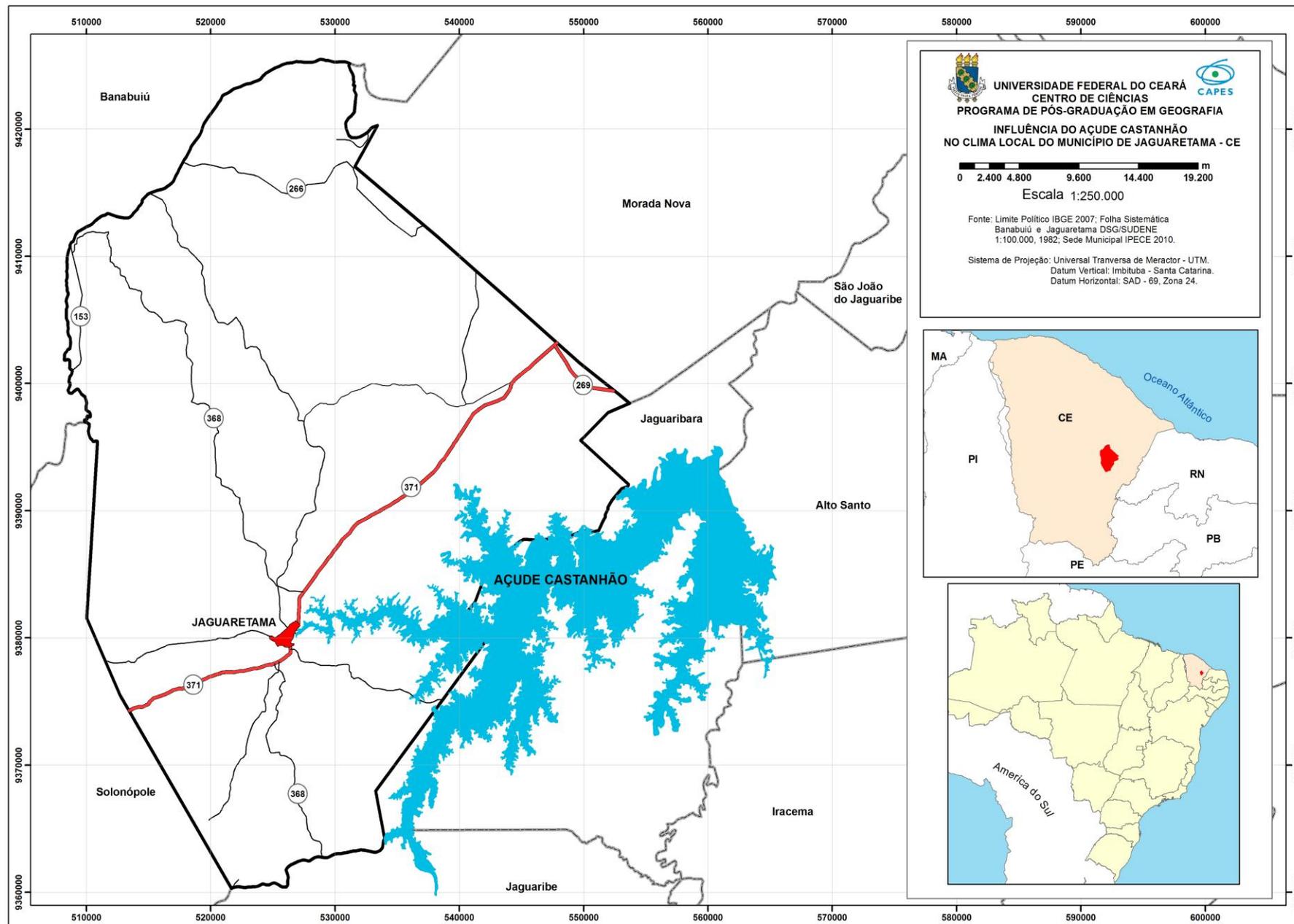
3.2. Pontos de coleta de dados e medições dos atributos climáticos

O município de Jaguaretama está localizado na área centro-leste do estado do Ceará. Localiza-se a uma latitude de 5° 36' 46" Sul e uma longitude de 38° 46' 01" Oeste, estando a uma altitude de 100 m. Segundo dados do IBGE (2010), a contagem da população indicava, 17. 863 habitantes; densidade demográfica de 10,15 hab/km² com e área de unidade territorial de 1.759,401 km² que abrange a composição das cartas topográficas: Senador Pompeu (SB. 24-V-D-VI), Jaguaretama (SB. 24-X-C-IV), Iguatu (SB. 24-Y-B-III) e Orós (SB. 24-Z-A-I).

Tem como municípios limítrofes: a Norte, Morada Nova e Banabuiú; a Sul: Solonópole, Jaguaribe e Jaguaribara (antiga, atualmente barragem do açude Castanhão); a Leste: Jaguaribara, Morada Nova e Alto Santo e; a Oeste: Banabuiú e Solonópoles. O município de Jaguaretama está a aproximadamente 240 km da capital cearense. Na figura 5 consta a localização do Município de Jaguaretama em relação ao estado do Ceará, com destaque a presença do açude Padre Cícero (Castanhão). Cabe ressaltar que para este estudo realizou-se as medições na sede desse município.

A escolha foi pela sede de Jaguaretama para realizar a transecção dos pontos, pelo fato do município, dentre outros que recebem influência direta do lago artificial, ser a área urbana e a região de altimetria mais baixa, além da direção dos ventos em escala local está orientada de LE a SW.

Figura 5: Localização do Município de Jaguaretama



Fonte: Lira e Dantas, 2014.

Devido à ausência de dados secundários dos atributos climatológicos para área de estudo, decidiu-se realizar coleta primária por meio de medições episódicas.

Para a coleta de dados primários dos atributos climatológicos elencados, a saber: Temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos e nebulosidade foram realizados 4 trabalhos de campo. Seguindo os períodos que determinam a variabilidade climática para o estado do Ceará, sendo os períodos contrastantes da quadra chuvosa (fevereiro a maio) e período seco (segundo semestre do ano).

Para este estudo ficou definida a temporalidade das medições para os anos de 2012 e 2013, sendo duas medições por cada ano. Assim contemplando tanto o período chuvoso no outono austral como período seco na primavera de ambos os anos. Quanto à escolha dos meses para realização das medições pensou-se nos meses de maio e novembro por assumirem condições importantes quanto ao contraste de períodos, chuvoso e seco, respectivamente.

A escolha dos pontos da transecção fixa

Após a definição dos períodos de coleta dos dados, iniciou-se a escolha dos pontos fixos para determinar a realização da análise. A partir de levantamentos realizados na área de estudo foi possível delimitar tais pontos.

Os pontos de coleta de dados foram definidos por meio de uma transecção perpendicular de 3 pontos fixos, escolhidos dado ao questionamento sobre a possível influência do lago artificial gerado pela construção do Açude Público Castanhão no clima local, por locais que poderiam oferecer segurança durante as medições, e por locais com características semelhantes, ou seja, do ponto de vista de não existir outros fatores que condicionariam influências na regulação higrométrica no local.

Os pontos foram delimitados (MAPA 1) a partir da borda do reservatório (P1) com coordenadas geográficas 5° 36' 51"S e 38° 45' 39"W, passando pelo ponto central da sede do município (P2) com coordenadas geográficas 5° 36' 42"S e

38°45'59"W até chegar ao ponto representativo da área rural de Jaguaretama (P3) com coordenadas geográficas 5°36'28"S e 38°45'58"W.

A distância dos pontos foi distribuída a cada 700 metros, aproximadamente, partindo da borda do lago (0m) seguindo pelo ponto central (725m em relação ao ponto 1) e finalizando no ponto rural (1468m em relação ao ponto 1). Quanto aos valores de altimetria tem-se para o P1 (112m), para o P2 (122m) e para o P3 (128m). Abaixo segue o quadro/resumo da delimitação dos pontos de transecção da pesquisa:

Quadro 7: Informações dos pontos de coleta da pesquisa.

Pontos	Local	Altimetria (m)	Total distância (m)
Ponto (P1)	Borda do lago artificial	112 m	0 m
Ponto (P2)	Centro da sede municipal	122 m	725 m
Ponto (P3)	Zona Rural	128 m	1468 m

Fonte: Organizado pelo pesquisador, 2014.

Para este estudo foi realizado um perfil de 24 horas consecutivas, a cada hora, simultaneamente nos 3 pontos, coletaram-se dados dos atributos climáticos de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e nebulosidade, além de observações de direção dos ventos, tipologia das nuvens, infraestrutura dos locais dos pontos, dentre outros.

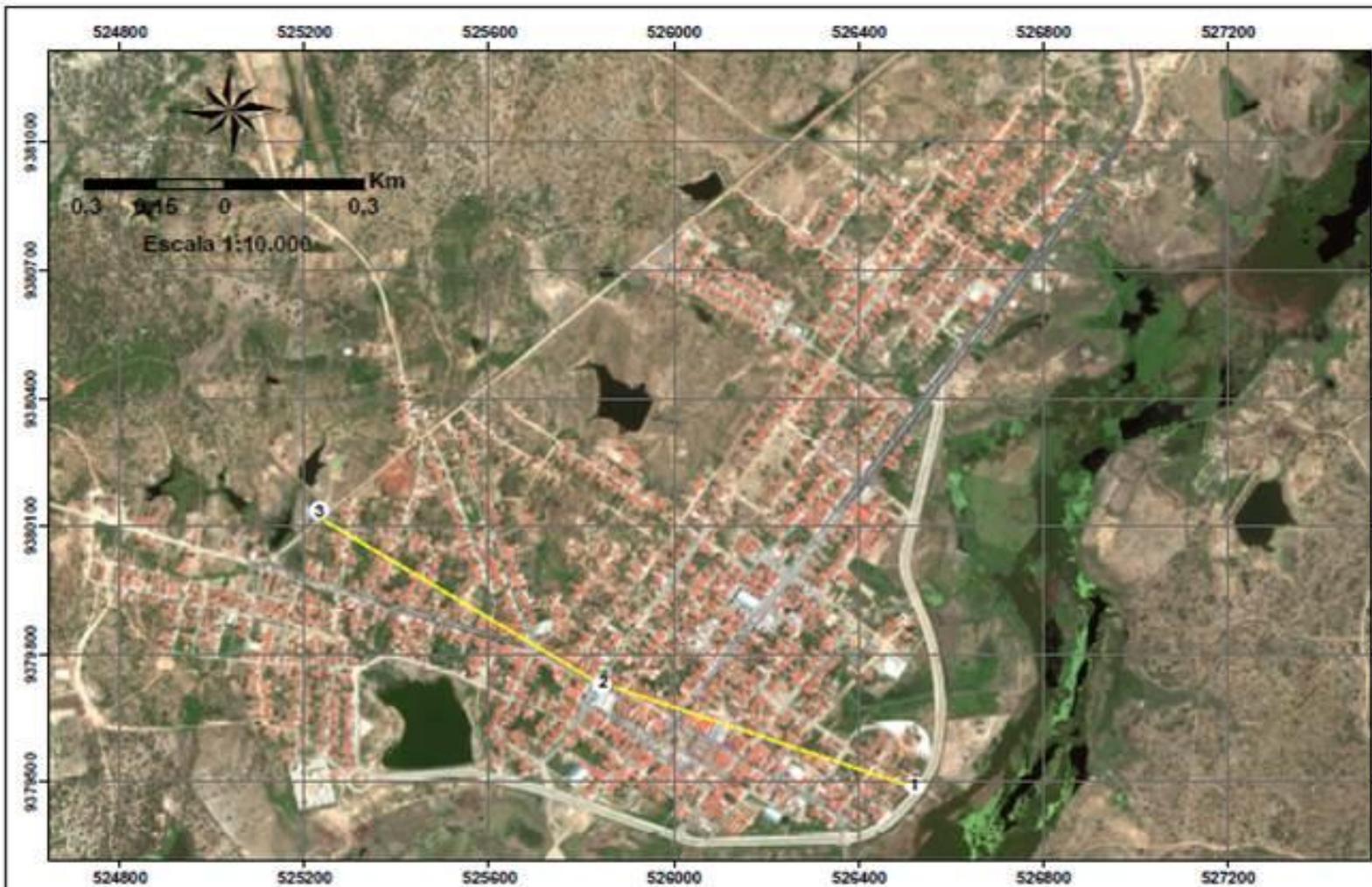
As medições episódicas iniciaram-se tanto no período dos meses de maio de 2012 e 2013 como no período dos meses de novembro de 2012 e 2013, no horário de 07h00min do segundo dia de trabalho de campo até 06h00min do terceiro de trabalho de campo, contabilizando assim 24 horas de medição para cada episódio, em três dias consecutivos.

Todas as informações coletadas foram registradas em tabelas de coleta de dados primários organizadas pelo pesquisador (APÊNDICE), onde nesta é possível consultar tanto os valores dos atributos levantados como as informações das observações locais dos pontos.

Quanto as características dos pontos de medições, no ponto da borda do açude (P1) verifica-se uma área com presença de vegetação de pequeno porte, com estrutura de vias em calçamentos, circulação de automóveis (por existir uma ponte que circunda a área da borda do açude em relação ao município) e pouca circulação de pessoas. Esse ponto fica próximo à avenida do contorno construída em caráter de emergência no ano de inundação do lago (2003) com o objetivo de proteger a cidade de possíveis alagamentos.

No ponto central (P2), localizado na igreja matriz da cidade, verifica-se uma área com pouca vegetação, pavimentação constituída por calçamentos, intensa circulação de motos, automóveis e pessoas, além da presença de edificações residenciais e comerciais.

No ponto rural (P3), verifica-se uma região com pouca vegetação, quando existente há predomínio de uma vegetação de pequeno porte, pouca circulação de pessoas e automóveis e residências espaçadas.

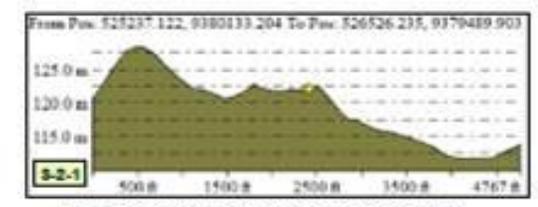
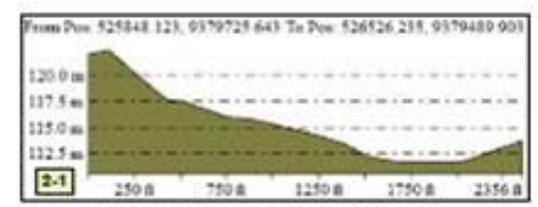
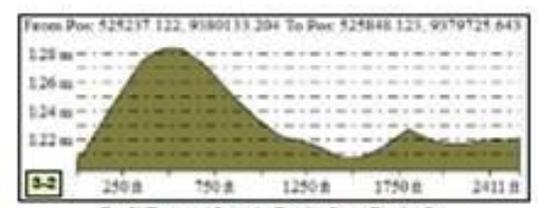


Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semiárido
 INFLUÊNCIA DO AÇUDE CASTANHÃO (PADRE CÍCERO)
 NO CLIMA LOCAL DO MUNICÍPIO DE JAGUARETAMA - CEARÁ

Autor: Sullivan Pereira Dantas
 Orientadora: Profª Drª Marta Celina Linhares Sales

Mapa 01

Mapa de Transecção dos Pontos



1 - Borda



2 - Centro



3 - Rural

Fonte: Google Earth 2013; SRTM EMBRAPA, 2013;
 DANTAS, 2013; LIRA, 2013.

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator - UTM.
 Datum Vertical: Imbuza - Santa Catarina.
 Datum Horizontal: SAD - 69, Zona 24.

3.3. Equipamentos utilizados

Para esta pesquisa foram utilizados equipamentos disponibilizados pelo Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH) do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A partir dos parâmetros de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e nebulosidade foi possível obter dados primários que subsidiaram os resultados e discussões.

Calibração dos aparelhos

A calibração dos aparelhos foi realizada em momentos pré-campo e *in locu* com o objetivo de verificar a fidelidade dos valores das medições de todos os equipamentos utilizados na pesquisa.

Por meio de medições simultâneas de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e nebulosidade, os aparelhos foram dispostos um ao lado do outro para que se pudesse verificar a calibragem correta dos valores, e a partir disso iniciar as medições.

Instrumentos de campo

A partir da escolha dos pontos fixos em transeção, procedeu-se a coleta dos dados utilizando-se a proposta de Monteiro (1990c), que consiste na utilização de miniabrigos meteorológicos. Os miniabrigos meteorológicos foram constituídos de psicrômetros, ou seja, pares de termômetros (bulbo seco e bulbo úmido) para medidas de temperatura e estimativas de umidade relativa do ar.

Para a medição da temperatura do ar e da umidade relativa foi utilizado o psicrômetro de funda giratório do fabricante meteoro instrumentos, esse consiste em um aparelho revestido por material de madeira e uma haste também de madeira com um conector que facilita o giro do instrumento. Na parte central deste psicrômetro encontram-se dois termômetros de mercúrio (bulbo seco e o bulbo úmido) que realiza a medição da temperatura do ar seco e com o auxílio da umidificação simulada com água líquida em algodão preso na ponta do termômetro do bulbo úmido é possível valorar a umidade relativa do ar em porcentagem (%).

A partir da coleta realizada nas medições episódicas com esse instrumento foi possível calcular, através de fórmulas, os valores de temperatura efetiva e umidade relativa do ar. Foram utilizados 3 instrumentos para uso contínuo em todos os campos da pesquisa e mais 2 instrumentos de reserva, também calibrados, caso houvesse algum problema durante as medições.

Para a coleta de dados de direção de ventos e velocidade de ventos foram utilizados bússolas e anemômetros digitais AD-250 do fabricante *Instruterm*, respectivamente. Da mesma forma que os psicrômetros, esses instrumentos foram calibrados em laboratório e minutos antes do início das medições; também foram utilizados 3 instrumentos de ambos para cada medição realizada. Esse foi capaz de medir tanto a velocidade máxima como a mínima, podendo ser mensuradas em m/s ou km/h, para esse trabalho os dados foram medidos em m/s.

Para a obtenção das coordenadas geográficas e dos dados de altimetria foi utilizado o aparelho de GPS “*Global Positioning System*” da marca Garmin, do fabricante *Etrex*.

Figura 6: Instrumentos utilizados nos pontos de coleta

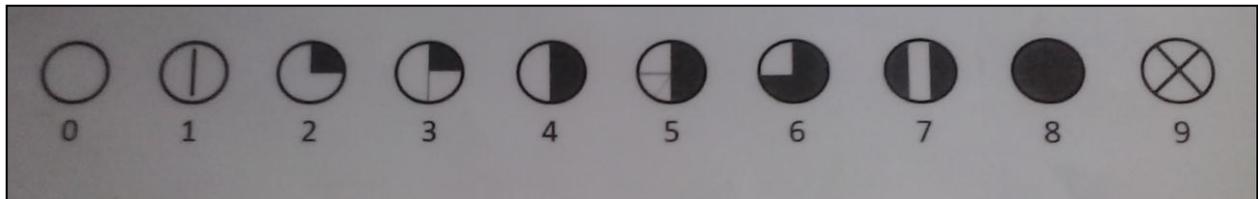


Fonte: Organizado pelo autor, 2014.

No calculo de nebulosidade do ar foi utilizada a tabela de indicação da simbologia da nebulosidade, cujos símbolos identificam os fenômenos que representam. A nebulosidade é expressa por oitavos de cobertura de céu, conforme

figura a seguir. O numeral 9 significa que o céu está oculto da visão do observador, não sendo possível determinar a fração coberta.

Figura 7: Tabela de indicação da simbologia da nebulosidade



Fonte: Vianello & Alves, 1996.

Para as observações realizadas, consideraram-se as informações de tabelas psicrométricas, tabela com a indicação da simbologia de nebulosidade e tabela com classificação de nuvens.

3.4. O uso do Geoprocessamento e as técnicas aplicadas

Levantamento cartográfico

O mapeamento do município de Jaguarétama/CE foi de grande importância para a caracterização e análises posteriores. A etapa possibilitou espacializar as diferentes categorias para estudo. Apresentam-se dados importantes acerca da dinâmica geoambiental, conhecendo-se inicialmente a setorização do meio físico.

Para esse estudo foram utilizados os seguintes materiais para base cartográfica da área:

- Mapa geológico do estado do Ceará em escala de 1: 500.000 (CPRM, 2003).
- Mapa geológico do projeto RADAMBRASIL em escala de 1: 1.000.000 (BRASIL, 1981).
- Mapa geomorfológico do projeto RADAMBRASIL em escala de 1: 1.000.000 (BRASIL, 1981).

- Folha Sistemática Banabuiú (MI 894 SB-24-X-C-I) e Jaguaretama (MI 971 SB-24-X-C-IV) DSG/SUDENE em escala de 1: 100.000 (SUDENE, 1967).
- Mapa Exploratório/Reconhecimento de Solos do estado do Ceará em escala de 1: 600.000
- Atlas do Ceará (IPLANCE, 1989).
- Limite Municipal do IBGE, 2007.

Para este estudo realizou-se o mapeamento do Município de Jaguaretama com o objetivo de auxiliar na caracterização da área de estudo e seu entorno. Na elaboração dos mapas optou-se pela utilização do Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator – UTM; Datum Horizontal SAD – 69, zona 24.

As informações levantadas nos mapas de localização, geologia, geomorfologia, recursos hídricos, fitoecológico e solos foram elaborados na escala de 1: 250.000. Essa escala foi utilizada devido à área do município de Jaguaretama e da presença do lago artificial do Castanhão.

A base da área de pesquisa, ou seja, a delimitação do município estudado, a qual deu subsídios para a confecção de todos os outros mapas, foi elaborada utilizando a Folha Sistemática Banabuiú e Jaguaretama DSG/SUDENE em escala de 1: 100.000. A escolha da base da SUDENE para a delimitação foi definida pela sua qualidade dos dados, o que proporcionou uma maior segurança no manuseio dos dados cartográficos. Para a elaboração do mapeamento foi utilizado o *Software ArcGis 10*.

Para a confecção do mapa geológico foram utilizadas as bases da CPRM (2003) e do projeto RADAMBRASIL (1981). Embora sejam trabalhos diferenciados, ambos deram subsídio às análises da área de estudo, no entanto foram utilizadas as cores e as legendas da CPRM (2003), devido à disponibilidade do material em forma digital.

O mapa geomorfológico foi elaborado seguindo critérios discutidos em laboratório e nos trabalhos de campo. Para tanto foram utilizados o mapa geológico da CPRM (2003).

O mapa de recursos hídricos foi feito a partir da base das cartas da SUDENE – folha Banabuiú e Jaguaratama e base de espelhos d'água da FUNCEME (2010).

Para a sistematização do mapa de solos foram utilizados os dados referentes aos estudos de solos realizados no Ceará. Para tanto, foi utilizado o mapa Exploratório/Reconhecimento de solos do Estado do Ceará (1972).

Para a elaboração do mapa de direção dos ventos foi utilizado a base de dados e mapas cartográficos produzidos pelo projeto do Atlas de Potencial Eólico Brasileiro. Foi desenvolvido entre a parceria do Ministério de Minas e Energia, Eletrobás, Centro de Pesquisa de Energia Elétrica, Centro de Referência para Energia Solare Eólica Sérgio Brito.

Esse Atlas tornou-se possível pelo desenvolvimento do MesoMap, um abrangente sistema de software de modelamento numérico dos ventos de superfície. Esse sistema simula a dinâmica atmosférica dos regimes de vento e variáveis meteorológicas correlatas, a partir de amostragens representativas de um banco de dados validado para o período 1983/1999. O sistema inclui condicionantes geográficas como o relevo, a rugosidade induzida por classes de vegetação e uso do solo, as interações térmicas entre a superfície terrestre e a atmosfera, inclusive efeitos do vapor d'água presente. Essas simulações são balizadas por referências existentes, tais como grades de dados meteorológicos resultantes de reanálises, radiossondagens, vento e temperatura medida sobre o oceano e medições de vento de superfície já realizadas regionalmente no Brasil. Entre estas últimas, foram selecionadas apenas as medições com qualidade adequada para referenciar o modelo ou referências coerentes representativas de grandes áreas.

Os resultados dessas simulações foram apresentados em mapas temáticos, que representam os regimes médios de vento (velocidade, direções

predominantes e parâmetros estatísticos de Weibull) e fluxos de potência eólica na altura de 50m, na resolução horizontal de 1km x 1km, para todo o País.

