



CARACTERIZAÇÃO HIDRO-CLIMÁTICA DA IBIAPABA E ÁREAS ADJACENTES, REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO CEARÁ

Marcelo Martins de Moura-Fé¹

Resumo: Pertencente ao grupo das serras úmidas do semiárido nordestino, a Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural e, por conseguinte, há a necessidade de um maior conhecimento sobre suas características e singularidades naturais, por exemplo. Uma etapa importante para o preenchimento dessa lacuna passa pelo conhecimento integrado entre os padrões climáticos, pretéritos e atuais, e seus reflexos hidrográficos nas bacias hidrográficas, contexto fundamental para analisar a relação entre os substratos geológicos e os relevos que compõem a paisagem da Ibiapaba, na região noroeste do estado do Ceará. Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é realizar uma caracterização hidroclimática da Ibiapaba e suas áreas adjacentes. Metodologicamente foram utilizados os pressupostos teóricos das temáticas relacionadas, tendo a ciência geomorfológica como elemento norteador. Tecnicamente, o contingente metodológico se apoiou nas etapas de gabinete, com detalhados e criteriosos levantamentos bibliográfico e cartográfico, na realização de levantamentos de campo e na análise integrada de todos os dados na etapa de laboratório, com ênfase nos mapeamentos temáticos da Ibiapaba e região. Os resultados alcançados, apresentados nas caracterizações hidroclimáticas, nas discussões teóricas e empíricas feitas, e nos materiais gráficos elaborados, permitem iniciar uma análise do quadro geomorfológico da Ibiapaba, região noroeste do estado do Ceará.

Palavras-chave: Paisagem. Paleoambiente. Paleoclima. Bacias Hidrográficas. Serras Úmidas.

HYDRO-CLIMATIC CHARACTERIZATION OF IBIAPABA AND ADJACENT AREAS, NORTHWESTERN REGION OF THE STATE OF CEARÁ

Abstract: Belonging to the humid mountain range of the northeastern semi-arid region, Ibiapaba presents gaps in its natural history and, therefore, there is a need for greater knowledge about its natural characteristics and singularities, for example. An important step to fill this gap is the integrated knowledge between the past and present climatic patterns and their hydrographic reflections in the hydrographic basins, a fundamental context to analyze the relationship between the geological substrates and the reliefs that make up the Ibiapaba landscape, in the Region of the state of Ceará. Therefore, the main objective of this work is to perform a hydroclimatic characterization of Ibiapaba and its adjacent areas. Methodologically, the theoretical assumptions of related topics were used, with geomorphological science as guiding element. Technically, the

¹ Professor do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (DEGEO-URCA). Pesquisador e Coordenador do Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio (NIGEP).

Autor correspondente: e-mail: marcelo.mourafe@urca.br

methodological contingent relied on the cabinet stages, with detailed and careful bibliographical and cartographic surveys, in the field surveys and in the integrated analysis of all the data in the laboratory stage, with emphasis on the thematic mappings of Ibiapaba and region. The results obtained, presented in the hydroclimatic characterizations, in the theoretical and empirical discussions made, and in the elaborated graphic materials, allow us to start an analysis of the geomorphological picture of Ibiapaba, in the northwest region of the state of Ceará.

Key words: Landscape. Paleoenvironment. Paleoclimate. Watersheds. Mountain Range.

Introdução

Embora a região Nordeste tenha sido o marco inicial da colonização portuguesa no Brasil, o estado do Ceará, assim como outros estados da região, teve uma ocupação tardia do seu território se a compararmos com o processo de conquista do litoral açucareiro (litoral oriental nordestino) brasileiro, isso em função do entendimento de que não havia as condições naturais necessárias para o desenvolvimento de um projeto de fixação e povoamento que facilitasse a sua ocupação (PINHEIRO, 2007; SILVA; CAVALCANTE, 2004; SOUZA, 2005).

Assim, a partir de 1530, três décadas após o contato inicial, Portugal decidiu colonizar as terras brasileiras com ênfase no litoral dos atuais estados de Pernambuco e da Bahia. Na época, o atual território do Ceará era entendido como uma região periférica, cujo acesso era dificultado pela direção das correntes marítimas e com atracagem dificultada pelas características naturais da sua costa. Somado a isso, havia o conhecimento sobre a ocorrência das secas (períodos de estiagem pluviométrica) e registros da hostilidade dos povos nativos (indígenas) e, sobretudo, a ausência de atrativos econômicos (FARIAS, 2012).

O resultado desse conjunto de fatos foi um hiato de décadas em que o território do futuro estado do Ceará foi posto à margem do processo de ocupação em trâmite em outras partes do Brasil por parte de Portugal, sobretudo.

As características naturais de predomínio de semiaridez obviamente não inviabilizaram a paulatina ocupação e o crescente uso do solo no Ceará desde então, mas elas permanecem, notabilizando-se, sobretudo, pela irregularidade das chuvas, em consonância com significativas horas de insolação anuais, elevadas temperaturas médias do ar e proporcionais taxas de evaporação e evapotranspiração, cujo conjunto condiciona

um quadro geral de déficit hídrico que abrange a maior parte do território do Nordeste brasileiro.

As exceções a esse quadro estão relacionadas ao litoral e a algumas serras que se distribuem de modo disperso pelos sertões semiáridos na forma de superfícies topograficamente elevadas, submetidas às influências de mesoclimas de altitude, com umidade e temperaturas mais amenas e balanços hídricos superavitários durante a estação chuvosa (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

No caso das serras de maior porte, a excepcionalidade úmida dar-se-á em função de características topográficas, relacionadas às altitudes mais elevadas em relação ao nível do mar, que preconizam condições climáticas diferentes daquelas verificadas no entorno sertanejo. Não à toa, são chamadas de serras úmidas ou brejos de altitude.

Pertencente ao grupo das serras úmidas do semiárido nordestino, a Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural e, por conseguinte, há a necessidade de um maior conhecimento sobre suas características e singularidades naturais, por exemplo. Uma etapa importante para o preenchimento dessa lacuna passa pelo conhecimento integrado entre os padrões climáticos, pretéritos e atuais, e seus reflexos hidrográficos nas bacias hidrográficas, contexto fundamental para analisar a relação entre os substratos geológicos e os relevos que compõem a paisagem da Ibiapaba, na região noroeste do estado do Ceará.

Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é realizar uma caracterização hidroclimática da Ibiapaba e suas áreas adjacentes. Os resultados alcançados, apresentados nas caracterizações hidroclimáticas, nas discussões teóricas e empíricas feitas, e nos materiais gráficos elaborados, permitem iniciar uma análise do quadro geomorfológico da Ibiapaba, região noroeste do estado do Ceará.

A determinação específica da área setentrional para este estudo, dentro dos 380 km de extensão da Ibiapaba, não se deu por acaso. As suas dimensões regionais e a dificuldade em se trabalhar todo o modelado no período de vigência do doutorado, determinaram a escolha de um fragmento para a realização do estudo.

Além do limite temporal para o desenvolvimento do trabalho de elaboração da tese, da qual deriva este trabalho, foram considerados de forma criteriosa e com base no conhecimento prévio da região, os elementos logísticos e, sobretudo, as características geográficas e geomorfológicas mais