Uso de softwares

• Espacialização das chuvas

Por meio do processo de interpolação realizado no *software Suffer 10.0* foi possível espacializar a precipitação pluviométrica do município de Jaguaratama tomando como base de dados sete postos pluviométricos de localidades internas ao território e municípios vizinhos.

Para este trabalho foi utilizado o modelo de Krigagem simples, que assume a média como estatisticamente constante para toda área. A krigagem é um método de interpolação que se utiliza de geoestatística, este, possui em sua base conceitual dois importantes fundamentos: o das variáveis regionalizadas e das funções aleatórias (MIRANDA, 2005).

• Balanço Hidroclimatológico

O balanço hidroclimatológico, desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955) é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela chuva (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal (Camargo, 1971; Pereira et al., 1997).

Foram utilizados dados normais de chuvas totais mensais (P) pertencentes aos postos pluviométricos de monitoramento da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará (FUNCEME), para estimar a média pluviométrica neste estudo utilizaram-se dados de chuvas de 15 anos consecutivos. A temperatura média mensal foi estimada a partir de dados das coordenadas geográficas em conjunto aos de altimetria da localidade em um software de

equações de regressões múltiplas desenvolvido por Gessivaldo Costa em 2007. Por meio desse programa é possível estimar médias de temperaturas mensais para os municípios, com a inserção de dados de coordenadas geográficas e de altimetria da área de estudo.

Esses dados foram utilizados na elaboração do balanço hídrico climatológico, empregando-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), através do programa “BHnorm” elaborado em planilha EXCEL por Rolim et al. (1998). Como capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 60mm.

Como resultado, o balanço hídrico fornece as estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM) para cada mês do ano.

• **Definição da tipologia pluviométrica anual**

Para a definição de uma tipologia pluviométrica do ano considerou-se a técnica de definição de ano padrão do Box Plot como metodologia de descrição de dados. Essa técnica desenvolvida por Vieira (1999) e adaptada para definição de ano padrão por Galvani & Luchiari (2004) corroborou com a discussão sobre a classificação de anos úmidos, medianos e anos secos para a área de estudo.

Na Climatologia é comum classificar uma região por meio de valores mensais ou anuais de seus atributos climáticos. Tornou-se muito comum a prática de pesquisadores em seus trabalhos caracterizarem períodos úmidos e secos para compreender o objeto de estudo em análise.

Nessa técnica considera-se o valor máximo de pluviometria ($V_{m\acute{a}x.}$), o valor mínimo de pluviometria ($V_{m\acute{i}n.}$), a mediana como ano padrão e os quartis como anos tendenciado a normalidade da precipitação para a região em estudo. No caso desta pesquisa, a justificativa da aplicação dessa técnica é de contemplar apenas os dez anos após o enchimento do lago artificial do açude Castanhão, além da ausência de dados que não contemplem os trinta anos indicados.

• ***Uso do Sensoriamento remoto (Especialização do espelho d'água do Castanhão: 2004-2013)***

A elaboração do levantamento espaçotemporal do espelho d'água do açude Castanhão foi realizado com o intuito de apresentar como foi a dinâmica de seu espelho durante seus primeiros dez anos de construção. Por sua vez, verificar se as extensões do lago artificial dos anos de 2012 e 2013 poderiam “mascarar” os dados da coleta primária dos atributos climáticos observados.

Para realização da vetorização e composição das imagens, elencaram-se aquelas do período de julho ou agosto de cada ano. Estes foram os únicos meses que as apresentaram sem distorções que não prejudicassem a vetorização.

As imagens utilizadas para a identificação do Açude Castanhão foram baixadas gratuitamente no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, utilizando os sensores TM do Landsat 5, LISS do Resourcesat e CCD do CBERS.

As imagens utilizadas foram:

- CBERS_2_CCD1XS_20040929_150_106_L2 (R3G4B2);
- LANDSAT_5_TM_20050821_216_064_L2 (R4G5B3);
- LANDSAT_5_TM_20060808_216_064_L2 (R4G5B3);
- LANDSAT_5_TM_20070928_216_064_L2 (R4G5B3);
- LANDSAT_5_TM_20080813_216_064_L2 (R4G5B3);
- LANDSAT_5_TM_20090731_216_064_L2 (R4G5B3);
- P6_LISS3_20100727_337_080_L2(R3G4B2);
- LANDSAT_5_TM_20110806_216_064_L2 (R4G5B3);
- P6_LISS3_20120716_337_080_L2(R3G4B2);
- P6_LISS3_20130711_337_080_L2(R3G4B2).

Estas foram trabalhadas no ArcGis 9.3 tanto na etapa de composição de bandas (RGB), pois as imagens vêm em tons de cinza e trabalhar com esta é necessário deixá-las em falsa cor, ou seja, coloridas para dar realce e destaque aos corpos d'água, como na próxima etapa que foi o processo de vetorização, para se calcular a área em m (metros) aproximada do espelho d'água ao longo de 10 (dez) anos.

3.5. Organização e análise dos dados

A organização dos dados de campo foi realizada de maneira setorizada. No primeiro momento foi elaborada uma planilha de coleta de dados primários que foram entregues a cada ponto de coleta durante todos os campos realizados. Junto a elas foi entregue um bloco de nota para cada equipe com o objetivo de registrar observações ocorridas no entorno durante as medições episódicas. A cada final de coleta, todas as planilhas foram recolhidas e verificadas junto aos membros participantes.

No segundo momento essas planilhas foram conferidas em laboratório sobre o seu correto preenchimento e a validade desses dados coletados. Posterior a isso, foi realizada a tabulação desses dados em software para uma melhor análise posterior.

No terceiro momento, realizado em laboratório, foi feita a elaboração dos gráficos em planilhas de *EXCEL 2003-2007*. Para os dados de temperatura do ar, de umidade relativa do ar, velocidade dos ventos foi utilizado o modelo gráfico de linha; já para os dados de orientação dos ventos foi utilizado o modelo gráfico de radar. Quanto aos dados de nebulosidade utilizou-se o gráfico de barras para sua representação.

Para os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar foram calculados os desvios padrão entre pontos, P1-P2 e P1-P3, considerando o ponto a borda do açude como o ponto referencial de análise. Essa técnica foi utilizada com objetivo de melhor visualizar os resultados da coleta. No caso dos dados de ventos, utilizou além da orientação de ventos episódica em radar e foram elaborados gráficos em radares de vento diurno e vento noturno.

Após a organização dos dados em gráficos foi pensada a maneira como seria feita essa análise. Por serem atributos climatológicos coletados no mesmo horário, para essa pesquisa foi possível relacionar todos os valores desses atributos climáticos. Distribui-se a análise em setores, como em períodos diurnos e períodos noturnos, posterior a esta setorização foi realizada uma análise geral de toda a medição episódica.

A análise comparativa foi realizada a partir de períodos sazonais contrastantes: o chuvoso e o seco nos anos de 2012 e 2013, para verificar relações comuns e/ou distintas existentes nas medições.

4

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Aspectos Histórico e Socioeconômico

Segundo levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), o Município de “Jaguaretama” inicialmente chamava-se Riacho do Sangue. Desde 1784 já era sede da freguesia de Nossa Sra. da Conceição, criada por Provisão de 6 de abril com território desmembrado do Curato de Icó. A Resolução Provincial de 6 de maio de 1833 elevou aquela povoação, primeira sede do atual município de Jaguaribe, à categoria de Vila.

O município somente foi criado por lei (nº 1179) no dia 29 de agosto de 1865 com sede no núcleo Riacho do Sangue, então reerguido em vila com o nome de Riachuelo. Extinto por vários decretos, finalmente pelo Decreto nº 488 de 20 de dezembro de 1938, a vila do Riacho do Sangue passou a denominar-se Frade, sendo elevada à categoria de cidade.

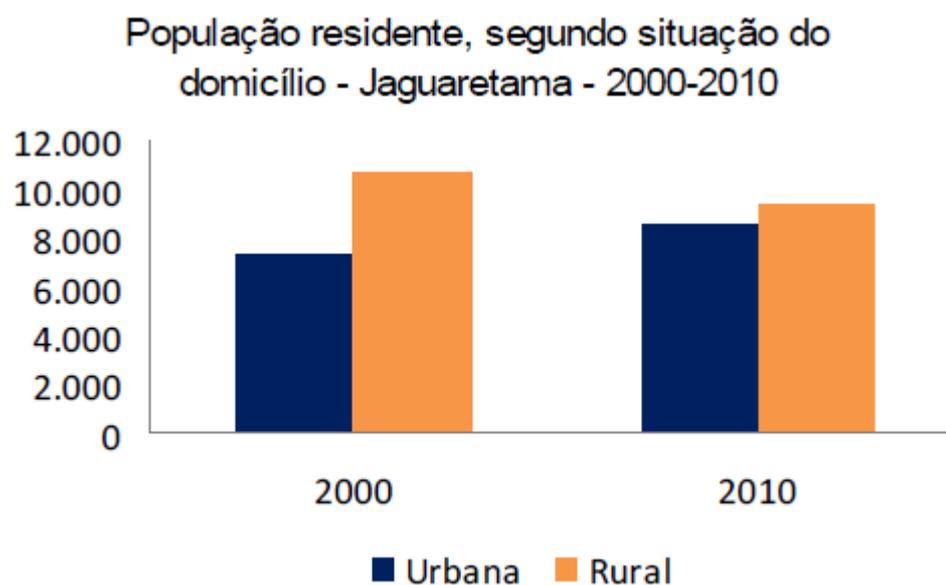
A crônica popular registra que rico fazendeiro, prestigiado em toda zona, por razões desconhecidas, resolveu abandonar a vida do campo e internar-se num Claustro para ser frade. Daí chamarem o lugar como sítio do Frade. Em 1956, o topônimo Frade cedeu lugar ao de Jaguaretama, pela lei nº 3.155 de 8 de maio. Origem do Topônimo: Jaguaretama é composição artificial, pretendendo significar lugar ou região de Jaguar ou Onça. O seu gentílico é jaguaretamense.

Atualmente, em sua organização político-administrativa, Jaguaretama não possui distritos; no entanto encontra-se em andamento projetos para sua implantação. Apesar da inexistência de distritos, existem inúmeros povoados de médio e pequeno porte.

Quanto ao aspecto de população residente do último censo do IBGE (2010), o município de Jaguaretama possui, predominantemente, uma população rural com cerca de 9.394 habitantes, que equivale a 52,59% da população total. Porém o que

se verifica é que a população urbana cresce tendenciosamente, com aproximadamente 40% no ano de 2000 e esse valor cresceu para 47% no ano de 2010 como veremos a seguir.

Gráfico 1: Gráfico de crescimento da população urbana de Jaguaretama



Fonte: IBGE

Segundo informações do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2010), o Produto Interno Bruto (PIB) do município representa atualmente um montante de R\$ 82,467, esse valor é representado pelo mercado de Serviços, Agropecuário e Industrial. A renda *per capita* dos moradores está em torno de R\$ 510,00.

Suas atividades econômicas baseiam-se, sobretudo, na agropecuária tradicional e familiar, destacando-se a pecuária leiteira e a agricultura de subsistência, com ênfase para as culturas do feijão, milho e algodão. A cultura do feijão ocupa lugar de destaque na produção agrícola do Município. Tanto quantitativa como financeiramente, pois encontra-se a produção em área de sequeiro e irrigadas. Ressalte-se que Jaguaretama detém o maior rebanho bovino do Vale Jaguaribano, passando das quarenta mil cabeças, destacando-se também o rebanho de ovino e caprino como segundo maior da região (IPECE, 2010).

O setor comercial do Município, sobremaneira a sede, apresenta-se com boa consistência e estabilidade, em que pesa alguns pequenos ciclos, dependendo das variações climáticas e produtivas.

Na saúde, o município é atendido pelo Sistema Único de Saúde (SUS), com atendimentos especializados, agentes comunitários, postos de saúde, pronto socorro, laboratórios de coletas e ambulatórios, unidade de vigilância sanitária, além de centro de atenção psicossocial.

Na Educação, Jaguaretama possui 26 escolas; sendo 22 municipais, 2 estaduais e 2 particulares. As escolas públicas estão equipadas, além da sua estrutura básica, com laboratórios de informática, quadras esportivas, bibliotecas, etc. Quanto à taxa de escolarização do município encontra-se com 91% de alunos ativos em seu período letivo normal.

Quanto ao abastecimento de água no município a situação atual apresenta-se regular quanto a rede de ligações reais e ativas à Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), segundo informações Jaguaretama no ano de 2009 chegou a aproximadamente 97% de cobertura de abastecimento de água. Enquanto que o esgotamento sanitário apresenta uma cobertura de apenas 7% em todo o município.

Quanto a forma de abastecimento de água o município apresenta aproximadamente 77% ligada a rede geral, 9% a poços e 14% em outras formas de ligações.

4.2 Aspectos geoambientais

Jagaretama faz parte do chamado sertão centro-oeste do Ceará, este município inserido no semiárido cearense com características físicas geográficas de irregularidades climáticas, solos rasos, inserida na depressão sertaneja e abastecido pelo sistema hídrico de açudagem, dentre outras.

No município de Jaguaretama ocorrem rochas cristalinas antigas: quartzitos, gnaisses e migmatitos, do Pré-Cambriano Indiviso (Feitosa & Mitre, 1995) e formações mais recentes. A litologia apresenta-se da seguinte forma:

Quadro 8: Quadro Litológico do Município de Jaguaratama

Tipologia	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA
NQc	Coberturas sedimentares de espargimento aluvial(inclui capeamento de planaltos e coluviões holocênicas): sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos, de tons alaranjado, avermelhado e amarelo; apresentam-se, em certos locais, cascalhos e laterizados na base(geralmente, o cimento é argiloso e ferruginoso)/fluvial.
ENbf	Formação Faceira: conglomerados basais, avermelhados, com seixos e calhaus de rochas cristalinas diversas; arenitos pouco litificados e avermelhados, siltitos vermelhos com níveis de argilas e cascalhos (horizonte laterítico na base)/ fluvial.
NPδ	Dioritos associados a fácies gabróicas e, subordinadamente, granitóides.
NPγ	Granitóides diversos: biotita-granitos, monzogranitos, sienitos, quartzomonzonitos e granitos porfíricos, em parte somados num mesmo espaço cartografado. NP(?) g - granitóides de cronologia NP duvidosa.
PP4sd	Formação Santarém: micaxistos diversos (biotita, muscovita, granada, estauroлита, andaluzita, sillimanita), localmente com estreitas intercalações de metamagmatitos ácidos a básicos; quartzitos (osq), localmente feldspáticos ou granadíferos, por vezes associados a metachertes ferríferos e mica-quartzo xistos; filitos, metassiltitos, metacarbonatos (metacalcários a metadolomitos/magnesitas - osca) e rochas calcissilicáticas / marinho, transicional-lagunar.
PP4os	Formação Santarém: micaxistos diversos (biotita, muscovita, granada, estauroлита, andaluzita, sillimanita), localmente com estreitas intercalações de metamagmatitos ácidos a básicos; quartzitos (osq), localmente feldspáticos ou granadíferos, por vezes associados a metachertes ferríferos e mica-quartzo xistos; filitos, metassiltitos, metacarbonatos (metacalcários a metadolomitos/magnesitas - osca) e rochas calcissilicáticas / marinho, transicional-lagunar.
ocr	Formação Campo Alegre: metarriolitos.
PPj	Complexo Jaguaratama: ortognaisses migmatizados, composição entre granito e tonalito, com paragnaisses, anfibolitos, quartzitos, metaultramáficas e rochas calcissilicáticas (PPjgn - segmento com importante participação desses matamorfitos de derivação sedimentar, incluindo lentes de metacalcários (jca).

Fonte: CPRM, 2013.

Ao longo e nas calhas dos principais cursos d'água aparecem, de forma descontínua, depósitos aluvionares quaternários, em geral, não muito espessos. No município de Jaguaratama podem ser distinguidos dois domínios hidrogeológicos distintos: o domínio das rochas cristalinas e os depósitos aluvionares.

O município situa-se no domínio hidrogeológico das rochas cristalinas, de baixo potencial hidrogeológico, esse fato está associado às condições climáticas com concentração das chuvas em poucos meses do ano e grandes períodos de estiagens que provocam graves problemas ligados ao abastecimento de água.

Quanto a Geomorfologia do município, essa é caracterizada pela depressão sertaneja, submetida a processos de pediplanação, com topografia local variando de plano a ondulado (SOUZA, 2000). Apresenta-se a seguinte configuração:

Quadro 9: Configuração Geomorfológica do Município de Jaguaratama

Unidade Litoestratigráfica	Unidades Geomorfológicas	Feições da Morfologia
Depósitos Aluviais	Planícies de acumulação.	Planícies fluviais
Coberturas colúvio-eluviais, formação faceira	Glacis de acumulação	Tabuleiros interiores
Suíte Granitóide Itaporanga, Suíte Granitóide Serra do Deserto e Complexo Jaguaratama, Formação Campo Alegre.	Níveis Residuais Elevados.	Cristas residuais e Agrupamentos de inselberg.
Complexo Jaguaratama, Formação Santarém.	Depressão Sertaneja	Pedimentos parcialmente dissecados.

Fonte: Organizado pelo autor, 2014.

O solo do Município é composto por um mosaico de solos, destacando a ocorrência de Argissolos, Luvisolos, Planossolos e Neossolos (CEARÁ, 1972).

Segundo Guerra & Vasconcelos (2005), o município de Jaguaratama está inserido nas Bacias do Rio Banabuiú e do médio Jaguaribe. Como principais drenagens superficiais, podem-se mencionar os riachos Timbaúba, das Pedras, Fundo e do Sangue, merecendo destaque ainda os riachos do Ferreira, dos Cavalos, da Cruz, desterro e do Livramento, Santa Rosa e Santana, o rio Banabuiú, onde faz divisa com município de mesmo nome.

Devido a levantamento feito, em 2007, pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) é possível afirmar que o Município conta com potencial hídrico de superfície considerável, tendo em vista ser banhado por rio

perenizado, no caso o Rio Jaguaribe, além de açudes públicos e particulares de médio porte, bem como pela Barragem do Castanhão que banha 1/5 das terras rurais do Município, inclusive, banhando também parte da zona urbana.

Do ponto de vista do Nordeste brasileiro a circulação atmosférica gira em torno de seis sistemas meteorológicos: os alísios de SE, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o Equatorial Amazônico (Ec), a Frente Polar Atlântica (FPA), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) e Ondas de Leste (OL). Contudo, o Estado do Ceará, recebe a influência direta da ZCIT, e assim verificando chuvas concentradas, período curto e irregular devidas principalmente a ação desse sistema atmosférico atuando no período da quadra chuvosa do nosso Estado, compreendida entre os meses de fevereiro a maio.

Segundo Zanella (2007), especificamente no sertão cearense os valores oscilam, de modo geral, entre 850 e 550 mm anuais. Além de precipitações escassas e irregulares, o sertão apresenta temperaturas elevadas e altas taxas de evaporação.

Segundo dados da FUNCEME (2013), o município de Jaguarétama tem seu período mais quente no segundo semestre do ano, justamente por serem meses mais secos devido à estiagem. Apresentando médias máximas anuais de 28,0°C. A pluviosidade média para o município fica em torno de 780 mm anuais (FUNCEME, 2013).

Para Guerra e Vasconcelos (2005), devido à combinação desses sistemas com os fatores geográficos, tais como latitude, orientação do litoral em relação à corrente dos alísios, as baixas altitudes, o relevo, a orientação das serras, a dimensão continental e o posicionamento do seu território em relação ao hemisfério sul, caracteriza as condições climáticas vigentes no Ceará. Estas são expressas por elevadas temperaturas, baixos índices de nebulosidade, forte insolação, elevadas taxas de evaporação e marcante irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, principal característica do seu regime pluviométrico.

Com o cálculo feito do balanço hidroclimatológico (GRÁFICOS 2 e 3) foi possível apresentar a dinâmica do seu comportamento predominante para o município de Jaguaratama. A seguir observa-se o comportamento médio do cálculo feito para a série histórica de vinte anos (1993 a 2012) e para os anos de medições deste estudo (2012 e 2013).

A média de pluviosidade para a série histórica (1993 a 2012) foi de aproximadamente 837 mm, enquanto que para os anos de 2012 e 2013 foi de 233 e 627 mm, respectivamente. Isso demonstra o grau de severidade da seca ocorrida nesses últimos dois anos, principalmente para o ano de 2012.

Como se verifica no gráfico 2, a potencialidade da evapotranspiração para o ano de 2012 é superior ao valor precipitado no município, não havendo recarga de água suficiente no solo. Apenas no mês de maio de 2013 o valor de precipitação ficou superior ao valor de evapotranspiração potencial, porém não o suficiente para a recarga de água no solo. No gráfico da média histórica, diferentemente, se comportou mais favorável quanto aos valores precipitados, pois os meses de março, abril e maio apresentam-se como os meses de recarga de água para o município, concentrando os valores de pluviometria.

No gráfico 3 observa-se que a média histórica teve sua reposição nos meses março e abril, além do registro de valor excedente no mês de abril. O comportamento de recarga para o município concentra-se em três meses do ano, e sua retirada concentra-se entre os meses de junho e fevereiro.

Para os anos de 2012 e 2013 observa-se a situação crítica de recarga de água no solo, pois os valores para o ano de 2012 são todos negativos e favoreceram a deficiência hídrica. No ano de 2013 o registro de reposição no mês de maio não foi o suficiente para manter a recarga, principalmente devido ao ano anterior não ter registrado valores favoráveis à reposição.

De acordo com IPLANCE (1989), o município apresenta vegetação caracterizada por Caatinga Arbustiva Aberta, Caatinga Arbustiva Densa, Floresta Mista Dicotillo-Palmácea. Conforme Souza *et al* (2000) (2005), a biodiversidade florística dessa região compõe-se de caatinga nos interflúvios e de matas ciliares nas planícies fluviais e encontram-se devastadas com evidências de desertificação em algumas áreas.

Gráfico 2: Balanço Hídrico Normal em relação a precipitação e a evapotranspiração.

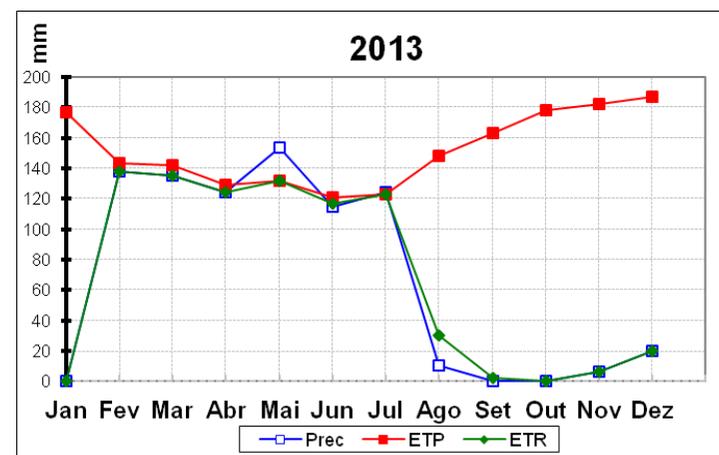
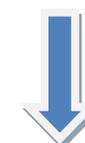
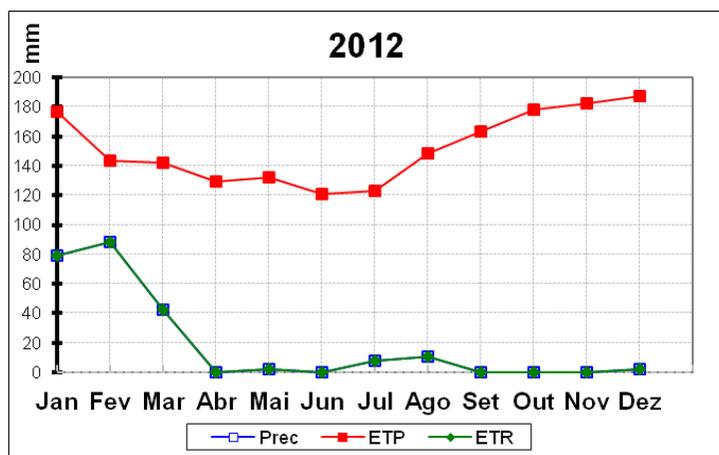
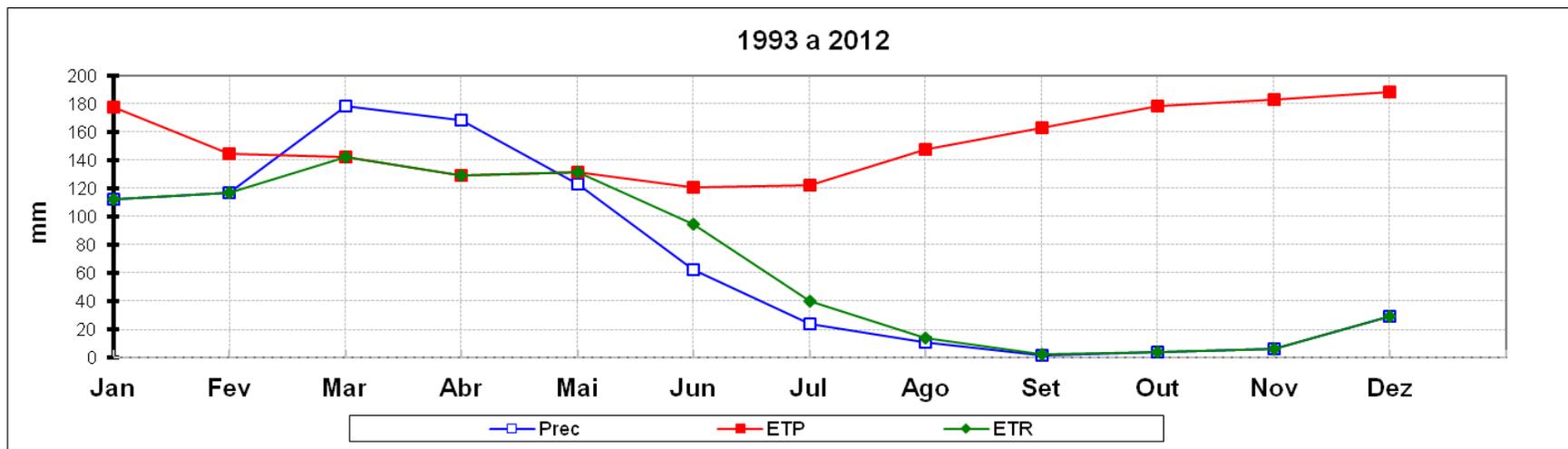
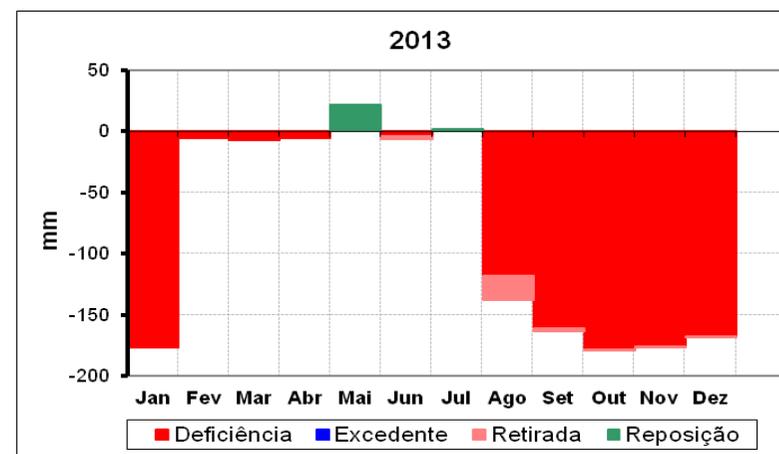
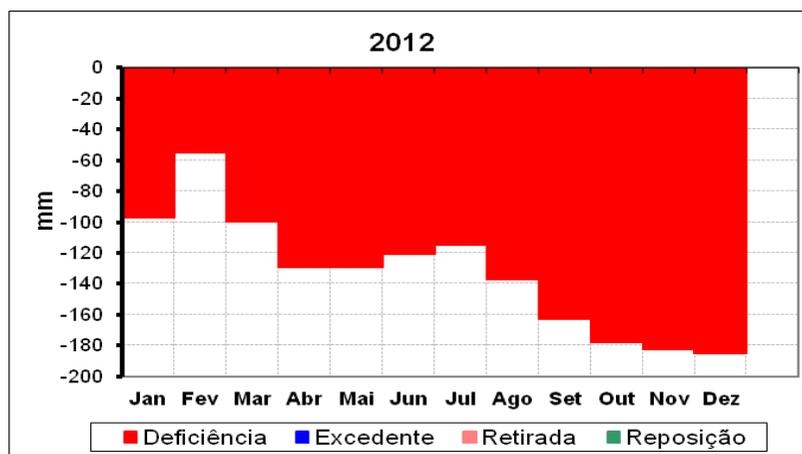
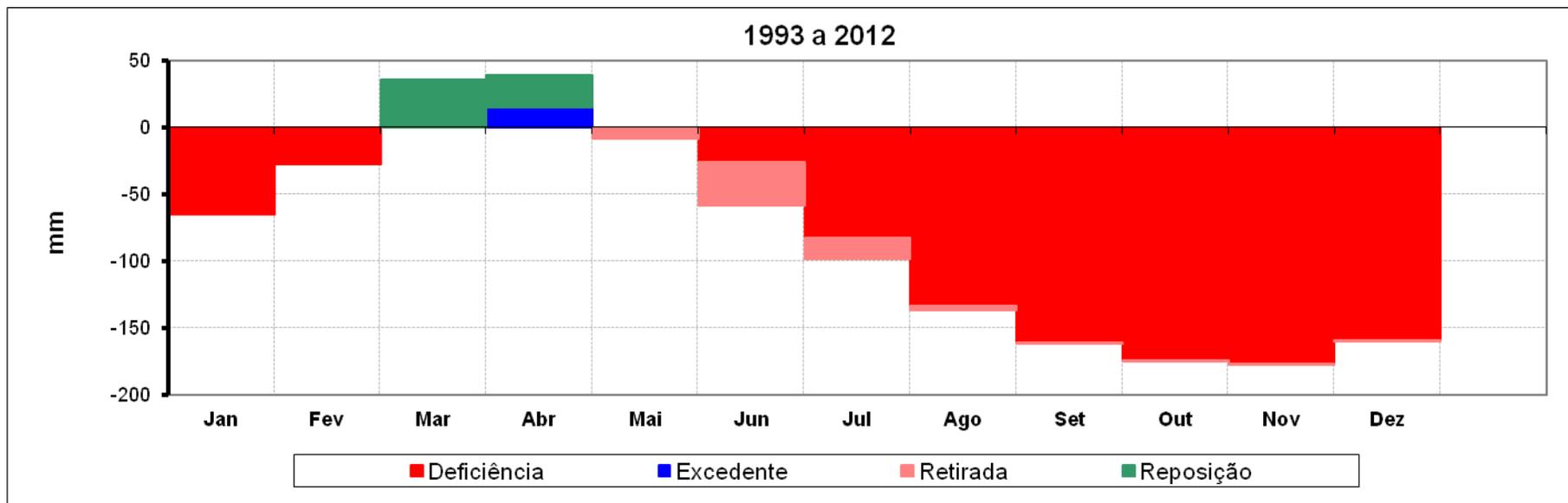


Gráfico 3: Balanço Hídrico Normal em relação a Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica.



4.4. O Açude Público Padre Cícero (Castanhão)

A administração do governo Tasso Jereissati, intitulado “governo das mudanças”, representaria a política implantada na Nova República que se caracterizou por uma política direcionada para a modernização do Estado através da implantação de projetos (BOTÃO, 2005).

De acordo com “os ideais de imprimir um caráter democrático” à sua administração, Tasso Jereissati definiu como prioridade administrativa a execução de “projetos estruturantes” (PARENTE, 2002), priorizando uma série de investimentos e obras em diversas áreas da sociedade, que resultaram na visão governamental de estabelecer os rumos e perspectivas do Ceará no século XXI, uma ideia, portanto, de planejamento estratégico de longo prazo.

A ideia de implantação do Açude Castanhão antecede o governo Jereissati, mas o planejamento de construção do reservatório está dentro do plano de ideias desse governo. Dentre vários projetos planejados no governo Jereissati, toma-se a previsão de construção do Açude Público Padre Cícero (Castanhão), barragem localizada no vale do Jaguaribe.

Segundo Botão (2005), no ano de 1982, essa ideia de se construir essa barragem, foi retomada, através de projeto elaborado pelo antigo Departamento de Obras e Saneamento – DNOS. O último e definitivo projeto foi elaborado no ano 1993. Com a extinção do DNOS em 1990, os levantamentos foram incorporados pelo Departamento de Obras Contra as Secas – DNOCS. Mas, somente em 1995, no governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso é que o Açude Castanhão foi incluído entre as obras prioritárias desse governo, com a emissão da Ordem de Serviço em 16 de novembro de 1995 e previsão de término em 1999.

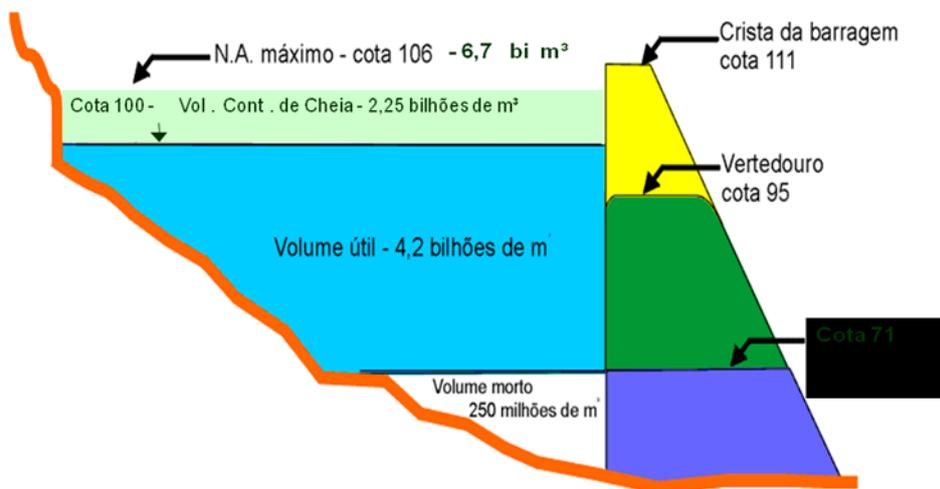
Contudo, devido a problemas com a elaboração e aprovação do projeto executivo da barragem do Castanhão e do Relatório de Impacto Ambiental para o açude, a obra só foi finalizada no ano de 2003, onde a mesma iniciou suas atividades com o enchimento do lago artificial e início de sua operação em 2004.

Segundo informações do DNOCS a construção do Açude Castanhão tem como finalidades: Atenuar as enchentes no Baixo Jaguaribe/CE; integrante da Transposição de Águas do Rio São Francisco; irrigação; abastecimento de água da Grande Fortaleza-CE; piscicultura; Turismo, educação e lazer; geração de energia elétrica – PCH de 22,5MW.

Para uma melhor compreensão do que representa essa grande obra de infraestrutura hídrica, em dimensões, para o estado, seguem os dados técnicos da obra em sua fase finalizada segundo levantamento apresentado à Secretaria de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE) e organizado pelo autor Francisco Lima (2007):

- A barragem do Castanhão é considerada de terra homogênea, com altura máxima de 60 metros e comprimento de 3.400 metros pelo coroamento, havendo uma transição em terra enrocamento, na região da tomada d'água. A cota de coroamento é de 111 metros.
- São nove diques de fechamento do reservatório, com 4.205 metros de comprimento total pela crista, colados na cota 111 metros. Tem tomada d'água tipo torre-galeria, com tubulação de 3,70 metros de diâmetro, com energia dissipada através de válvulas dispersoras. A cota da soleita da tomada d'água é a de 57,0 metros.
- Vertedouro com 12 comportas segmento e comprimento total entre os muros laterais de 153,0 metros. A soleita vertente está situada na cota 95,0 metros.
- Dique fusível localizado na margem esquerda com 750 metros de comprimento e crista na cota 110 metros.
- Área do reservatório na cota 100m é de 325 km² e tem como comprimento máximo de 48km. Sua bacia hidráulica é de 441.000.000,00 m².

Figura 8: Ilustração da Operação do Reservatório do Castanhão.



Fonte: DNOCS.

Quanto aos levantamentos dos meios abiótico, biótico e antrópico da área de influência física e funcional do projeto Castanhão, esses só foram realizados através da resolução nº 001 do CONAMA, de 23/01/86, por meio de Estudos de Impactos Ambientais – EIA.

O Açude Castanhão, é área de influência no Médio/Baixo Jaguaribe, tem 18.812 Km² e abrange os seguintes municípios no todo ou em parte: Itaiçaba, Palhano, Jaguaruana, Quixeré, Morada Nova, Limoeiro do Norte, São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Nova Jaguaribara, Alto Santo, potirema, Iracema, Jaguaretama, Solonópole, Milha, Jaguaribe, Ererê, Pereiro, Orós e Deputado Irapuan Pinheiro. Com tais dimensões, a área apresenta-se, ambientalmente, com significativa diversidade (SOUZA et. al. 2011).

A geologia da área do sítio da barragem do Castanhão e da bacia hidráulica é constituída por uma associação de rochas gnáissicas migmatítica do Complexo Caicó, corpos Plutônicos Granulares, Diques Básicos, coberturas sedimentares da Formação Faceira de idade Terciário/Quaternário e sedimentos aluvionares pertencentes ao Rio Jaguaribe e seus afluentes (DNOCS, 1989).

Segundo o levantamento feito no Relatório de Impacto no Meio Ambiente do Castanhão, a morfologia desta unidade, de forma geral, apresenta uma feição topográfica aplainada geralmente nos domínios das litologias migmatíticas mais homogêneas e uma feição ondulada com pontuações serranas, no domínio das litologias gnáissicas e migmatíticas heterogêneas.

Dados do levantamento da área do açude Castanhão feito pelo DNOCS (1989) mostra que a geomorfologia da área é caracterizada pelos seguintes componentes morfológicos: depressões sertanejas e planície fluvial. As litologias que compõem as depressões são representadas por rochas do complexo gnáissico migmatítico e plutônicas granulares. Apresentam um manto de alteração de pequena espessura e uma cobertura vegetal formada por caatinga arbustiva esparsa ao lado de um tapete herbáceo de distribuição extensiva. A planície fluvial, originada do intenso trabalho do Rio Jaguaribe e seus tributários são formados essencialmente por depósitos de areia, siltes e argilas.

Quanto à caracterização do comportamento climático da região do Açude Castanhão foi realizado um levantamento a partir dos dados dos postos pluviométricos disponibilizados pelo DNOCS. Esses dados foram organizados, pelos responsáveis do projeto executivo da barragem do Castanhão – HIROSERVICE/NORONHA, em três regiões características da área do médio Jaguaribe sendo totalizados 34 postos pluviométricos utilizados para tais descrições do regime pluviométrico da área abrangente.

A partir da análise destes postos foi feita a caracterização climática da região, sendo identificado com concentração de chuvas em 5 meses consecutivos e precipitação média anual em torno de 700 mm (DNOCS, 1989). O traço marcante das precipitações é a sua má distribuição no tempo e em área. É essa irregularidade uma das causas da maioria das “secas” verificadas na região, e não a falta de chuvas. O que se verifica é a sua concentração em alguns meses, e uma variação em anos alternados, de seus totais.

Em suma, o clima predominante na bacia e as condições de impermeabilidade do solo geram uma fluviometria de caráter intermitente, com grandes picos de cheia nos períodos chuvosos, o que torna imprescindível o armazenamento de água em reservatórios.

Quanto aos Recursos Hídricos da região, o Açude Público Castanhão barra o Rio Jaguaribe, principal curso d'água da região. Situada sobre terrenos de formação geológica predominantemente cristalina, razão de seu alto poder de escoamento e possuindo uma rede de drenagem dendrítica, a bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe drena uma área de aproximadamente 72,500 km², abrangendo praticamente a metade do território cearense (DNOCS, 1989).

Deve-se lembrar que a ideia da transposição do Rio São Francisco para o Rio Jaguaribe, que chegará ao Açude Castanhão, constitui uma possibilidade promissora para a suplementação de suas necessidades hídricas a partir do momento em que suas disponibilidades próprias estiverem esgotando em períodos críticos.

A região onde se localiza o reservatório está situada numa área caracterizada pela presença de vegetação do tipo hiperxerófila, a qual apresenta bastante representatividade. A presença deste tipo de vegetação se encontra associada ao regime hidrológico da região. De maneira geral a vegetação predominante é arbustiva e esparsa, contribuindo para abrigar de maneira mais ou menos efetiva a fauna existente, representada predominantemente por pássaros e répteis (DNOCS, 1989).

4.4.1 Impactos Socioambientais ocasionados pela construção do Reservatório Castanhão

Segundo Relatório da Comissão Mundial de Barragens (2000), entre 40 e 80 milhões de pessoas em todo mundo foram fisicamente deslocadas com a construção de cerca de 45.000 grandes barragens.

O deslocamento compulsório de comunidades e famílias é geralmente consequência inevitável da construção de infraestruturas, especialmente no caso da infraestrutura hídrica, onde açudes e canais são construídos em terras e ao longo de rios altamente populosos (GOMES, 1998).

A partir desse quadro de intervenção tomamos o estado do Ceará, no qual houve inúmeros questionamentos gerados durante o processo de licenciamento para a construção do Açude público Castanhão fizeram-se necessários debates junto a Secretaria do Meio Ambiente do Estado (SEMACE) com o objetivo de avaliar a fidelidade dos dados levantados para construção do Relatório de Impacto do Meio Ambiente (RIMA). Esses debates foram importantes, pois a partir dessas discussões vieram à tona diversas séries de restrição à obra do reservatório.

O encontro foi realizado com a presença de membros da própria instituição, representantes do comitê de bacias, políticos, representantes da comunidade, etc. Pode-se atribuir explicações com o objetivo de apresentar a população futuros problemas que poderiam ocorrer com o meio ambiente alterado e quais as medidas mitigadoras seriam adotadas pelo governo.

Dentro da realidade do semiárido cearense, das dificuldades enfrentadas a partir de secas severas e de consequências geradas pelas mesmas, segundo o professor Aristides de Almeida Rocha, escalado para compor a equipe de avaliação do licenciamento do açude Castanhão, expõe da seguinte maneira:

De um ponto de vista conceitual, o melhor sempre seria procurar alternativas para a construção de pequenas barragens por serem menos impactantes, com o intuito de evitar enormes gastos públicos no sentido de fazer voltar uma qualidade e condições da água satisfatórias do ponto de vista sanitário e ecológico (BORGES, p. 148, 2013).

Dessa forma, incubimos aos órgãos públicos responsáveis a importância de debater com os envolvidos no processo a melhor maneira de mitigar os impactos das obras e sua adaptação à convivência. Pois não adianta haver um redimensionamento das águas do Estado sem ter uma política de gerenciamento e monitoramento eficaz.

Há necessidade de planejamento pré e pós-instalação dessas pequenas e grandes obras hidráulicas. No contexto do estado do Ceará vê-se a ausência de fiscalização ativa durante o processo de implantação de tais obras, além da ausência de monitoramento adequado após a construção do reservatório.

O que não foi diferente com a construção do Açude Castanhão, o qual parte dos dados ambientais e socioecômicos levantados para justificar a instalação do reservatório não obedeceram à realidade local. Além da não realização da maioria das propostas feitas no próprio documento (EIA/RIMA).

Segundo Ottoni Netto (1996), a salinização dos solos e da água na região do Baixo Jaguaribe constitui fator preocupante que deve ser encarado com realismo e objetividade. Sendo assim citados os problemas: 1) excesso de radicais salinos em reservatórios sujeitos à forte evaporação e a constantes afluições de cargas salinas; 2) Intrusão de água salgada proveniente do oceano nos prismas de escoamentos que penetram nos estirões marítimos dos cursos d'água (língua salina); 3) infiltrações diretamente do litoral oceânico para o interior dos continentes por diferença de pressão (lente de Hertzberg); etc.

Existe um problema que foi velado durante a elaboração do Relatório de Impacto do Meio Ambiente e não apresentado durante as reuniões para os representantes do povo sobre os valores de evaporação que viriam a ter a partir da construção de lago artificial em um ambiente de altas taxas de radiação solar e tornando-se assim vulnerável a taxas elevadíssimas de perdas de água por processo de evaporação. Assim é demonstrada a preocupação do professor Théophilo durante a sua avaliação final do RIMA elaborado, onde de forma genérica, os leigos não sabem que as perdas d'água por evaporação compõem vazões bem maiores do que aquelas que são regularizadas a jusante (OTTONI NETTO, 1996).

Por esse motivo dá-se a importância de estudos detalhados sobre o potencial de água evaporada em uma região com altas taxas insolação. Nesse contexto entende-se que o planejamento adequado para a construção do reservatório diminuiria as perdas d'água por evaporação.

Vale salientar que a alteração no curso normal de um rio acarreta sérios problemas de evolução das taxas de sedimentos e processo de assoreamento, que a pressão hidrostática da água armazenada sofrida no solo poderia causar problemas futuros na região, e que a ausência de monitoramento climático evitaria perdas consideráveis de água do reservatório. Após dez anos de construção do

Açude Castanhão ainda não se registram o monitoramento sedimentológico, sismográfico, climático, etc.

Em julho de 2001, a população residente prioritariamente na área urbana de Jaguaribara e no distrito de Poço Comprido começou a ser reassentada na nova cidade, construída pelo Governo Estadual com o objetivo de proporcionar significativas melhorias na qualidade de vida desta população urbana atingida pelo barramento.

Segundo o IPLANCE (2000), o município possuía uma extensão territorial de 595,6 km² e limitava-se ao norte com o município de Alto Santo, a leste com o município de Iracema, ao sul com o município de Jaguaribe e a oeste com o município de Jaguaretama. Com a nova demarcação de suas terras, Jaguaribara passou a ter 655,84 km², ganhando, assim, 60,24 km² que pertenciam aos municípios de Alto Santo, Jaguaretama e Morada Nova.

Um dos grandes problemas enfrentados pela população foi a alteração dos laços de vizinhanças, da cultura local, do cotidiano da antiga cidade “Velha Jaguaribara”, etc. Essa nova forma de organização alterou de maneira importante o comportamento e a afetividade que essa população tinha com o município de Jaguaribara, sendo assim sujeitos a novos caminhos de se apropriar do espaço construído “Nova Jaguaribara”.

5

RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Características Hidroclimáticas do Município de Jaguaratama

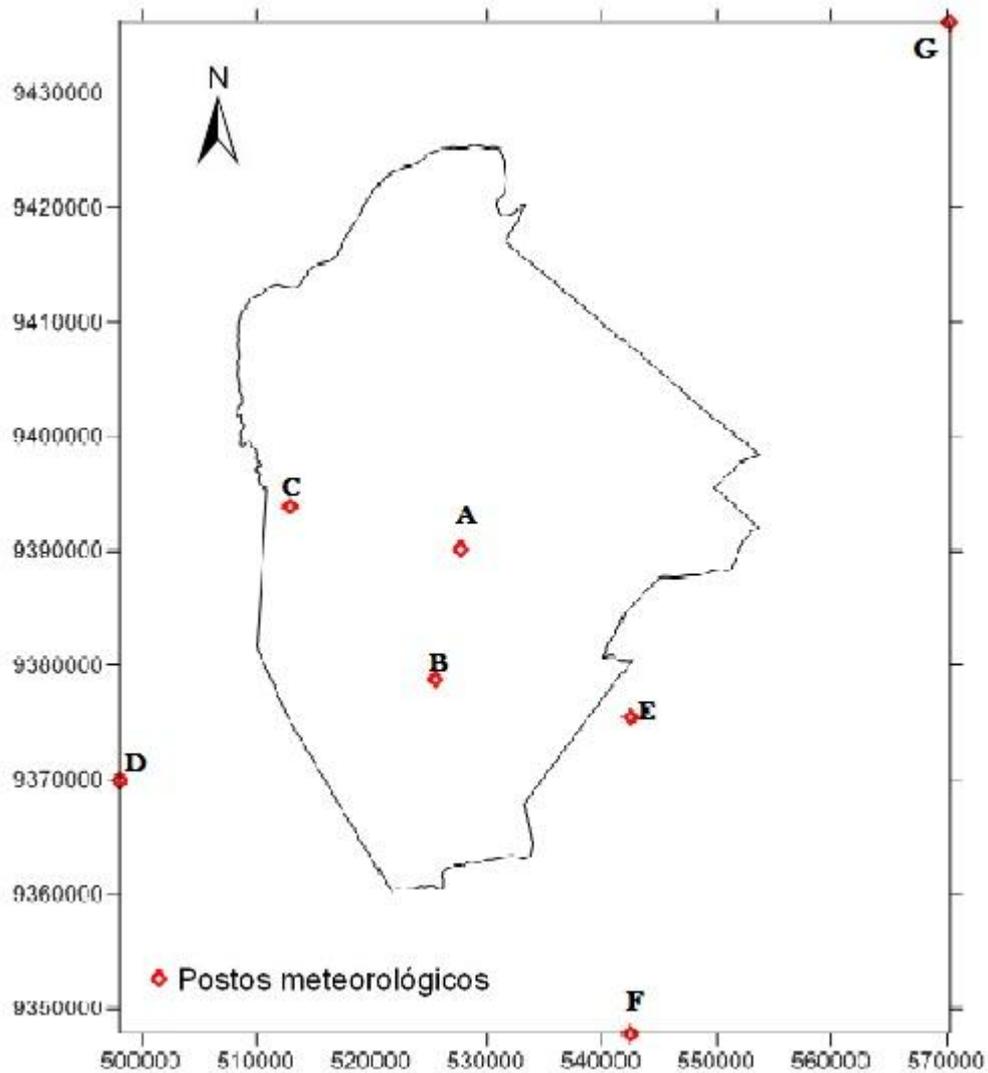
Espacialização das chuvas

Neste estudo houve dificuldades com relação aos dados dos atributos climáticos da região estudada, visto a ausência dos mesmos. Porém, por meio de técnicas específicas foi possível realizar uma caracterização mais próxima do real dessas condições hidroclimáticas.

Segundo a Organização Mundial de Meteorologia – WMO (1989), devem-se utilizar dados mínimos de uma série de 30 anos para estudos em Climatologia. Contudo, para essa pesquisa foi possível organizar dados de 15 anos da área de estudo e da região do entorno. Essa aquisição de dados inferiores ao da indicação considera-se válida, pois, segundo a WMO, quando não encontrado valores que condicionam uma normal padrão é possível calcular a partir da normal climatológica provisória, no qual obedece a indicação de pelo menos 10 anos de dados válidos.

Inicialmente espacializou-se os postos pluviométricos internos e externos ao território do município de Jaguaratama (FIGURA 9), sendo possível obter um resultado mais próximo do real quanto às chuvas na região. Sendo contemplados todo o município e suas extremidades como visualizada na figura seguinte:

Figura 9: Localização dos postos pluviométricos de Jaguaretama/CE e de seu entorno.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

Quadro 10: Informações dos postos pluviométricos

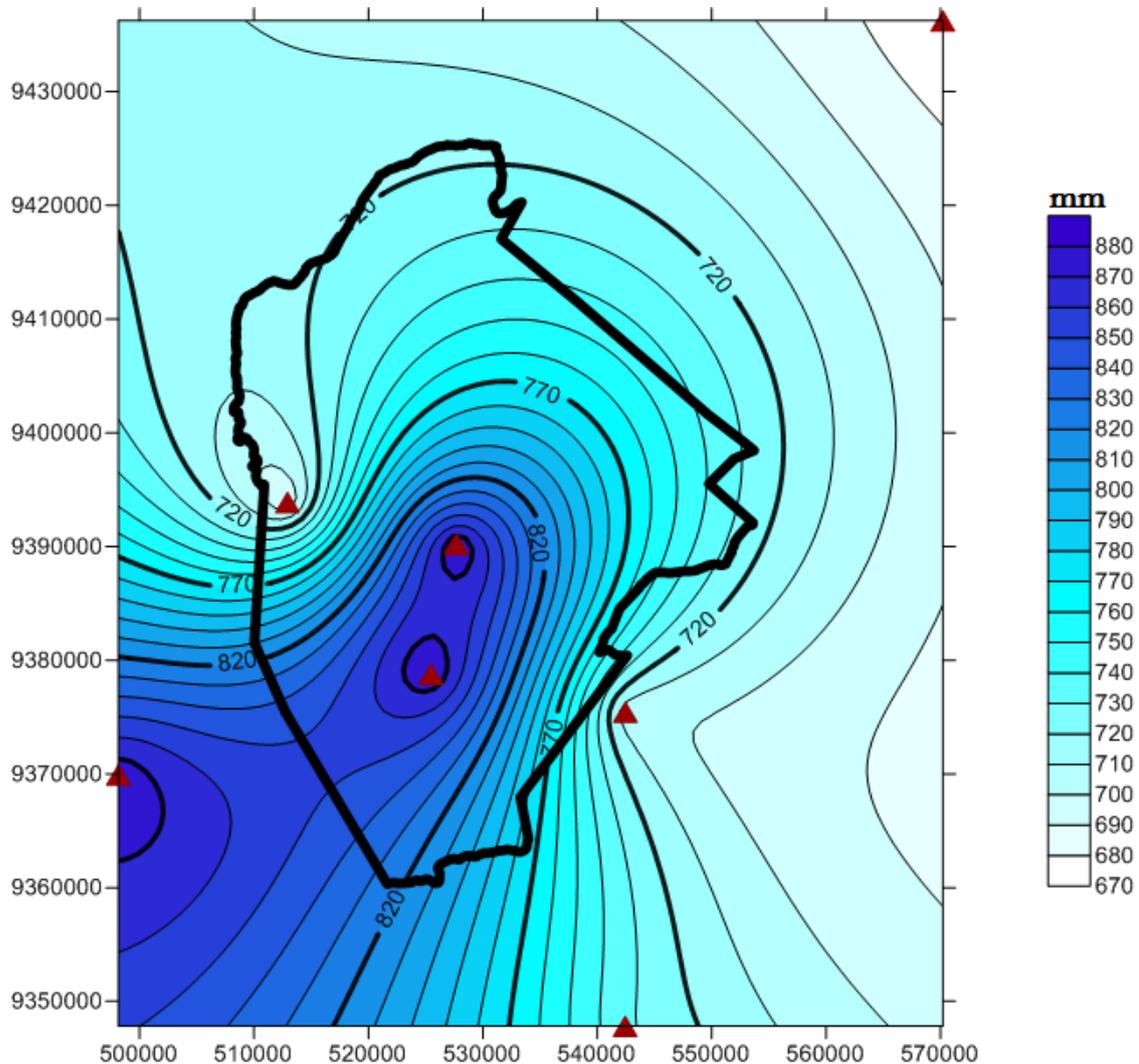
Posto Pluviométrico	Responsável	Altitude(m)	X	Y	Média(mm)
A - Jaguaretama	FUNCEME	150	9390216	527690,9	879
B - Jaguaretama	FUNCEME	150	9378794	525471,2	879,4
C - Serrote Branco	FUNCEME	214	9393905	512923,1	691,2
D – Solonópole	FUNCEME	170	9369956	498154,1	876,8
E – Jaguaribara	FUNCEME	89	9375469	542450	703,9
F - Jaguaribe	FUNCEME	120	9347833	542431,4	732
G - Morada Nova	FUNCEME	89	9436245	570198,7	672,5

Fonte: Organizado pelo autor, 2013.

Souza (2011) destaca que os interpoladores podem também variar quanto à transição (abrupta ou gradual), ao seu caráter (determinístico ou probabilístico) e quanto à exatidão, sendo caracterizados como exatos ou inexatos, neste sentido, destaca-se que interpoladores exatos respeitam os dados existentes, enquanto os inexatos ou aproximados assumem incertezas (erros) nos dados existentes.

Por esse motivo acredita-se que o modelo por Krigagem seja o mais adequado, pois no tocante a espacialização do fenômeno pluviométrico, o modelo gerado se apresenta como o mais apto à representação, possibilitando a geração da carta de isoietas com boa fidelidade aos dados amostrados. E por essa melhor representação e confiabilidade da espacialização elaborada, conforme figura 10.

Figura 10: Espacialização de chuvas gerado pela Krigagem.

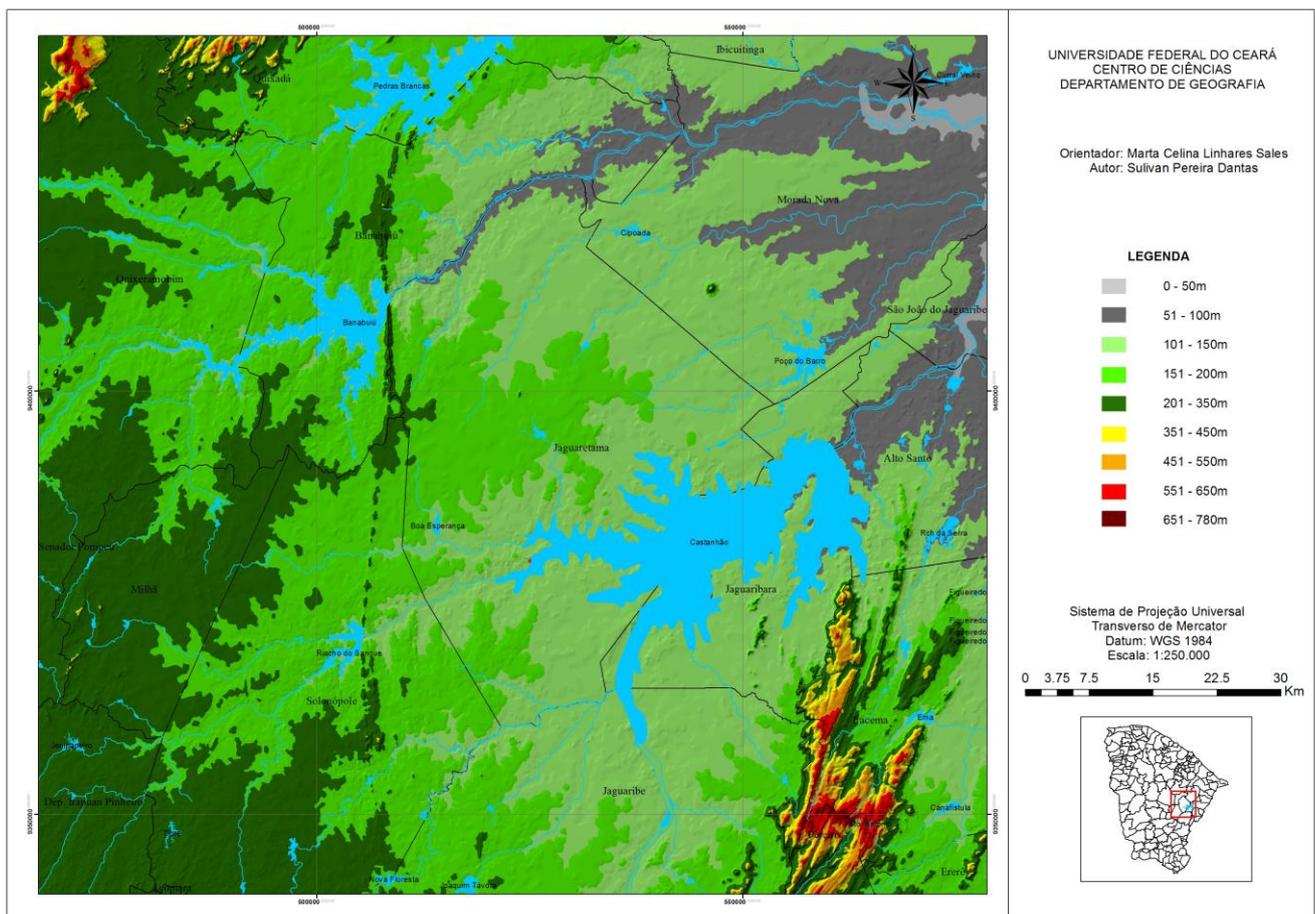


Fonte: elaborado pelo autor, 2013.

Observa-se na figura acima, a concentração de maiores valores por isoietas (mais precisamente na isoietas de 820 mm) em total de chuvas para o município é na sede de Jaguaretama. Essa recebe a influência direta do Açude Castanhão, porém não se pode afirmar que esse registro de maior concentração de chuvas próximo ao açude seja em função da presença do lago artificial do reservatório. É preciso um estudo mais detalhado sobre os dados de chuvas, além dos demais atributos climáticos.

Observa-se que na figura 11 a altimetria do município de Jaguaretama se apresenta de maneira homogênea, caracterizada por estar localizada na depressão sertaneja e com valores hipsométricos entre 100 m e 200 m de altitude. Portanto, vê-se a necessidade de uma análise mais detalhada da distribuição das chuvas no município, pois a altitude, nesse caso, não interfere na dinâmica das chuvas locais.

Figura 11: Mapa hipsométrico do município de Jaguaretama-Ce



Fonte: Dantas, 2014.

Para Mello *et al.* (2003), o conhecimento da chuva de áreas do projeto é essencial para o êxito de um projeto de engenharia ligado a obras hidráulicas. Para o bom dimensionamento de barragens para contenção do excesso de água e, ou, represamento para fins múltiplos, terraços e bacias de contenção de erosão, drenagem rural e urbana, pontes, canais e outras estruturas hidráulicas, a estimativa mais precisa possível de uma chuva intensa é extremamente importante para que um projeto seja viável tanto do ponto de vista técnico quanto econômico.

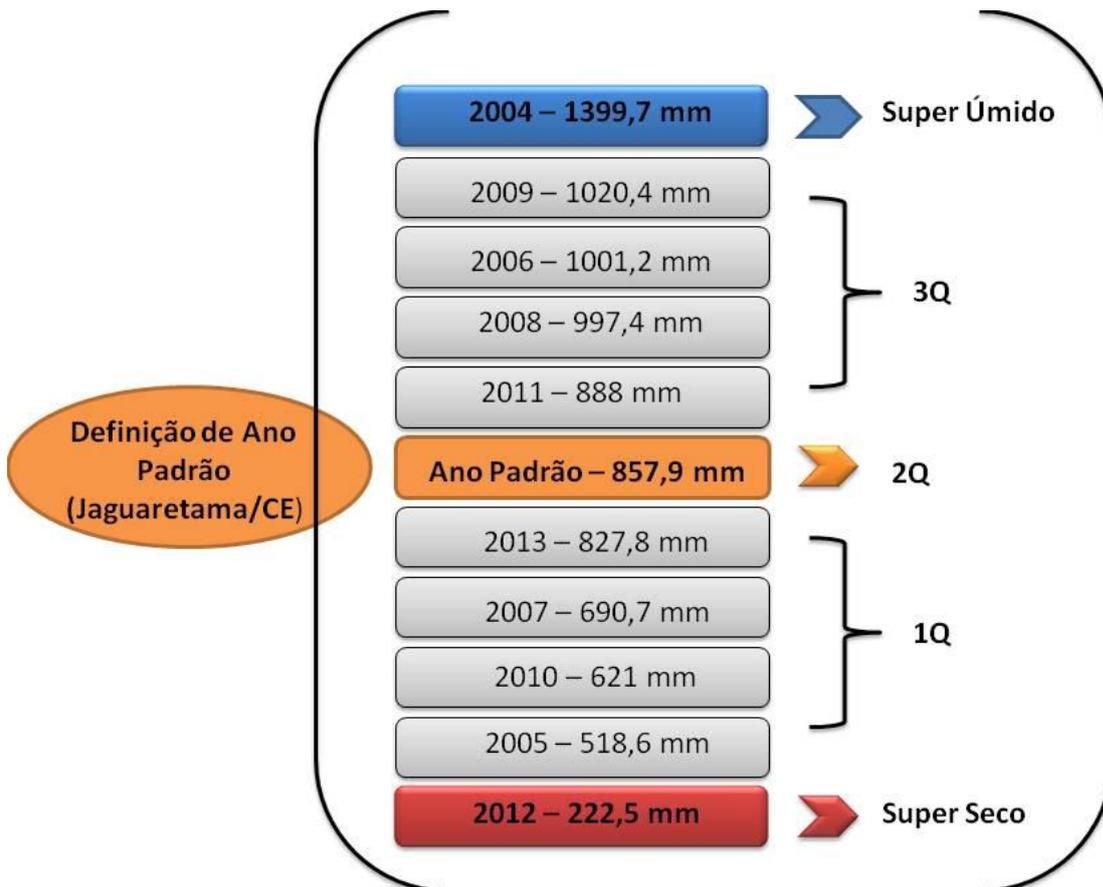
5.2. Análise espaçotemporal do monitoramento hidroclimatológico do Açude Público Castanhão (2004 – 2013)

Ao definir a escala temporal para realização do monitoramento hidroclimático do Açude Castanhão e sua área de influência direta, inicialmente, optou-se por definir a tipologia climática para uma série histórica de dez anos, desde o enchimento do lago artificial (2004) até o ano de 2013 totalizando dez anos de existência do reservatório.

Neste trabalho não foram eliminados os valores extremos da série analisada, pois esses serviram de base para discussão sobre os anos extremos e sua relação com o armazenamento de água no Açude Castanhão e suas consequências. Nos dez anos utilizados para realizar a definição da tipologia climática (FIGURA 12) que 2004 apresentou-se como ano de precipitação máxima para a região com 1399,7 mm, sendo considerado o ano super úmido dessa série (2004 – 2013). Já 2012 apresentou-se como o ano de precipitação mínima para a região com 222,5 mm, portanto, sendo o ano super seco dessa série.

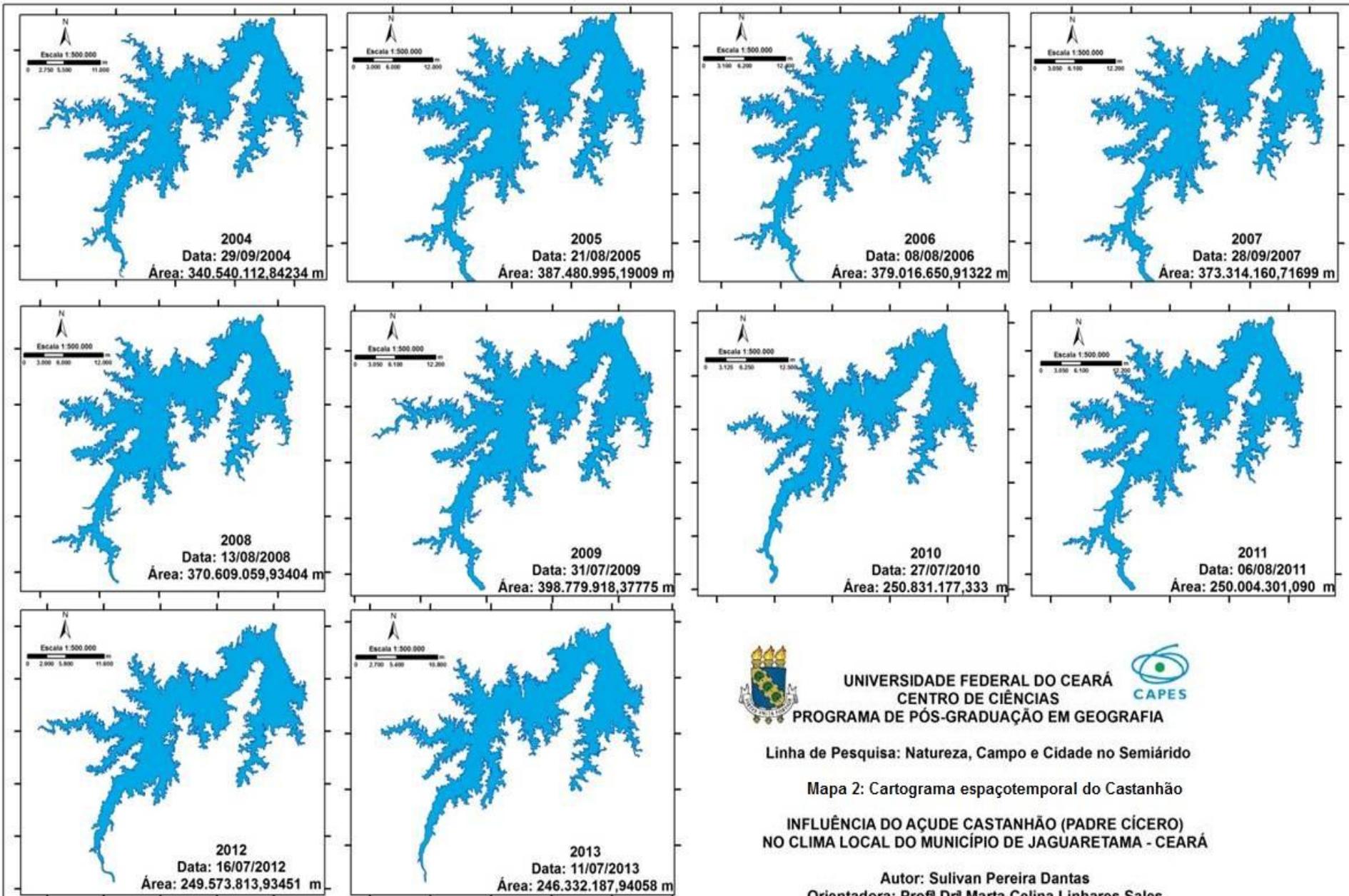
Os anos do terceiro quartil e do primeiro quartil são considerados os anos normais dessa série de dez anos, com valores que variam, aproximadamente, de 500 mm a 1000 mm. Já o ano de tipologia média definido para essa análise tem o valor de 857, 9 mm, sendo este um ano que caracteriza a pluviometria mediana do município de Jaguaratama/CE.

Figura 12: Definição da tipologia climática pela técnica de Box plot da série (2004 – 2013).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Para dialogar com os dados pluviométricos da área de estudo realizou-se o monitoramento do espelho do Açude Castanhão em um cartograma (FIGURA 13) durante os primeiros dez anos da construção deste (2004 – 2013).



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



Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semiárido

Mapa 2: Cartograma espaçotemporal do Castanhão

INFLUÊNCIA DO AÇUDE CASTANHÃO (PADRE CÍCERO)
NO CLIMA LOCAL DO MUNICÍPIO DE JAGUARETAMA - CEARÁ

Autor: Sulivan Pereira Dantas
Orientadora: Profa Drª Marta Celina Linhares Sales

Fonte: INPE, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, LIRA, 2014.

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator - UTM.
Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina.
Datum Horizontal: SAO - 83, Zona 24.

Para sintetizar as informações desse monitoramento elaborou-se um quadro (QUADRO 11) que contemplasse os valores de precipitação da área, da extensão do espelho d'água e do volume de água do açude, durante o período entre 2004 e 2013.

Quadro 11: Dados do monitoramento hidroclimático do Açude Castanhão (2004-2013).

Ano	Pluviometria Anual (mm)*	Área do espelho d'água do Castanhão (m ²)**	Volume do Castanhão (m ³)***	Volume (%)	Cota (m)
2004	1399,7	340.540.112	5.000.000	74,6	102
2005	518,6	387.480.995	4.400.000	65,6	99
2006	1001,2	379.016.650	4.600.000	60,5	100
2007	690,7	373.314.180	4.100.000	54	98
2008	997,4	370.609.059	6.000.000	89,5	104
2009	1020,4	398.779.918	6.500.000	97	106
2010	621	250.831.177	4.800.000	63	101
2011	888	250.004.301	5.000.000	74,6	101
2012	222,5	249.573.813	4.600.000	60,5	99
2013	827,8	246.332.187	3.500.000	50	96

*Dados do posto pluviométrico localizado à borda do açude Castanhão, em Jaguaratama, fornecidos pela Funceme.

**Valores aproximados da área da área do Castanhão elaborado e apresentado na figura 13, considerando também o volume das ilhas do açude.

***Dados fornecidos pelo DENOCS.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Por meio da representação espaçotemporal é possível observar que no ano de 2004, em que o mesmo atingiu sua cota de enchimento do lago com pluviometria de 1399,7 mm, sua área do espelho d'água foi de 340.540.112 m². Pela classificação do ano padrão realizada, observa-se que o ano de 2004 foi considerado como super úmido em relação à série de dez anos considerada para essa análise.

No ano de 2009 foi registrada pluviometria acima do normal, sendo este o ano em que o lago artificial do Castanhão atingiu sua cota máxima até os dias atuais, com aproximadamente 97% de sua capacidade volumétrica. Neste mesmo ano a cidade de Jaguaratama foi inundada devido à sucessão de eventos extremos ocorridos nos meses de janeiro e fevereiro.

Observa-se que o açude atingiu sua cota volumétrica de aproximadamente 75% da sua capacidade de armazenamento no ano de 2004. Portanto, a construção do açude favoreceu a redistribuição da água no período de estiagem deste ano na região.

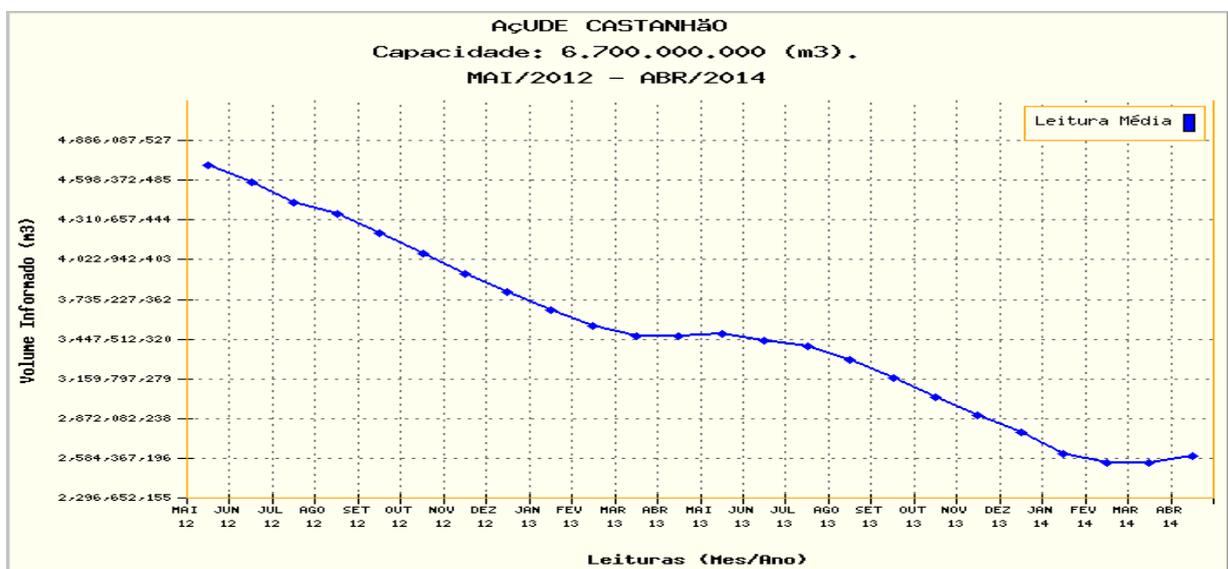
Já no ano de 2012 o agravamento da seca assolou todos os municípios do Estado, inclusive o de Jaguaratama que teve 100% de perdas de safra da agricultura local (CEARÁ, 2014). Assim, como evidencia Bezerra (2002), as variações pluviométricas intra-anual, sobretudo nos períodos de estiagem, agravam um conjunto de questões econômicas e sociais; e por meio da política de açudagem é possível mitigar os efeitos neste período.

Observa-se que os anos que fazem parte do primeiro quartil, considerados anos normais, foram os anos que apresentaram os menores valores de precipitação assim como os menores valores, em percentagem, da capacidade volumétrica armazenada pelo açude, variando de 50% a 70%. Enquanto que os anos do terceiro quartil, também considerados dentro da normalidade, apresentaram os maiores valores de precipitação e de capacidade volumétrica, em percentagem, armazenada, variando de 70% a 100%. Isso justifica o que é evidenciado pelos dados de Monitoramento dos Reservatórios do DNOCS, no qual indica que, atualmente, os açudes do Ceará acumulam aproximadamente 5 bilhões de m³ de volume de água armazenado e que variam de acordo com o regime das chuvas. Isso demonstra a dependência do armazenamento de água no Estado para com regime pluviométrico e a necessidade de monitoramento estratégico para manter o redimensionamento das águas favorável à população e ao desenvolvimento econômico regional e local.

Observa-se que além de haver uma dependência entre períodos contrastantes (chuvoso e seco) quanto ao volume precipitado e o volume armazenado de água, há uma dependência interanual, pois quando o açude atinge taxas volumétricas satisfatórias, esta contribuirá com o abastecimento à população e a irrigação e indústria nos anos posteriores. Percebe-se essa situação no caso dos anos de 2004 e 2005 na qual a alimentação positiva do açude no ano de 2004 contribuiu com o abastecimento durante todo o ano de 2005, mesmo observando valores pluviométricos registrados muito abaixo do ano padrão, com 518,6 mm.

O inverso também é verdadeiro, na qual quando ocorre um ano de seca severa, com dados pluviométricos abaixo da normalidade as situações dos açudes também ficam bem abaixo da normalidade, com suas taxas volumétricas comprometidas em detrimento de anos com chuvas escassas como foi o caso dos anos de 2012 e 2013. Na qual se percebe que com pouco volume de chuva registrado no ano de 2012, além de ter comprometido o período de estiagem deste ano, comprometeu o ano de 2013 (GRÁFICO 4) fazendo com que a taxa de capacidade de armazenamento do açude chegasse a registrar apenas 50% de água armazenada mesmo sendo um ano com pluviometria dentro da normalidade, porém não o suficiente para manter os reservatórios cheios. Ressalta-se que pode ter ocorrido também o aumento da demanda por outros usuários.

Gráfico 4: Variação volumétrica do Açude Castanhão entre os anos de 2012 e 2014.



Fonte: DNOCS, 2014.

Observa-se no gráfico acima que a variabilidade interanual foi ocasionada pela sequência de anos de pluviometria bem abaixo do normal ou dentro da normalidade, como os anos de 2012 e 2013, respectivamente. Isso demonstra que a água armazenada durante o ano de 2012 não foi o suficiente para manter o açude com sua capacidade favorável aos anos posteriores e que sua recarga é dependente do regime pluviométrico, além da recarga advinda de outros açudes do Estado.

Vale salientar que a permanência da política de açudagem é importante para o território cearense, pois como é evidenciado por Linz (2011) para que haja o desenvolvimento econômico no Estado, este necessita desenvolver outras atividades, dentre as quais citam-se a agricultura irrigada e a indústria, dependentes de grande quantidade de água para sua realização.

Observa-se no quadro 11 que para a análise realizada entre os dez primeiros anos de construção do Açude Castanhão ocorreu variação do tamanho da extensão do espelho do açude, aqui considerada também toda a área superior a 100 m de altitude, da capacidade volumétrica em metros cúbicos e em percentagem de acordo com a dinâmica espaçotemporal e sua estreita relação com os valores pluviométricos registrados na região.

Vale ressaltar que apesar do ano de 2014 ainda está no seu primeiro semestre, inclusive no seu período chuvoso, até o momento só acentuou-se ainda mais a redução do volume armazenado no Açude Castanhão, chegando atualmente a 40% de capacidade de armazenamento (DNOCS, 2014).

Nesse contexto é importante ressaltar o papel do monitoramento dos recursos hídricos do Ceará, este é feito buscando o uso racional e sustentado de cada corpo hídrico, exigindo a não dissociação dos aspectos quantitativos dos qualitativos como evidenciado pela COGERH (2013). Porém, percebe-se que esse monitoramento ainda é insuficiente devido à quantidade de açudes existentes no Ceará e de sua importância para o desenvolvimento econômico e social do Estado. Como lembra Domingues *et al.* (2007), a maioria das grandes obras, empreendimentos e projetos que impliquem numa provável, ainda que pequena modificação no meio ambiente, geram uma ampla discussão de seus efeitos e consequências ecológicas.

Em contrapartida é válida a contribuição de outras medidas mitigadoras que auxiliam na política de açudagem para o Ceará. Como é evidenciado por Cirilo (2008) no qual além das barragens, que ainda se constituem no tipo de obra mais executado para o atendimento da população rural difusa, os poços e cisternas rurais também são formas de captação e armazenamento de água comum na região. Para o Ministério do Planejamento (2013) a política de açudagem constitui-se com ação estruturante e construção de poços e cisternas como ações emergenciais.

A partir de agora será apresentado e discutido o monitoramento de quatro atributos climáticos escolhidos para a realização desta pesquisa, durante os anos de 2012 e 2013 em seus períodos contrastantes.

5.3. Análise dos dados

5.3.1. Análise dos dados de Temperatura do Ar

A partir da coleta de dados de temperatura do ar para os episódios dos períodos chuvosos e secos dos anos de 2012 e 2013 (FIGURA 14), apresentam-se os valores registrados para esses dois anos de medições em seus dois períodos sazonais contrastantes. A opção por analisar a temperatura do ar com Desvios (P1 – P2 e P1 – P3) permite evidenciar as maiores diferenças entre os pontos nos períodos pesquisados e por facilitar na visualização dos registros.

No período chuvoso do ano de 2012 (FIGURA 14.1) observa-se que não houve grandes diferenciações entre os valores dos três pontos coletados, havendo em alguns momentos valores mais elevados no ponto P2.

Observa-se que a amplitude térmica, nos pontos, se mantiveram próximas, com valores mais elevados no ponto P2, localizado na área intraurbana, onde há maior incidência de edificações e vias pavimentadas.

Contudo, deve-se atentar para os valores do período noturno no ponto P1, pois é possível perceber que a partir das 21hs até às 6hs houve predominância de valores mais baixos de temperatura do ar nesse ponto, registrando amplitude térmica de $-2,7^{\circ}\text{C}$ do P1 em relação ao P2 e às 21hs, 23hs e 00h registrou-se $-1,4^{\circ}\text{C}$

do P1 em relação ao P3. Mostrando-se a influência do lago artificial nos valores de temperatura durante o período noturno no ponto a borda do açude.

Da mesma forma que os dados obtidos nesse episódio evidenciam o que Almeida (2000), Ayoade (1996), Souza (2010) demonstraram em seus estudos, nos quais relatam que a área urbana concentram mais impactos quanto à variação de temperatura do ar mais elevada, devido à concentração de edificações e pavimentação em comparação com os demais pontos.

Durante esse episódio o maior valor registrado foi de 35°C no ponto P3 às 13hs, e o menor valor foi de 21°C no ponto P1 às 05hs. Predominaram valores mais elevados no ponto central (P2). As amplitudes térmicas dos pontos foram de 13,5°C para o P1, 12°C para o P2 e 13°C para o P3.

Já para o período seco do ano de 2012 (FIGURA 14.2) observa-se que durante o período diurno os valores mais elevados de temperatura do ar foram para o ponto P1, já no período noturno percebe-se que não há maiores diferenciações nos valores de temperatura entre os pontos. Assim como no período chuvoso, o ponto P2 registrou os valores mais elevados durante todo o episódio, associado a influência do ambiente urbano e seus fluxos no aumento significativo da temperatura.

Há uma permuta quanto aos valores mais elevados durante todo dia dessa medição episódica. Enquanto durante o período diurno apresentou valores mais elevados para o ponto P1 e valores mais baixos para o ponto P2, no período noturno ocorreu o contrário, sendo os valores mais elevados para o ponto P2 e mais baixos para o ponto P1.

Nesse episódio foi registrado o maior valor de temperatura para o ponto P1, de 35,5°C no horário das 15hs. O menor valor foi registrado às 05hs com 23,2°C também para o ponto P1, demonstrando assim a importância da medição no período noturno para verificar a influência do lago artificial no microclima. Assim como foi percebido na pesquisa desenvolvida por Santos Junior (2012), na qual concluiu que durante o período diurno da estação seca os valores mais elevados foram para o ponto mais próximo do lago artificial

Quanto à amplitude dos registros mais elevados desse episódio observa-se que à 01h registrou-se $-1,4^{\circ}\text{C}$ do P1 em relação ao P2 e -1°C do P1 em relação ao P3 às 04hs. A amplitude térmica dos pontos de coleta para esse episódio foi de $12,3^{\circ}\text{C}$ para o P1, $10,5^{\circ}\text{C}$ para o P2 e $10,5^{\circ}\text{C}$ para o P3. Cabe ressaltar que no ano de 2012 o período chuvoso não demonstrou características típicas deste.

No episódio do período chuvoso do ano de 2013 (FIGURA 14.3) para os valores de temperatura do ar observa-se que diferente do ano de 2012, houve grandes picos de valores de temperatura ocasionando diferenciações durante essa medição.

Pode-se perceber que até às 15hs os valores mais elevados foram registrados no ponto P3, chegando ao seu valor máximo de temperatura de $32,5^{\circ}\text{C}$ às 13hs. Já a partir de 16hs observa-se que o ponto P2 registra os maiores valores durante todo esse episódio, inclusive no período noturno. Cabe ressaltar que o ponto P1 permanece durante toda a medição com seus valores constantes, além dos valores mais baixos de temperatura do ar. A maior amplitude térmica de P1 em relação a P2 foi de $-3,5^{\circ}\text{C}$ à 00h e de P1 em relação a P3 foi de $-1,3^{\circ}\text{C}$ às 22hs.

Esse fato, de valores de temperatura mais elevada na área de influência urbana, evidencia o que mostraram Sant'anna Neto (1998), Andrade (2005), Jesus (2008), que tratando de ambientes com fatores urbanos, o clima original passa por modificações devido à alteração do próprio balanço de energia.

O pico de temperatura para esse episódio foi no ponto P3 às 13hs com o valor de $32,5^{\circ}\text{C}$, já o menor valor foi de $23,8^{\circ}\text{C}$ para o ponto P1 às 04hs. Vale lembrar que mais uma vez o ponto P1 se comporta de maneira constante durante o período noturno, caracterizando esse ponto a borda do açude como o local com menores registros de temperatura durante as medições. A amplitude térmica dos pontos nesse episódio foi de 8°C para o P1, 8°C para o P2 e $8,5^{\circ}\text{C}$ para o P3.

Quanto ao episódio do período seco do ano de 2013 (FIGURA 14.4) observa-se que os valores de temperatura do ar encontram-se muito similares com a tendência observada na medição do mesmo período seco de 2012, na qual permaneceram valores próximos durante a medição.

Durante essa medição os pontos que tiveram os valores mais elevados foram P2 e P3, já o ponto à borda do açude (P1) predominou durante maior período com valores mais baixos de temperatura, principalmente durante o período noturno, no qual os valores para o ponto P1 a partir das 19hs até o último registro às 06hs. A maior amplitude térmica do P1 em relação ao P2 foi de $-3,3^{\circ}\text{C}$ às 02hs e do P1 em relação ao P3 foi de $-1,7$ às 23hs.

As 13h o ponto P1 registrou o maior valor de temperatura em relação aos demais pontos, com o valor de $36,5^{\circ}\text{C}$. O menor valor também ocorreu no ponto P1 às 04hs com 24°C . A amplitude térmica dos pontos para esse episódio chegou a $12,5^{\circ}\text{C}$ para o P1, 10°C para o P2 e $10,5^{\circ}\text{C}$ para o ponto P3.

A relação dos dados entre os períodos de medições mostrou que para os dados de temperatura do ar o ponto à borda do açude (P1) teve os menores valores, principalmente durante o período noturno, em relação aos pontos do centro (P2) e do rural (P3). Essa relação também foi evidenciada nas pesquisas desenvolvidas por Souza (2010) e Santos Junior (2012).

Para o período chuvoso do ano de 2012 a maior diferença encontrada entre os pontos de medições foi às 05hs, entre o ponto P1 e o ponto P2 com o valor de $2,5^{\circ}\text{C}$, entre o ponto P1 e ponto P3 com a diferença de 1°C .

Já para o período seco do ano de 2012, quanto à diferença de temperatura do ar entre os pontos de episódio observa-se que o registro de 11hs variou com a maior diferença entre os mesmos, sendo entre o P2 e P1 o valor de $1,5^{\circ}\text{C}$, entre o P3 e P1 a diferença é de $1,3^{\circ}\text{C}$.

Para o período chuvoso do ano de 2013 observa-se que a diferença entre os pontos P1 e P2 foi de $3,5^{\circ}\text{C}$ às 00h, entre os valores dos pontos P1 e P3 foi de $1,5^{\circ}\text{C}$ às 10hs.

Quanto ao período seco do ano de 2013 observa-se que a maior diferença de temperatura do ar entre os pontos P1 e P2 foi de $3,5^{\circ}\text{C}$ às 02hs, o maior registro de diferença entre os pontos P1 e P3 foi às 12hs com o valor de $2,0^{\circ}\text{C}$.

É possível observar que durante todos os episódios, apenas na medição do período seco do ano de 2012, o valor do ponto à borda do açude (P1) não se manteve como o ponto com menor valor de desvio de temperatura do ar em relação aos demais pontos. Acredita-se que os fatores urbanos influenciaram nos valores das medições, principalmente no ponto central. Pois como bem mostrado por Andrade (2005) a influência integrada dos fatores urbanos modifica o clima original do local, geralmente associados à construção de edificações, pavimentações, maior circulação de pessoas e automóveis, dentre outros fatores.

Observa-se nos gráficos de temperatura com Desvios que o ponto P1, no período noturno, apresenta os valores de temperatura do ar mais baixos em relação aos pontos P2 e P3, isso está associado à liberação de calor latente com formação de brisas e a influência do lago artificial favorecendo o equilíbrio térmico no ponto localizado a borda do açude.

Figura 14.1: Temperatura do Ar com Desvios durante o episódio do período chuvoso do ano de 2012

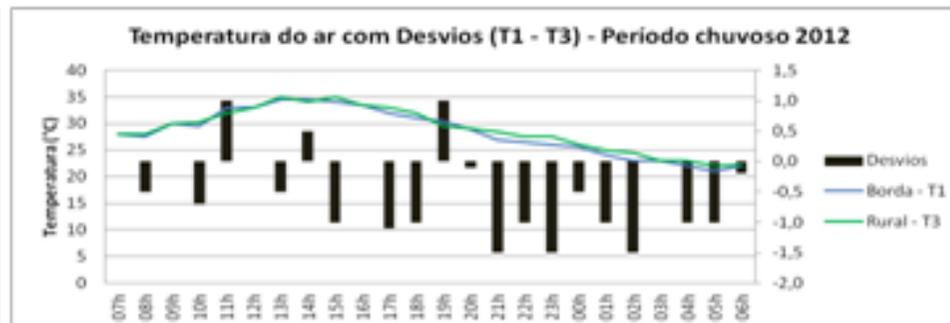
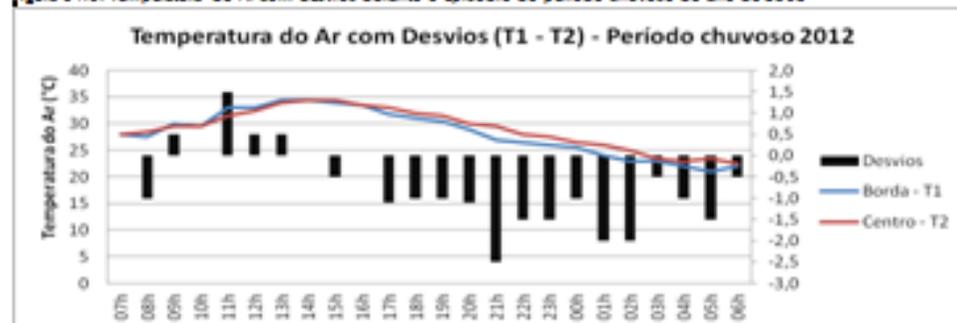


Figura 14.2: Temperatura do Ar com Desvios durante o episódio do período seco do ano de 2012

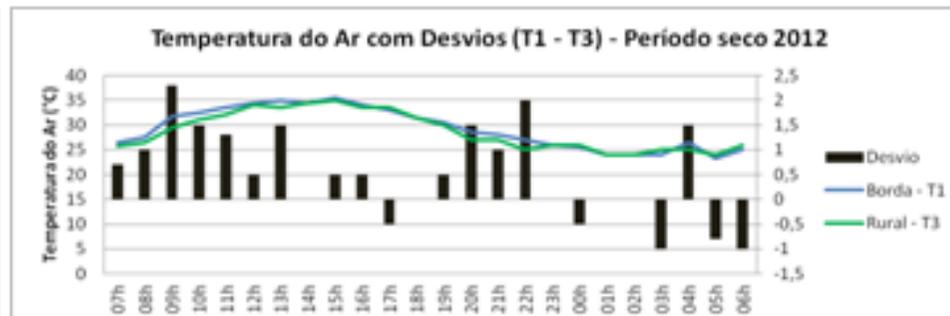
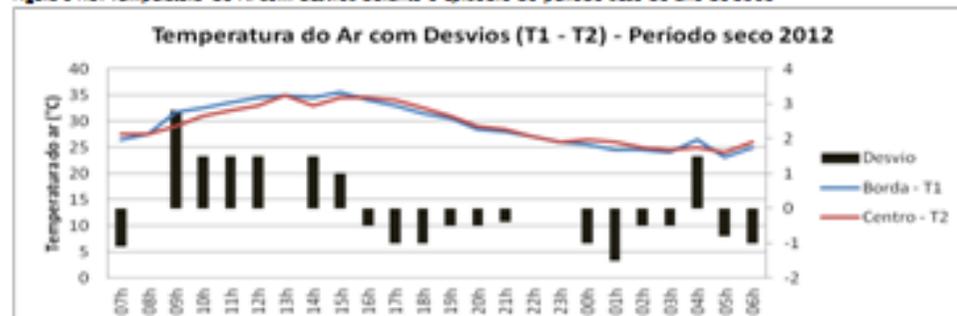


Figura 14.3: Temperatura do Ar com Desvios durante o episódio do período chuvoso do ano de 2013

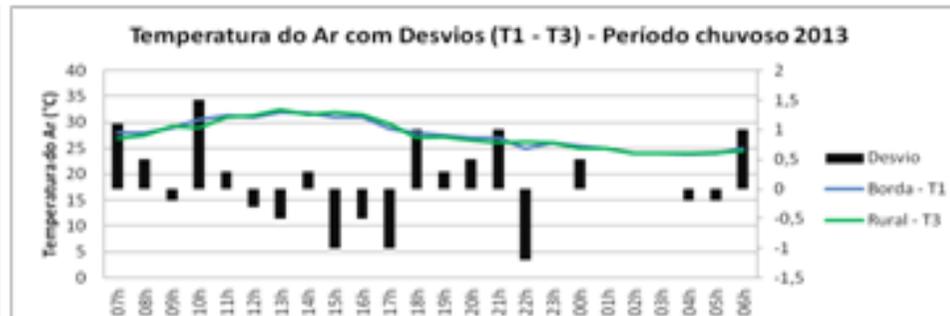
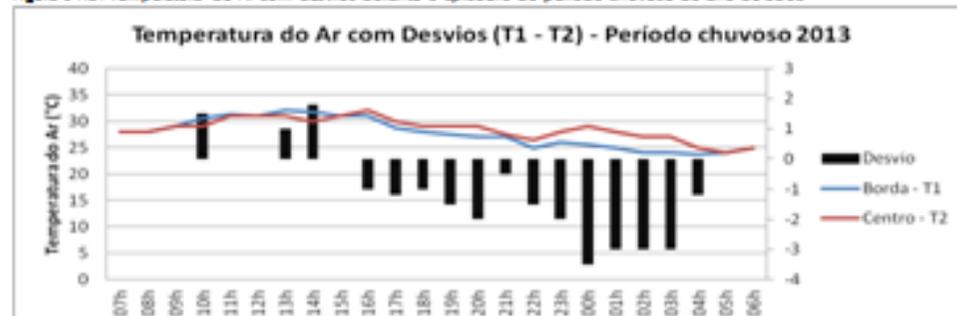
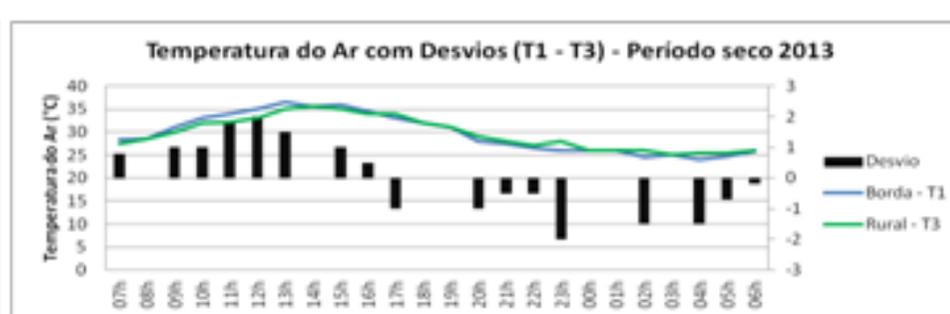
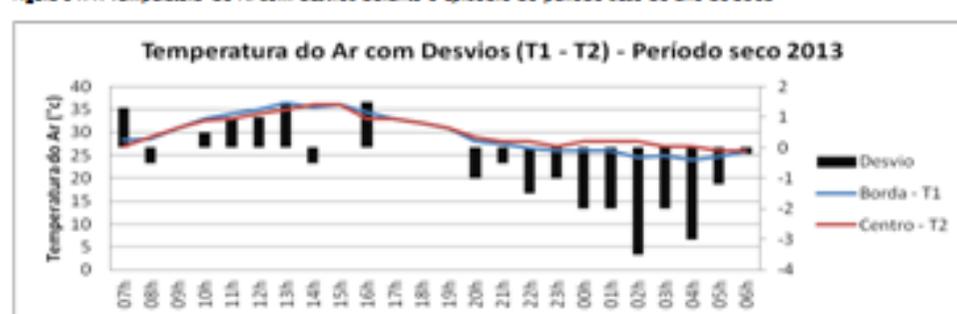


Figura 14.4: Temperatura do Ar com Desvios durante o episódio do período seco do ano de 2013



5.3.2. Análise dos dados de Umidade Relativa do Ar (UR)

Os dados de umidade relativa, referente aos episódios dos anos de 2012 e 2013, também foram organizados em gráficos, correlacionados com Desvios (P1 – P2 e P1 – P3), conforme figura 15.

Para os dados de **umidade relativa do ar do período chuvoso do ano de 2012 (FIGURA 15.1)** observou-se que no ponto à borda do açude (P1) teve valores superiores a 80%, principalmente no período noturno.

Observa-se no gráfico que durante o dia os valores de umidade dos pontos P1 e P2 tiveram os maiores valores registrados em relação ao ponto P3, porém a partir das 20hs percebe-se que o ponto P1 registrou picos de umidade relativa do ar, além de se manter durante todo período noturno com os maiores registros, chegando ao valor de 83% no horário das 02hs. Isso pode estar a influência do lago artificial neste ponto favorecendo o equilíbrio higrométrico.

Já o ponto P3 registrou os menores valores de umidade durante a medição, chegando alcançar o menor valor registrado desse episódio às 18hs com 35% de UR. Enquanto que o ponto P2 oscilou com valores superiores em alguns momentos do período diurno e com valores inferiores durante o período noturno.

Quanto à amplitude higrométrica entre os pontos P1-P2 e P1-P3 observa-se que o maior registro dessa amplitude foi de 19% às 02hs (P1-P2) e 18% às 23hs (P1-P3). A amplitude higrométrica para esse episódio foi de 47% no ponto P1, 41% no ponto P2 e 48% no ponto P3.

Quanto ao episódio do período seco do ano de 2012 (FIGURA 15.2) observa-se que durante o período diurno não teve grandes diferenças entre os valores de umidade relativa do ar, apenas no registro das 18hs houve um pico de 53% no ponto à borda do açude (P1). Onde mais uma vez o ponto a borda do açude apresenta os valores de picos da umidade relativa do ar.

Já no período noturno, a partir das 19hs, as diferenças de valores de umidade começaram a apontar entre os pontos. Observa-se que o ponto P3 permaneceu durante esse episódio como o ponto que registrou, predominantemente, os maiores valores de umidade relativa do ar.

Quanto ao desvio higrométrico entre P1-P2 e P1-P3 observa-se que o maior registro foi de 8% entre P1-P2 às 06hs e 15% entre P1-P3 às 18hs. A amplitude higrométrica para esse episódio foi de 52% no ponto P1, 50% no ponto P2 e 48% no ponto P3.

Cabe ressaltar que o maior pico dessa medição foi no ponto P1 registrando 91% no horário de 05hs, esse valor não é uma característica comum na área de estudo, principalmente por não ter ocorrido precipitações durante a medição, por isso pode-se associar a presença do lago artificial. Assim, os dados registrados evidenciam resultados semelhantes obtidos por Limberger (2007), no qual percebeu em sua pesquisa que os valores de umidade relativa do ar foram mais elevados durante o período noturno, principalmente à borda do açude. Já os menores registros desse episódio foram no ponto P2 nos horários de 16hs e 17hs com 37% de umidade relativa do ar, isso está associado as características urbana do local no ponto 2 que favorecem o aumento da temperatura e a baixa umidade.

Para o episódio do período chuvoso do ano de 2013 (FIGURA 15.3) observa-se que os registros do período diurno entre os pontos não tiveram maiores diferenças, portanto verifica-se que no horário de 16hs houve um pico de 86% de umidade relativa do ar para o ponto P1.

No período noturno, principalmente a partir das 21hs, o ponto P1 teve os valores mais elevados de umidade, chegando a 93% às 04hs. Já o menor registro desse episódio ficou com o ponto P2, onde às 13hs registrou 54%. O valor de 93% para a região não é comum, por sua vez, confirma a influência do lago artificial no aumento da umidade relativa do ar no local.

Assim como no período chuvoso do ano de 2012, a umidade relativa do ar noturna do período chuvoso de 2013 registrou os valores mais elevados, inclusive o seus picos registrados no ponto a borda do açude (P1).

Quanto ao desvio higrométrico entre P1-P2 e P1-P3 observa-se que o maior registro foi de 8% entre P1-P2 às 6hs e de 15% entre P1-P3 às 18hs. A amplitude higrométrica para esse episódio foi de 39% no ponto P1, 36% no ponto P2 e 32% no ponto P3.

Quanto ao episódio do período seco do ano de 2013 (FIGURA 15.4) observa-se que dentre todas as medições realizadas para esse trabalho foi a que registrou os menores valores de umidade relativa do ar. Esse atributo climático apresentou característica típica desse período climático para a área de estudo.

Percebe-se que durante o período diurno esse episódio registrou valores abaixo de 40% de umidade relativa do ar para todos os pontos das 10hs até 17hs. Demonstrando assim o comportamento bastante típico do período seco no município com baixa umidade do ar e baixa ação convectiva.

No período noturno dessa medição, assim como no período seco do ano de 2012, a umidade relativa registrou os valores mais elevados no ponto P1, registrando o pico desse episódio às 04hs com 83% no ponto à borda do açude. O menor valor registrado de umidade relativa também foi no ponto P1 com 37% às 18hs.

Quanto ao desvio entre P1-P2 e P1-P3 o maior registro foi de 17% entre P1-P2 às 16hs e de -6% entre P1-P3. A amplitude higrométrica para esse episódio foi de 46% no ponto P1, 38% no ponto P2 e 43% no ponto P3.

A partir da análise geral é possível observar que o comportamento da umidade relativa do ar é bem semelhante nos dois períodos chuvosos de 2012 e 2013, assim como para os dois períodos secos dos anos de 2012 e 2013. A partir dos dados coletados é possível afirmar que o lago artificial influencia nos valores de umidade relativa do ar no ponto representativo da borda do açude Castanhão, principalmente no período noturno.

Figura 15.1: Umidade Relativa do ar (UR) durante o período do período chuvoso do ano de 2012



Figura 15.2: Umidade Relativa do ar (UR) durante o período do período seco do ano de 2012

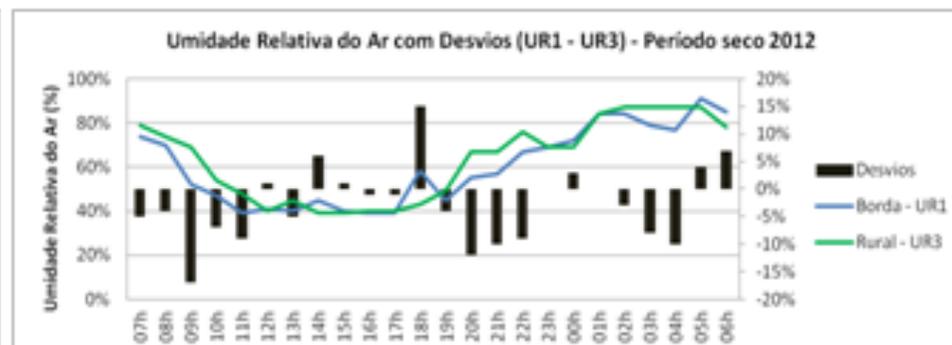


Figura 15.3: Umidade Relativa do ar (UR) durante o período do período chuvoso do ano de 2013

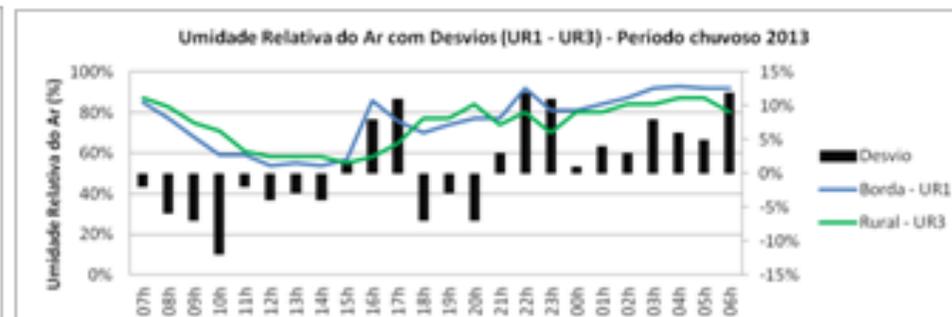
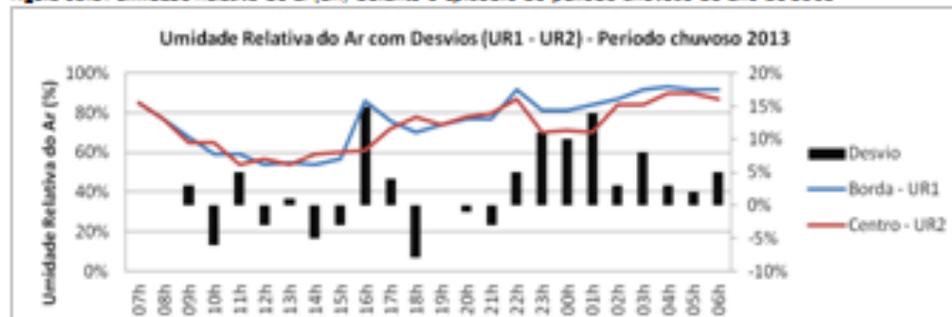
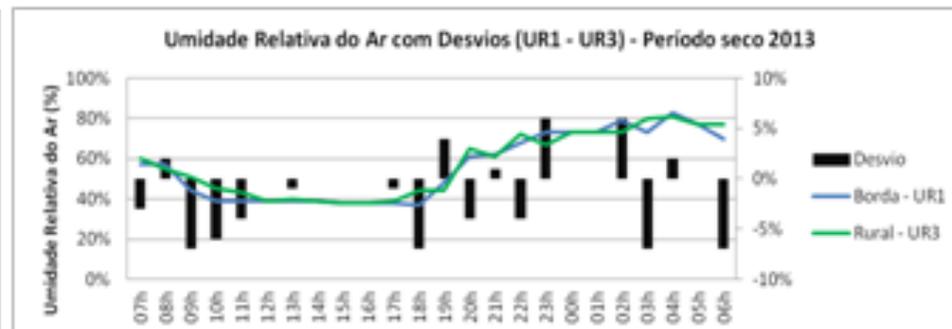
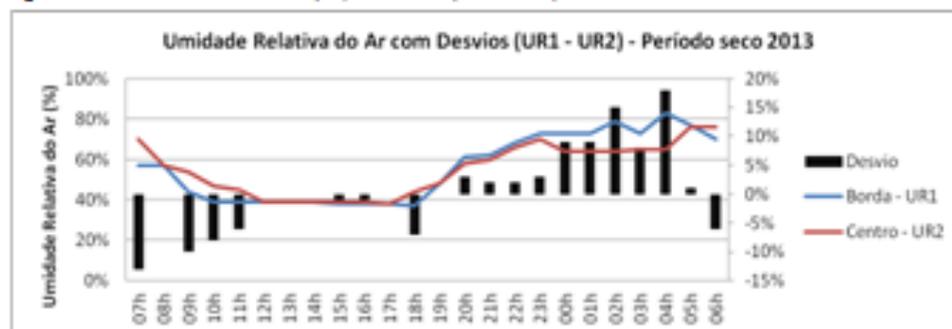


Figura 15.4: Umidade Relativa do ar (UR) durante o período do período seco do ano de 2013



5.3.3. Análise dos dados de Ventos

Para a análise dos dados de ventos foram organizados dois gráficos (FIGURA 16), um de velocidade máxima (m/s) e outro de direção para cada episódio levantado. Além dos gráficos de vento diurno e vento noturno para cada episódio.

Quanto ao episódio do período chuvoso do ano de 2012 (FIGURA 16.1) verifica-se que para a sede do município de Jaguaretama, pelo menos nos pontos em que foram realizadas as coletas, o predomínio de orientação dos ventos nesse episódio é de NE e S, com 40% e 50% dos registros, respectivamente. Vale ressaltar que o açude Castanhão está localizado a L/SE do município.

No gráfico observa-se que os ventos tiveram velocidades mais elevadas durante o período diurno, chegando ao pico de velocidade do vento às 15hs com o valor de 5,5 m/s no ponto à borda do açude (P1).

No período da tarde verifica-se que os ventos têm mais intensidade em relação aos demais períodos do episódio, enquanto que no período noturno foram registrados os menores valores da medição, ocorrendo inclusive, ausência de ventos no momento do registro, na maioria das medições no ponto da zona rural (P3).

Para o episódio do período seco do ano de 2012 (FIGURA 16.2) observa-se que os ventos direcionam-se em sua maioria em L e SE, com 40% em ambos os casos, somando 80% no total.

Quanto aos dados de velocidade dos ventos verifica-se que durante todo o episódio foram registrados fluxo de ar, com ausência apenas na medição de 6hs no ponto P2. O período da tarde mais uma vez se destacou com os valores mais elevados, com registro do pico de velocidade às 16hs com o valor de 7 m/s no ponto P1.

Verifica-se que durante o episódio os valores mais elevados e constantes estão para o ponto à borda do açude (P1), enquanto que nos pontos P2 e P3 verifica-se bastante oscilação. Para o período noturno, embora com registro de vento, há uma diminuição da velocidade dos ventos nos três pontos de coleta.

No episódio do período chuvoso do ano de 2013 (FIGURA 16.3)

observa-se que a direção de vento predominante foi de NE e SE com 30% e 25%, respectivamente.

Verifica-se que durante essa medição a velocidade do vento oscilou bastante no período diurno, estabelecendo alguns picos no ponto P1. O maior valor registrado para esse episódio foi no ponto P1 com 3,7 m/s às 16hs. Essa oscilação foi até o horário das 17hs, no qual se encontra os valores dos pontos P1 e P3 com superiores ao ponto P2, que se manteve mais linear em seus registros.

Já no período noturno observa-se que mais uma vez ocorreu ausência de ventos para o ponto P3, assim como no período chuvoso de 2012. Os valores para os três pontos se comportaram mais amenos, com valor máximo de 0,8 m/s no ponto P1 às 03hs. Nesse caso, se confirma a semelhança com o comportamento da velocidade dos ventos ocorrido no mesmo período para o ano de 2012.

Quanto ao episódio do período seco do ano de 2013 (FIGURA 16.4)

observa-se que a direção dos ventos predomina-se para o sentido NE e SE com 50% e 30%, respectivamente.

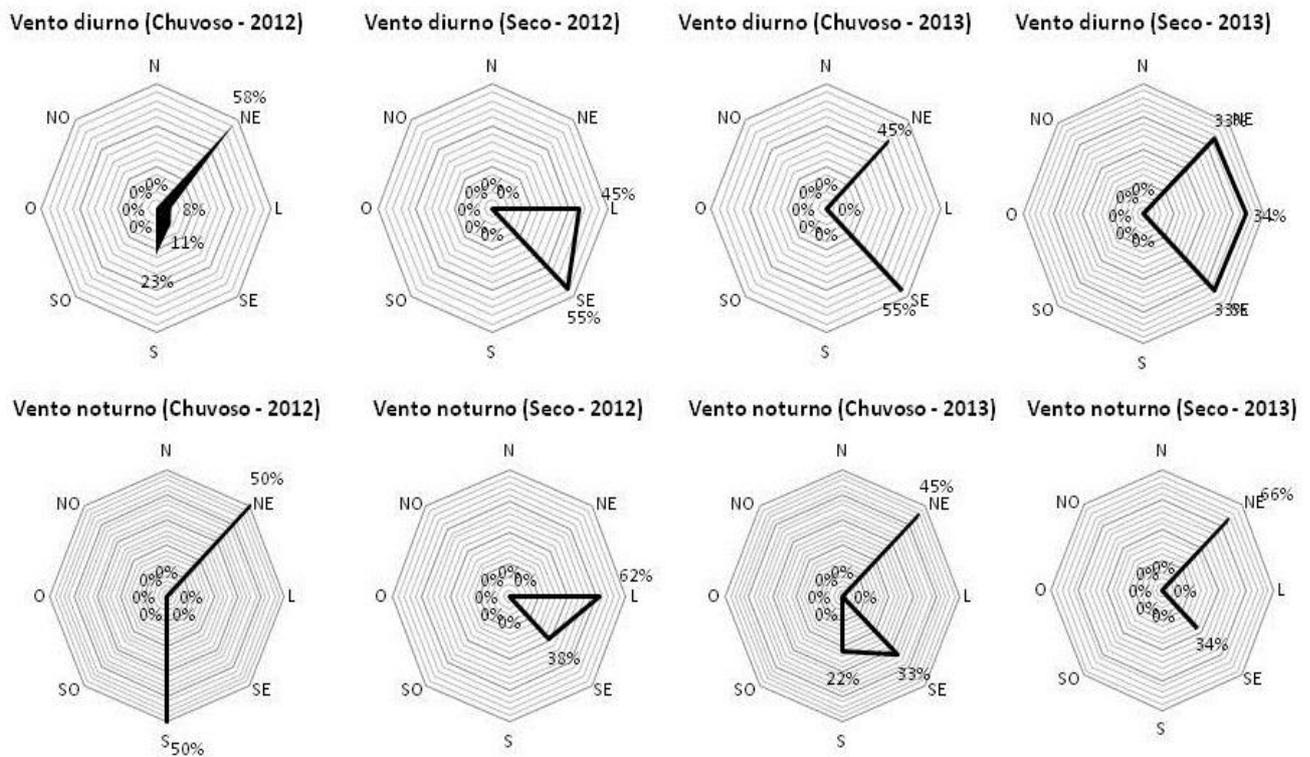
Durante essa medição verifica-se que, diferente do período chuvoso, há uma oscilação importante em quase todos os registros; Isso comprova o favorecimento de ventos para o segundo semestre do ano na região, com a atuação dos alísios.

Tanto para o período diurno como para o período noturno os maiores valores de velocidade de vento registrados estão no ponto P1, além dos registros de picos durante toda a medição. O maior valor registrado foi para o ponto P1 com 6,9 m/s às 22hs, cabe ressaltar que o ponto P1 no período noturno se comportou com valores bastante superiores em relação aos pontos P2 e P3.

Mais uma vez o ponto P2 se comportou como o local com menor oscilação dos valores de velocidade de vento, um ponto considerado constante em relação aos demais, talvez esteja associado à rugosidade da malha urbana.

Com o objetivo de visualizar a formação de brisas durante as medições, organizaram-se também os dados de direção de vento (FIGURA 17) em distribuição de vento diurno (07hs – 18hs com valores dos três pontos) e noturno (19hs – 06hs com valores dos três pontos).

Figura 17: Direção de ventos em distribuição de períodos diurnos e noturnos (2012 e 2013).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Observa-se na figura 17 que na área de estudo prevalecem ventos de origem Nordeste, Leste e Sudeste de maneira geral. Percebe-se na predominância vento diurno, principalmente no período seco de cada ano, que ocorreram circulações de vento de leste e formação de brisas lacustres na região.

Como evidencia Ayoade (1996), a intensidade de formação de brisas lacustres é superior a de brisas terrestres em uma região com presença de corpos hídricos.

Direção dos Ventos

Figura 16.1: Velocidade dos ventos durante o episódio do período chuvoso do ano de 2012

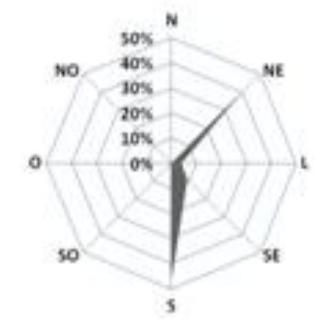
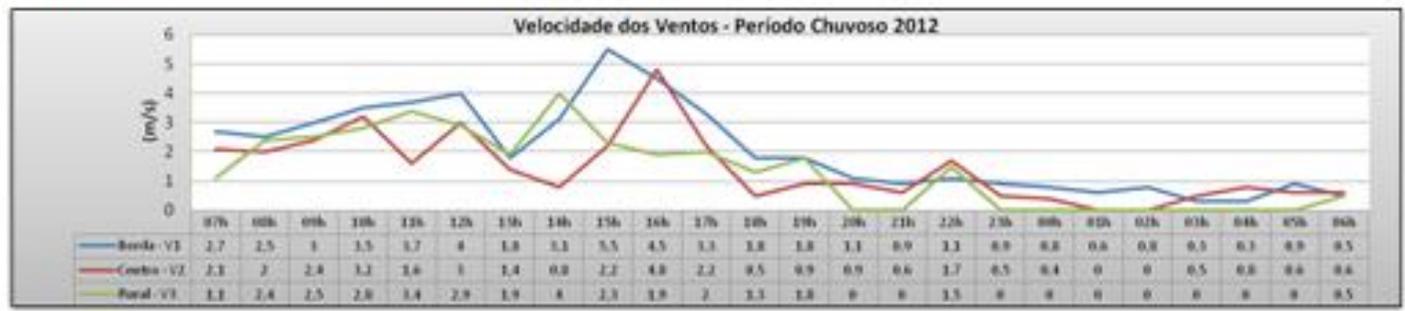


Figura 16.2: Velocidade dos ventos durante o episódio do período seco do ano de 2012

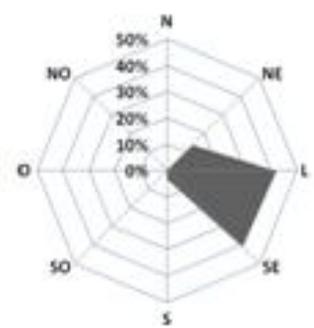


Figura 16.3: Velocidade dos ventos durante o episódio do período chuvoso do ano de 2013

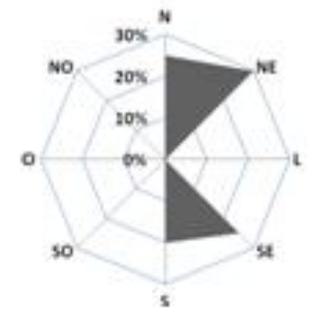
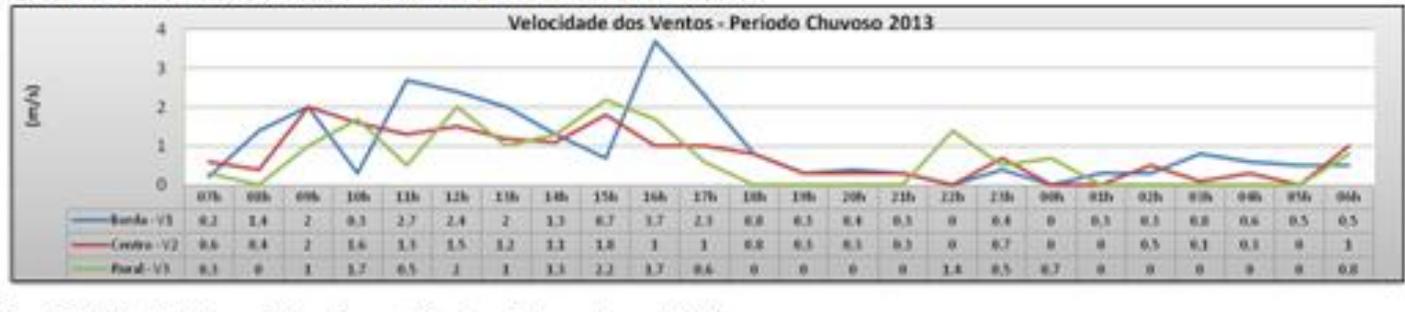
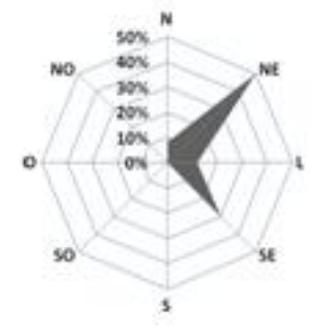


Figura 16.4: Velocidade dos ventos durante o episódio do período seco do ano de 2013

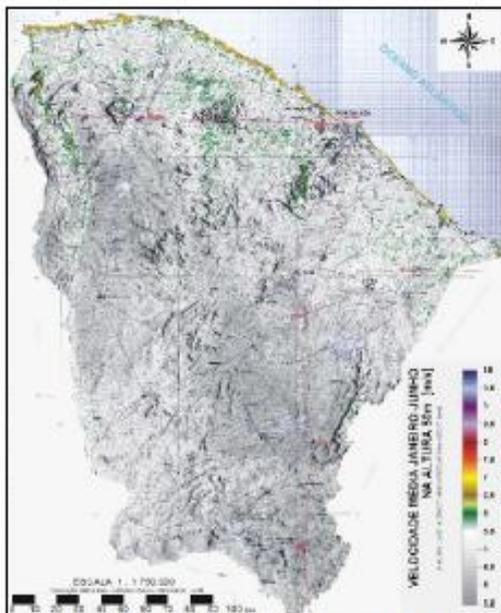


Com o objetivo de comparar os dados primários coletados nesse estudo com dados do mapa de potencial eólico elaborado pelo Ministério de Minas e Energia elaborou-se um mapa de direção dos ventos (MAPA 2) para a área de estudo.

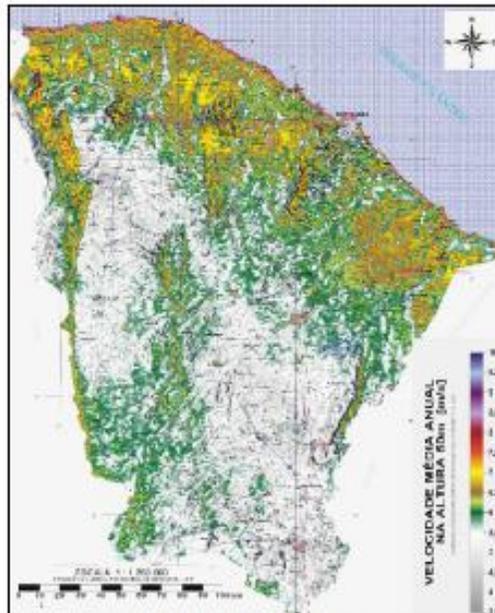
Observa-se também no mapa de velocidade média dos ventos na escala de 70 metros de altura, sendo a variação de velocidade para Jaguaretama entre 3 m/s e 5,5m/s. Ao comparar esses dados secundários com os dados primários obtidos neste estudo verifica-se a confiabilidade dos mesmos.

Observa-se que a direção do vento para o município de Jaguaretama segundo o mapa dos ventos tem-se direção leste, o qual se encontra dentro da margem de direção dos dados levantados em campo. Ressalta-se que a altura de coleta primária foi há 1,5 m do solo, em que provavelmente deve-se considerar toda a arquitetura construída que favorece a formação de canais de ventos, como observados no ponto P2.

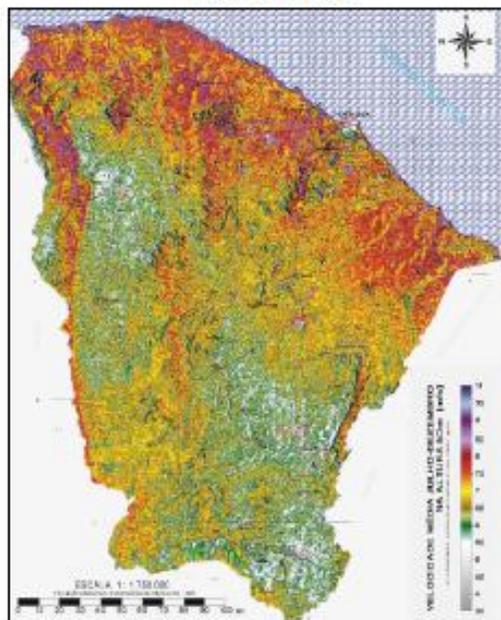
Quanto a velocidade média dos ventos observa-se que tanto para o período do primeiro semestre quanto para o segundo semestre a média não ultrapassa valores de 5 m/s, o qual verifica-se nos gráficos de coleta realizada nesse estudo a mesma tendência de velocidade. Ressalta-se que a escala de altura de coleta dos dados primários foi há 1,50 m do solo, enquanto que na medição realizada pelo órgão público foi a 50 metros.



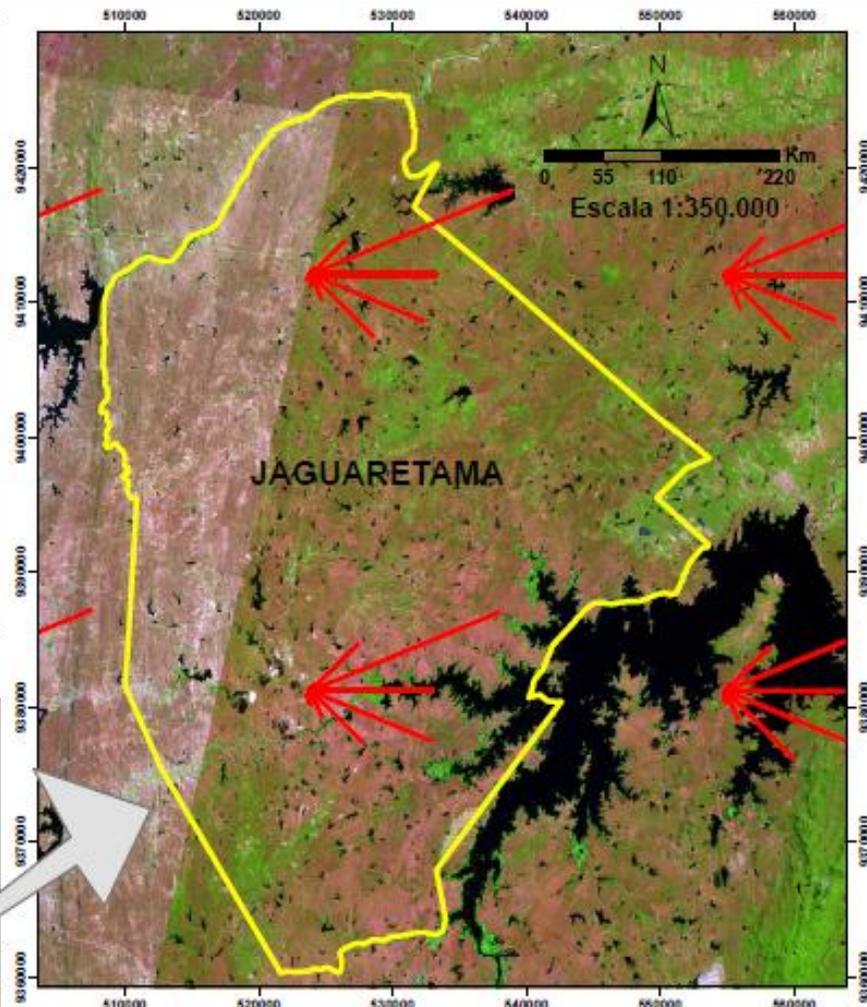
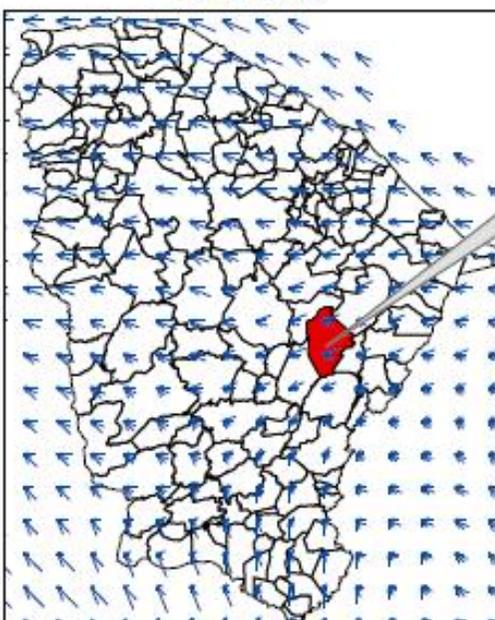
Potencial Eólico Semestral Janeiro - Junho
Altura 50 m (m/s)



Potencial Eólico Anual
70 m de Altura



Potencial Eólico Semestral Julho - Dezembro
Altura 50 m (m/s)



Mapa de Direção dos Ventos

- Legenda**
-  Direção dos Ventos
 -  Limite do Município de Jaguaratama



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



Linha de Pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semiárido
INFLUÊNCIA DO AÇUDE CASTANHÃO (PADRE CICERO)
NO CLIMA LOCAL DO MUNICÍPIO DE JAGUARETAMA - CEARÁ

Autor: Sullvan Pereira Dantas
Orientadora: Profª Drª Marta Cellina Linhares Sales

Fonte: IBGE, 2007; IPSOL, 2006; SENFRA, 2014; LRA, 2014.
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator - UTM.
Datum Vertical: Instituto - Sada - Celsius.
Datum Horizontal: SAD - 89, Zona 24.

5.3.4. Análise dos dados de Nebulosidade

Para análise dos dados de nebulosidade foram organizados gráficos (GRÁFICO 18) no qual se considerou a escala expressa pelo número de oitavas partes ($Y/8$) que cobrem o céu.

No episódio do período chuvoso do ano de 2012 (GRÁFICO 18.1) verifica-se que foi registrado condições de pouca cobertura do céu com valores de até $5/8$, mas com frequência predominante de $1/8$ para todos os pontos. Vale ressaltar que os menores valores registrados foram para o ponto P2.

No período diurno observa-se que o céu ficou coberto, prioritariamente, com valores de $4/8$ e o valor de pico registrado foi no ponto P3 com $5/8$. Já para o período noturno foi registrado apenas valores de $1/8$ para todos os pontos medidos. Essa pouca cobertura do céu se deve a estabilidade atmosférica da circulação regional. Vale ressaltar que o ano em que foi realizada essa medição considerou-se seco.

No episódio do período seco do ano de 2012 (GRÁFICO 18.2) foi registrado condições de pouca cobertura do céu com valores de até $5/8$, porém a predominou a frequência de $1/8$ devido ao período noturno. No período diurno verifica-se que o valor predominante é de $4/8$ para os pontos P1 e P3 e de $3/8$ para o ponto P2.

Os maiores valores registrados foi para o ponto P1, no período da tarde com até $5/8$. A situação de poucas nuvens durante a maior parte dos registros desse episódio demonstram as condições de tempo estável, com predomínio de nuvens baixas do tipo *cumulus*.

Para o episódio do período chuvoso do ano de 2013 (GRÁFICO 18.3) foi registrado condições de pouca cobertura do céu com valores de até $5/8$ em apenas dois registros durante esse episódio, a saber: nos pontos P1 e P3, às 07hs e 08hs, respectivamente.

Quanto ao comportamento da nebulosidade no período diurno desse episódio foram registrados valores com predomínio de $2/8$. Dessa forma, essa medição

apresenta-se com situação bem estável e com pouca cobertura do céu. Já para o período noturno houve mais uma vez o predomínio de valores de 1/8 para todos os pontos.

Para o episódio do período seco do ano de 2013 (GRÁFICO 18.4) foi registrado condições estáveis cobertura do céu, porém foi o episódio com os maiores valores registrado da pesquisa chegando a 6/8 o pico registrado às 15h.

Durante o período diurno predominou valores de 2/8, contudo o turno da tarde se comportou com valores mais elevados de nebulosidade registrando pico de 6/8 às 15hs e 16hs no ponto P1. Já o período noturno se comportou com predominância de 1/8 para todos os pontos na maioria dos registros.

A partir dos dados obtidos observa-se que o período diurno se comportou com os valores mais elevados quanto à cobertura do céu, isso se deve a estabilidade da circulação regional. Em alguns registros verifica-se que o ponto P1 se comportou com os maiores valores de nebulosidade durante todas as medições, principalmente para o período seco de cada ano assim como os picos registrados, sendo predominantemente à tarde.

Já o período noturno se comportou de maneira constante em todas as medições, com valores predominantes de 1/8 para todos os pontos registrados. Isso demonstra uma situação de pouca cobertura do céu e estabilidade da nebulosidade noturna para a região.

Cabe ressaltar que tanto 2012 como 2013 foram anos considerados secos, com valores pluviométricos bem abaixo da média histórica, como já mostrada nesse trabalho. Por ter sido um ano seco e, portanto, com baixa atividade convectiva e situação de baixa umidade na atmosfera favorece a pouca cobertura do céu, principalmente durante o período chuvoso, onde são registrados os maiores valores de radiação solar para região.

Figura 18.1: Nebulosidade durante o período do período chuvoso do ano de 2012

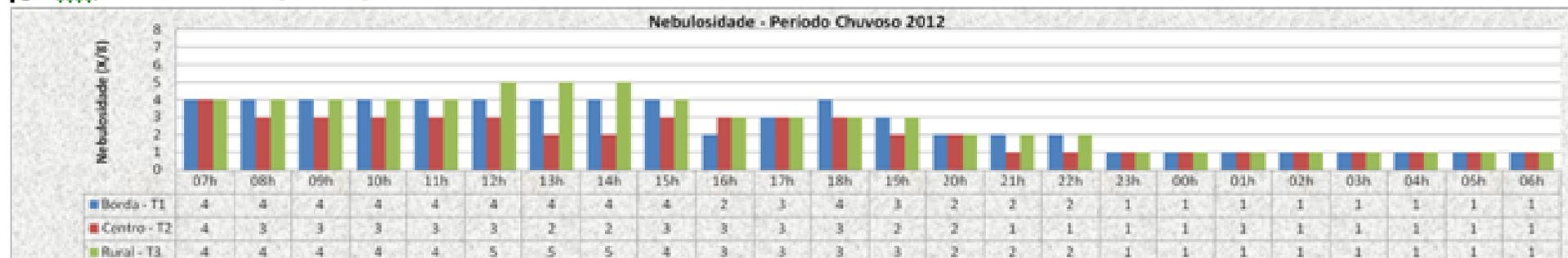


Figura 18.2: Nebulosidade durante o período do período seco do ano de 2012.

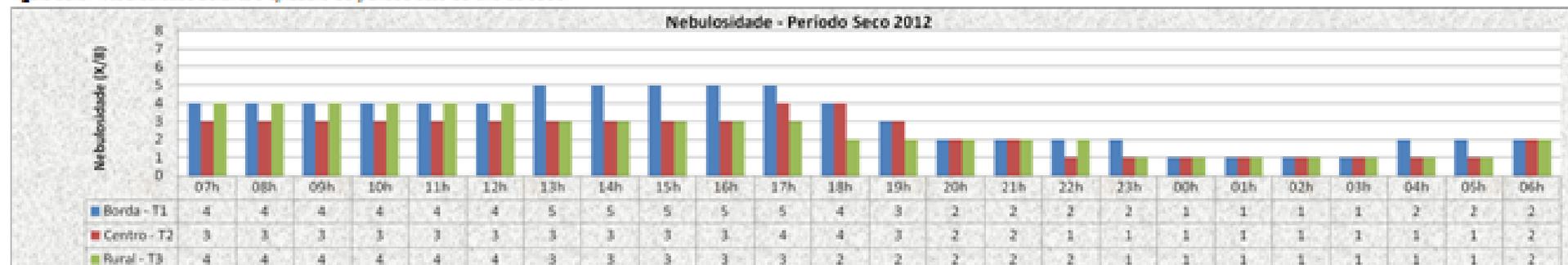


Figura 18.3: Nebulosidade durante o período do período chuvoso do ano de 2013.

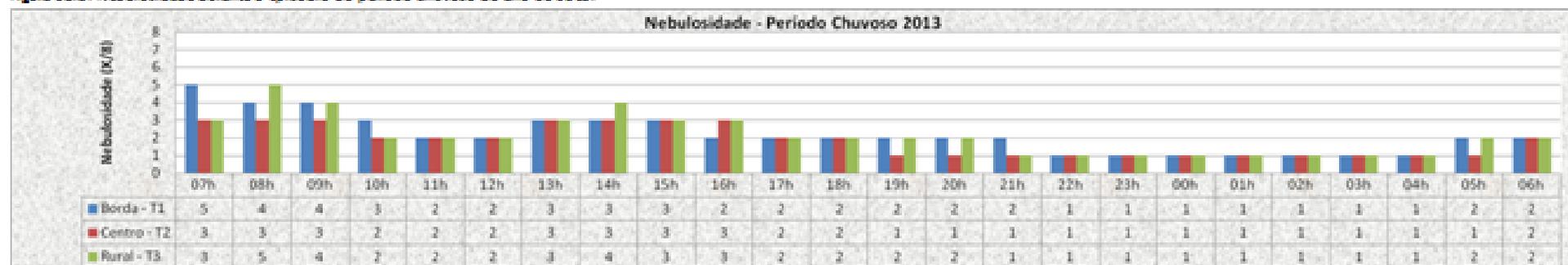
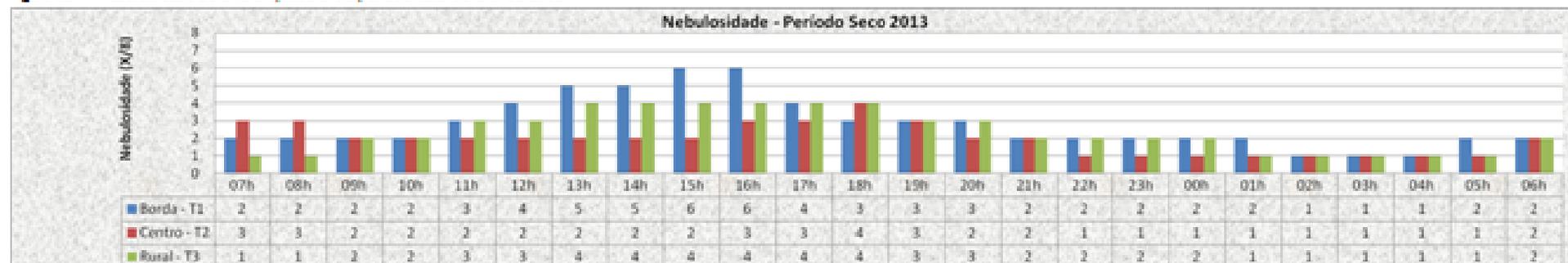


Figura 18.4: Nebulosidade durante o período do período seco do ano de 2013.



5.3.5. Correlação entre os atributos climáticos

A partir dos valores extremos obtidos da coleta realizada observam-se condições importantes quanto à relação dos atributos climáticos. No geral, os episódios se apresentaram de maneira semelhante quanto aos períodos sazonais contrastantes.

No episódio do período chuvoso do ano de 2012 observou-se que os valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar se mostraram de maneira inversamente proporcional. O turno da tarde foi o período que registrou os valores mais elevados de temperatura, no qual o valor máximo às 15h foi de 35°C no ponto localizado na zona rural (P3), enquanto que o valor de umidade relativa foi de 35%.

Cabe ressaltar que o ponto a borda do açude apresentou característica típica de área sob influência de corpo hídrico, pois este serviu de regulador térmico no entorno do ponto P1. Além do valor máximo de velocidade do vento de 5,5 m/s às 15h, também foi registrado nesse ponto o maior valor de umidade relativa do ar, em relação aos pontos P2 e P3, com 40%. Essa rajada de vento supracitada provavelmente proporcionou o aumento da umidade relativa do ar para o ponto localizado a borda do açude.

No turno da tarde e noite, principalmente na madrugada, o ponto P1 apresentou, os menores registros de temperatura do ar, enquanto obteve os maiores valores de umidade relativa do ar, sendo assim inversamente proporcional. Valores esses que necessitam serem estudados detalhadamente, pois não é comum na área de estudo ter registro de 83% de umidade relativa como registrou o ponto para borda do açude.

Na medição de velocidade do vento e umidade relativa do ar o período noturno, mais uma vez, o ponto a borda do açude (P1) apresentou os maiores valores, enquanto que os valores de temperatura foram os mais baixos desse episódio. Percebeu-se a influência da velocidade dos ventos na elevação da umidade relativa a partir do deslocamento de brisas em direção ao ponto mais próximo do corpo hídrico. Já os valores de nebulosidade se mantiveram com baixa cobertura do céu em todos os pontos.

Observou-se que para o período chuvoso do ano de 2012 o ponto a borda do açude (P1) apresentou-se como o local com maior influência do açude Castanhão, principalmente no período noturno. Percebeu-se também que a velocidade do vento influenciou nos valores de umidade relativa do ar no ponto P1. No ponto P2 observou-se a influência do ambiente intraurbano, como a maior circulação de automóveis e pessoas, a pavimentação, as edificações, nos valores dos atributos, no qual esse ponto registrou os maiores valores de temperatura do ar e os menores valores de velocidade do vento e umidade relativa do ar, além da pouca cobertura do céu durante o maior período do episódio.

Já no ponto P3 percebeu-se que o ambiente da zona rural influenciou de fortemente nos valores obtidos, pois a maior presença de vegetação, pouca circulação de pessoas e automóveis, residências mais esparsadas refletiram-se nos valores dos atributos climáticos semelhantes ao do ponto P1.

Na medição do período seco do ano de 2012 observou-se a relação inversa da temperatura e umidade relativa do ar. Enquanto o menor valor de temperatura ocorreu no ponto P1 com 23,2°C às 05h, o maior valor de umidade relativa foi no ponto P1 com 91% também às 05h.

Quanto à velocidade dos ventos o ponto a borda do açude registrou os maiores valores em quase todo o episódio, como é possível observar no gráfico 10.2. Os valores mais elevados de direção dos ventos no ponto P1 estão associados por ser o local no qual recebe diretamente as rajadas de vento sem haver nenhuma barreira que possa interferir seu deslocamento. Já no ponto central (P2), no qual foram registrados os menores valores de velocidade, há presença de edificações que além de barreira serve como fator de canalização dos ventos.

Os valores de nebulosidade foram mais elevados no período da tarde, principalmente no ponto P1, mantendo valores de 5/8 na cobertura do céu. Assim como os valores de umidade relativa, no qual no período da tarde, registrou-se mais elevados no ponto P1.

Quanto à diferença dos valores dos atributos climáticos nos períodos contrastantes (chuvoso e seco) do ano de 2012, observou-se que a temperatura e a

umidade relativa se apresentaram com valores mais baixos no período chuvoso, já os valores de velocidade dos ventos e nebulosidade registraram valores mais elevados no período seco.

Na medição do episódio do período chuvoso do ano de 2013 observa-se mais uma vez que a temperatura e a umidade relativa se comportaram inversamente proporcionais. Houve um maior equilíbrio térmico e higrométrico no ponto P1 em relação aos pontos P2 e P3.

Nesse episódio de 2013 foram registrados valores mais elevados de umidade relativa em relação ao mesmo período do ano de 2012, chegando a registrar 93% de umidade relativa no período noturno, além de manter altas taxas durante toda madrugada (83% a 93%). Esse fato pode estar associado ao fato do ano 2013 ter registrado pluviosidade anual superior a 2012. Portanto, as condições sinóticas favoreceram tais situações.

Quanto à velocidade dos ventos houve um registro interessante, pois no horário de 16 h ocorreu uma rajada de vento no ponto a borda do açude com valor de 3,7 m/s (esse sendo o pico do episódio) e no mesmo horário ocorreu um aumento brusco da umidade relativa no ponto P1, registrando 86%. Isso está associado à entrada de brisa marítima na sede do município de Jaguaratama.

Na medição do episódio do período seco do ano de 2013 os valores de temperatura e umidade relativa se apresentaram inversamente proporcionais. E assim, como no período seco do ano de 2012, o pico de temperatura foi às 13h com valor de 36,5°C no ponto P1, apesar de o menor valor registrado nesse episódio também ter ocorrido no ponto à borda do açude com 24°C às 04h.

Quanto à umidade relativa do ar observaram-se valores semelhantes ao do mesmo período do ano de 2012, variando em uma escala de 38% a 44% durante o dia e 60% a 83% durante a noite.

O mesmo fenômeno ocorrido no período seco de 2012 ocorreu em 2013, uma vez que a temperatura (às 13 h com 36,5°C) elevou-se a partir de uma rajada de vento (4,7m/s às 13h) no ponto a borda do açude. Esse está associado à formação de um sistema de alta pressão sobre o lago artificial e de baixa pressão no ponto P1,

esse caracterizando um local de convergência de ventos e ar mais quente. Além da formação de brisas marítimas e sua intensa atuação no período da tarde, corrobora a explicação de Ayoade (1996) na qual explica que a brisa marítima começa poucas horas depois do nascer do sol e é mais intensa durante o início da tarde. A brisa marítima é mais forte quando a insolação é mais intensa.

Com relação aos dados de velocidade dos ventos, esse episódio apresentou-se com valores mais elevados em comparação ao episódio do período chuvoso de 2013, chegando a registrar picos de 5,2 m/s no ponto P1, 3,5m/s no P2 e 7,1 m/s no P3.

Diferente do período chuvoso, a nebulosidade no período seco apresentou-se com valores elevados, registrando 6/8 no ponto a borda do açude no turno da tarde. O mesmo ocorreu com o ano de 2012, no qual os valores de nebulosidade foram mais elevados no período seco.

Quanto à diferença de valores dos atributos climáticos nos períodos sazonais contrastantes do ano de 2013 observa-se que os valores de temperatura do ar e velocidade de ventos foram mais baixos, já os valores de umidade relativa do ar e nebulosidade foram mais elevados no período chuvoso.

Após apresentar a dinâmica espaçotemporal da extensão do espelho do açude, verificou-se que os anos de 2012 e 2013 apresentaram áreas bastante reduzidas quanto a sua capacidade máxima de extensão, de 60% e 50%, respectivamente. Para tanto essa oscilação do espelho d'água pode ter disfarçado os valores dos atributos climáticos obtidos nos anos de 2012 e 2013, como evidenciado por Campos (1990) no qual em seu trabalho percebeu-se que a oscilação no nível do açude e a variabilidade da extensão do lago influenciou nos dados primários obtidos.

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa corroborou com os estudos de impactos sobre o meio ambiente, pois se buscou compreender se há influência do lago artificial do Açude Padre Cícero no clima local da sede do município de Jaguaretama, localizado no centro/leste do Estado do Ceará. Além de analisar a oscilação do espelho d'água e volume do lago.

Por isso foram realizados levantamentos *in locu* e em órgãos públicos para investigar as possíveis transformações ocorridas até os dias atuais. Para verificar a dinâmica do lago artificial do açude realizou-se um levantamento espaço-temporal de dez anos por meio do uso do sensoriamento remoto e posteriormente calculou-se a extensão do lago, da variabilidade pluviométrica na região com a classificação de anos úmidos, secos e habituais, da espacialização das chuvas no município de Jaguaretama e da indicação da capacidade volumétrica do Castanhão durante esses dez anos (2004 – 2013).

Para verificar a influência do lago artificial do Açude Castanhão no clima local ou no microclima do município de Jaguaretama, foram realizadas coletas de dados primários de atributos climáticos durante dois anos (2012 e 2013) nos seus períodos sazonais contrastantes (chuvoso e seco), tais como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento, nebulosidade.

Analisando a variabilidade hidroclimática, foi possível verificar que a pluviometria é um elemento extremamente importante para compreender a dinâmica das águas do açude e sua influência no processo de açudagem no Estado, pois há uma estreita relação de dependência da variabilidade interanual das chuvas com a recarga do Açude Castanhão, no qual, durante os dez anos de análise foi possível verificar que nos anos em que houve precipitações superiores a normalidade do volume de chuvas foram os anos responsáveis pela maior capacidade de atingir

níveis máximos de cota no açude. Já nos anos de pluviometria média e abaixo da média a dinâmica de sua recarga ficou comprometida e, portanto, dificultou o acesso a água pela população e também ao desenvolvimento econômico local e regional.

Quanto ao volume do Açude Castanhão durante os dez anos de existência do mesmo verificou-se que o reservatório apresentou tendência a perder seu volume de água armazenada, mostrando-se que no ano atual o seu volume encontra-se abaixo de 50% de sua capacidade volumétrica. Portanto, vale ressaltar que há necessidade de estudos mais detalhados quanto ao monitoramento dessas águas e seu redimensionamento para obter argumentos que venham a viabilizar uma discussão quanto a construção de reservatórios e suas dimensões adequadas as condições hidroclimáticas do estado do Ceará. Um dos estudos necessários para a área é o de investigar quantitativamente os valores de evaporação e qualificar esses dados para contribuir com a gestão de recursos hídricos do Estado.

Tendo em vista que o açude apresentou oscilação da extensão do espelho d'água durante esses dez anos de existência e que nos anos de 2012 e 2013 observou-se que essa extensão esteve bastante reduzida, pode-se dizer que essa situação contribuiu com o disfarce dos atributos climáticos obtidos. Para tanto, será que os valores desses atributos climáticos apresentar-se-iam diferentes se fossem coletados em anos chuvosos e com a extensão do lago em sua cota máxima? Recomenda-se dar continuidade a este estudo.

Analisando os dados de temperatura do ar foi possível verificar que durante os dois anos de análises os valores de temperatura apresentaram-se superiores no ponto localizado no centro da sede do município de Jaguaratama, devido à influência do ambiente urbano que ali está presente. Já para os pontos à borda do açude e na zona rural não houve grandes diferenciações, mesmo em alguns momentos, principalmente no período noturno os valores da borda do açude foram relativamente menores. Porém não se pode afirmar que o lago artificial influenciou nos valores de temperatura do ar local, coletados nessa transecção de pontos que contemplou três ambientes distintos para esse estudo.

Quanto à relação da temperatura do ar entre os pontos foi possível verificar que as diferenças da amplitude no período diurno diminuem por conta da maior produção de energia e conseqüentemente maior aquecimento no período do dia. Já no período noturno verificou-se que a amplitude entre os pontos aumentou devido a maior dissipação de energia nesse período.

Analisando os dados de umidade relativa do ar foi possível verificar que o ponto à borda do açude (P1) apresentou os valores de umidade relativa do ar superior aos demais pontos, registrando picos de umidade relativa em quase todos os episódios. O período noturno foi o que apresentou os maiores valores de umidade relativa do ar no ponto à borda do açude, portanto verificou-se que o lago artificial influenciou nos valores de umidade relativa do ar funcionando como regulador higrométrico e o ponto que apresenta menores amplitudes hidrométricas no período noturno.

Analisando os dados de ventos, foi possível verificar que a direção predominante do vento para a sede do município de Jaguaratama foi de ventos advindos de leste, portanto apresentou a predominância também verificada para o estado do Ceará.

Quanto à velocidade dos ventos verificou-se que os maiores valores registrados foi para o ponto a borda do açude. Vale ressaltar que para esta pesquisa observou-se a formação de brisas lacustres do lago artificial em direção à sede do município de Jaguaratama, na qual sua intensidade foi registrada principalmente durante o início do período da tarde, esse período é característico por apresentar as maiores intensidades de brisas com a presença de um corpo hídrico.

Analisando os dados de nebulosidade, é possível verificar que esta se manteve semelhante em quase todos os horários registrados nos episódios desta pesquisa, com alguma ressalva para o ponto localizado no centro (P2) da sede do município que apresentou pouca nebulosidade durante a maior parte do dia. Portanto, não foi possível verificar influência direta do Açude Castanhão nos dados de nebulosidade coletados.

É possível concluir que a presença do lago artificial do Açude Castanhão não influenciou nos valores de temperatura do ar e de nebulosidade a nível local, porém funciona como regulador higrométrico e influenciou na formação de microclima a borda do açude, principalmente no período noturno. Além da influência do lago artificial na formação de brisas lacustres, intensificado no período da tarde, em direção à sede do município de Jaguaratama.

Tendo em vista a dificuldade encontrada nesta pesquisa quanto à ausência de dados hidroclimatológicos na área de estudo, sugere-se que os órgãos públicos responsáveis pelo monitoramento dos recursos hídricos e climatológico efetivem propostas de um monitoramento eficaz e eficiente nas áreas de intervenções, como é o caso de diversas obras de açudagem existentes no estado do Ceará. Além de prever futuros riscos ambientais ocasionados por tais construções, o monitoramento facilitará futuras pesquisas relacionadas aos impactos socioambientais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ivan Rodrigues de. Variabilidade brasileira. São Paulo/São Carlos: Studio, *do Brasil*. São José dos Campos: CPTEC/Inpe, 2000. p.54.
- ANDRADE, H. O Clima Urbano – Natureza, Escalas de Análise e Aplicabilidade. Revista Finisterra. Vol. 80. P. 67-91, 2005.
- ARAGÃO, D. A.; Oliveira, J. G. B. Gestão de recursos hídricos: aspectos da pequena açudagem na gestão de sub-bacias no Ceará. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 038-049, abr. /jun. 2011.
- ARMANI, G. Variações da temperatura e umidade na bacia B do Núcleo Cunha – SP. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM GEOGRAFIA FÍSICA, 1., São Paulo, 2003, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Geografia Física / FFLCH/USP, 2003. p. 288-300.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- ATKINSON, A. B. (1987). “On the Measurement of Inequality”. Vol. 2. 244-263.
- BARRETO, Maria José Resende. CORREA, Elza Maria Staciari. As barragens e os problemas decorrentes de sua construção. In: 47º Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER, 1983.
- BEZERRA, Hugo Estenio. A gestão da água: o discurso e prática no contexto cearense. In: AMORA, Z.B. (org). Ceará: enfoques geográficos. Fortaleza: Funece, 2002. p. 115-143.
- BORGES, Manfredo Cássio de Aguiar. **A Face oculta da Barragem do Castanhão: Em Defesa da Engenharia Nacional**. IMOPEC. Fortaleza. 1999.
- BOTÃO, Helissandra Helena Silva Açude Público Castanhão (Ce) como força reestruturadora: a dinâmica territorial / Helissandra Helena Silva Botão. Fortaleza/2005.155p.;il.
- BRASIL, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, **Açude Castanhão**. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/>>. Acesso em:10/01/2012.
- BRASIL, Instituto Nacional de Meteorologia, **Download dos dados meteorológicos da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática do Jaguaribe - CE**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 19/11/2011.
- BRASIL. DNOCS especial. O pioneirismo na luta pelo desenvolvimento do Nordeste. Dez/97 p. 20 a 23.

CAMARGO, A.P. **Balço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1971. 28p. (Boletim Técnico, 116).

CAMARGO, A.P; PEREIRA, A.R. **Prescrição de rega por modelo climatológico**. Campinas: Fundação Cargill, 1997. 27p.

CAMPOS, F. S. **Estudo da variabilidade de precipitação**. São José dos Campos, 56p. Monografia (trabalho Final de Graduação). Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 1990.

CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C.. **Secasno Nordeste do Brasil: origens, causase soluções**. In: Fourth Inter-American Dialogue on Water Management, 2001, Fozdo Iguaçu. Anais do IV Diálogo Interamericano de Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. v. 01.

CAMPOS, J.N.B. O modelo institucional. In: Campos, J.N.B. e Studart, T.M.C. **Gestãode Águas: princípios e práticas**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. PortoAlegre, 2003.

CARNEIRO, Joaquim Osterne. DNOCS - Organismo Pioneiro no Estudo e Equacionamento dos Problemas do Nordeste Semi-Árido. Trabalho classificado em Primeiro Lugar, no 1º Concurso Interno de Monografia do DNOCS, em 1980. Fortaleza, 1981.

CARVALHO, Giordano Bruno Bontempo (Org.). Experiência de gestão em recursos hídricos. Brasília: MMA/ANA, 2001.

CAVALCANTI, O. A Economia Política do Nordeste (seca, irrigação e desenvolvimento). Ed.Campus: Rio de Janeiro, 1988. 505 p.

CEARÁ, Centro de Treinamento e Desenvolvimento. **Zoneamento Ecológicoeconômico das Áreas de Influência do Reservatório da Barragem Castanhão Ceará**. / Fortaleza: CETREDE, 2006. 223p.

CEARÁ, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Dados de pluviometria, disponível

em:<<http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/download-de-series-historicas>>. Acesso em: 17/04/2014.

CEARÁ, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, **Download das séries históricas**, disponível

em:<<http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/download-de-series-historicas>>. Acesso em: 09/05/2012.

CEARÁ, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômicas do Ceará, **Perfil BásicoMunicipal 2011 – Alto Santo**, disponível

em:<http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2011/Alto_Santo.pdf>. Acesso em: 20/07/2011.

CEARÁ, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômicas do Ceará, **Perfil Básico Municipal 2011 - Jaguaratama**, disponível

em:<http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2011/Jaguaratama.pdf>. Acesso em: 20/11/2011.

CIRILO, José Almir. Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semi-árido. estudos avançados 22 (63), 2008.

COGERH. Rede de Monitoramento da qualidade de água operada pela COGERH. 2008. Disponível em: <http://www.funceme.br/areas/monitoramento/nivel-diario-de-reservatorios>. Acesso em: 03 de outubro de 2013.

COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS – CMB. **Estudo de caso da usina hidrelétrica de Tucuruí (Brasil)**: relatório final da fase de escopo. Rio de Janeiro: CMB, 1999. 80p.

COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS. **Barragens e Desenvolvimento: Um Novo Modelo para Tomada de Decisões**. Relatório da Comissão Mundial de Barragens. Londres. 2000.

CONTI, J.B. Considerações sobre mudanças climáticas globais e regionais. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro: vol. 23, n. 45-46, p. 31-33, 1993.

COUTO, Rosa Carmina de Sena. **Hidrelétricas e saúde na Amazônia: um estudo sobre a tendência da malária na área do Lago da Hidrelétrica de Tucuruí (PA)**. 1996. 131 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1996.

CUNHA, A. R. *et al.* Avaliação de um psicrômetro de termopar de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 17-22, 2001.

DIAS, Nelson Luís; Okawa, Cristhane Michiko Passos; Araújo, Afonso Augusto Magalhães de; Gobbi, Maurício Felga. Estudo dos impactos sobre o clima urbano regional do reservatório de Itaipu. In: Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 15. 1999, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, 1999.

DOMINGUES, R.B., Sobrino, C., Galvão, H. Impact of reservoir filling on phytoplankton succession and cyanobacteria blooms in a temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74: 31-43, 2007.

EIA/RIMA. Estudo de Impactos Ambientais e Relatório de Impactos Ambientais:

Açude Público Castanhão. Fortaleza: 1989.

ELY, Deise Fabiana. Teoria e método da Climatologia geográfica brasileira: uma abordagem sobre seus discursos e práticas. 2006. Tese (Doutorado em Climatologia). UNESP. São Paulo.

FEIO, M. Perspectivas da Açudagem no Nordeste seco. Rio de Janeiro, Revista Brasileira de Geografia, ano 15, n. 2, 1954. p. 213-228.

FISCH, G. F.; Januário, M., Senna, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): climatologia. **Acta Amazônica**, v. 20, n. 1, p. 49-60, 1990.

FISCH, G. F.; Marengo, J. A.; Nobre, C. A. Uma revisão geral do clima da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

FRANCISCO, Alisson B. As escalas de análise na Geografia dos estudos ambientais. Revista Formação Online, n. 18, volume 2, p. 39-62, 2011.

GALVANI, E., LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. In: SBCG, 6., 2004, Aracaju/se. Anais do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Anais, 2004. p. 1 - 10.

GNADLINGER, J. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas. In: Küster, A.; Melchers, I; Marti, J. F. (Org.). Tecnologias apropriadas para terras secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer: GTZ, 2006. 210 p. il.

GOMES, D. C. M. KHAN. A. S. O Impacto social da barragem do Castanhão: efeitos do reassentamento compulsório na qualidade de vida da população urbana de Jaguaribara. Fortaleza, 1998.

GRIMM, Alice M. Verificação de variações climáticas na área do lago de Itaipu. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 5. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 1988.

GUERRA, M.C.B.; VASCONCELOS, S.M.S. **Aspectos qualitativos das águas subterrâneas do município de Jaguaretama, Ceará – Brasil**. Revista de Geologia, Vol. 18, nº 2, 123-129, 2005.

GUERRA, Paulo de Brito. A civilização da seca. Fortaleza: DNOCS, 1981.

GUIDON, Maria Antonieta Aguiar de Oliveira. **Estudo das variações climáticas na área do lago de Tucuruí**. São Paulo, 1991, 2v. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1991.

GUNKEL, G.; Lange, U.; Walde, D.; Rosa, J. W. C. The environmental and operational impacts of Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brazil. **Lake & Reservoirs: Research and Management**, v. 8, n. 3-4, p. 201-220, 2003.

IPLANCE – Informações Básicas Municipais 1999: Jaguaribara. Fortaleza. 2000.

JESUS, Emanuel Fernando Reis de. Algumas reflexões teórico-conceituais na climatologia geográfica em mesoescala: uma proposta de investigação. *GeoTextos*, vol. 4, n. 1 e 2, 2008. p. 165-187.

JESUS, Emanuel Fernando Reis de. **Espaço, tempo e escala em climatologia**. 1995. 204 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KAISER, Ilza Machado. Ondas geradas por ventos em reservatórios artificiais: um panorama., 1995. 183f. Dissertação em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.

KÜSTER, A.; Melchers, I; Marti, J. F. (Org.). Tecnologias apropriadas para terras secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer: GTZ, 2006. 210 p. il.

LARA, Tiago Adão **A filosofia ocidental do renascimento aos nossos dias**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1999.

LIMA, Luiz Cruz; BOTÃO, Helissandra. O açude público Castanhão (CE) como força reestruturadora do território. In: LIMA, Luiz Cruz (org.) Reestruturação socioespacial: do espaço banal ao espaço da racionalidade técnica. São Paulo: Annablume, 2007.

LIMBERGER, Leila. **O clima do oeste do Paraná**: análise da presença do lago de Itaipu. Rio Claro, 2007, 136f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2007.

LINS, Cintia dos Santos. Gerenciamento dos recursos hídricos no estado do Ceará: Princípios e Práticas. *Forúm ambiental da alta Paulista*. V. 07, N. 02, 2011.

LUZ, Antonio Máximo Ribeiro da. **ÁLVARES**, Beatriz Alvarenga. Temperatura, calor e equilíbrio térmico - Editora Scipione. 1a Edição - 2005.

MARENGO, J. *Aquecimento global e as conseqüências das mudanças climáticas no Nordeste* estado do Paraná. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia da MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Unesp, Presidente Prudente, 2000.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C.A.F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2007.

MONTE, F.S. S.O uso e controle das águas no processo de modernização do estado do Ceará: o caso da Barragem do Castanhão. 2005. 389f. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo, 1976. (Série teses e monografias, 25).

MORENGO, J. Mudanças climáticas globais e a definição das alterações climáticas para o território brasileiro. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2008.

MÜLLER, Arnaldo Carlos. Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento. São Paulo; Markron books, 1995. 412p.

NASCIMENTO, Maria Anezilany Gomes do. Nem parece o tempo em que vocês jogavam biriba na calçada: o lugar em Nova Jaguaribara. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: UECE, 2004.

OTTONI NETTO, Theóphilo B. A Problemática Desenvolvimentista do Nordeste Considerando Uso e Manejo dos Recursos Hídricos Disponíveis na Região (Palestra realizada na Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), 1996.

PARENTE, Josênio (Org.). A era Jereissati: modernidade e mito. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2002.

PAULINO, F. S. Nordeste – poder e subdesenvolvimento sustentado, discurso e prática. Fortaleza: EDFUC, 2013.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PEREIRA, Alessandra Ossuna. **Caracterização do uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira**. Ilha Solteira, 2006, 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2006.

PINHEIRO, Luiz Carlos Martins. Notas Sobre as Secas. Boletim do DNOCS, Rio de Janeiro, 10 (6) : 56-134, nov 19. Pluviométrica interanual e produção de soja no Nobel/UFSCar, 1959. pp.97-119.

RIBEIRO, A.G. 1992. As escalas do clima. Rio Claro, Boletim de Geografia Teórica, (23), p.288-294.

RIBEIRO, Flávio de Miranda. **Inventário de ciclo de vida da geração hidrelétrica no Brasil - Usina de Itaipu**: primeira aproximação. São Paulo. 456f. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2003.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

SANCHES, Fábio; Fisch, Gilberto. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí - PA. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. 41-50, 2005.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Clima e organização do espaço. Boletim de Geografia. V. 16. N. 1. 1998, p. 119-132.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **História da climatologia no Brasil**: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. 2001. 169 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SARTORI, Maria da Graça Barros. Clima e Dissertação (Mestrado em Geografia) – Percepção. Tese (Doutorado em Geografia Instituto de Geociências, UNICAMP, Física), FFLCH/USP, São Paulo, 2000.

SERAFINI. Jr, Sérgio, Galvani, Emerson, Lima, Nádia G.B., Alves, R.R. *Adequação da escala Climatológica para planos de manejo: O Parque Estadual de Intervales como estudo de caso*. IN: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 5, SEMINÁRIO IBEROAMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2008

SILVA, D.A.; REGO NETO, J. Avaliação de barragens submersíveis para fins de exploração agrícola no semi-árido. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9, Natal, RN, 1992. **Anais....** Natal: ABID, 1992. v1. p.335-361.

SITE DO OBSERVATÓRIO DA SECA. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/observatoriodaseca/index.html>. Acesso 28 de novembro de 2013.

SORRE, M. OBJETO E MÉTODO DA CLIMATOLOGIA. Revista do Departamento de Geografia. Vol. 18 p. 89-94, 2006.

SOUSA, M.L.M. de ; OLIVEIRA, V. P. V. de . Análise Ambiental como Base ao Zoneamento Ecológico-Econômico na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo, Ceará, Brasil. Revista Geográfica de América Central, v. II, p. 1-11, 2011.

SOUZA FILHO, F. A. Notas sobre o planejamento de recursos hídricos no Ceará. In: MMA/ANA. Experiências de gestão dos recursos hídricos. Brasília: MMA/ANA, 2001.

SOUZA, M. J. N. de ; OLIVEIRA, V. P. V. de ; MENELEU NETO, J. ; CRUZ, M. L. B. . Prognóstico da Gestão Ambiental da Área de Influência Direta do Açude Castanhão. In: Cleyber Nascimento de Medeiros, Daniel Dantas Moreira Gomes, Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque, Maria Lúcia Brito da Cruz. (Org.). Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades. Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades. 1ed.Fortaleza: IPECE/BNB, 2011, v. I, p. 11-37.

SOUZA, M. J.N. Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará.COMPARTIMENTAÇÃO TERRITORIAL E GESTÃO REGIONAL DO CEARÁ.Fortaleza: FUNECE, .2000.

SOUZA, Marcos Barros de. Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano: estudo de caso em Presidente Epitácio (SP). (Tese de Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo, 2010.

SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. *Plano estadual de recursos hídricos – volume 1: diagnóstico*. Fortaleza, 1992 (atualizado em 2005).

SUDENE. As secas do Nordeste: uma abordagem histórica das causas e efeitos. Recife: SUDENE, 1981.

SUDENE. *PLIRHINE – Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste*, Recife, PE 1999.

STIVARI, Sônia Maria Soares. Um estudo da brisa lacustre do lago de Itaipu. 1999. 126f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TEIXEIRA, E.C. O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade. AATR-BA, 2002.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev**, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

TUNDISI, J.G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (ed.). Ecologia de reservatórios: estruturas, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 2008.

VIEIRA, S. Princípios de Estatística. São Paulo: Pioneira: 1999. 144p.

World Meteorological Organization (WMO). Calculation of monthly and annual 30-year standard normals. WCDP-No. 10. 1989.

APÊNDICES

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

TRABALHO DE CAMPO/COLETA DE DADOS – CAMPO MESTRADO: SULIVAN DANTAS

LOCAL: _____ MUNICÍPIO: JAGUARETAMA LAT: _____ LONG: _____ DATA: _____

ALTITUDE: _____ TIPO DE RELEVO: _____ EQUIPE: _____

HORA	T °C (SECO)	T °C (ÚMIDO)	U.R. (%)	VELOCIDADE DOS VENTOS (M/S)	DIREÇÃO DOS VENTOS	VISIBILIDADE (M)	NEBULOSIDADE (8/8)	TIPO DE NUVENS
07h								
08h								
09h								
10h								
11h								
12h								
13h								
14h								
15h								
16h								
17h								
18h								
19h								

HORA	T °C (SECO)	T °C (ÚMIDO)	U.R. (%)	VELOCIDADE DOS VENTOS (M/S)	DIREÇÃO DOS VENTOS	VISIBILIDADE (M)	NEBULOSIDADE (8/8)	TIPO DE NUVENS
20h								
21h								
22h								
23h								
0h								
1h								
2h								
3h								
4h								
5h								
6h								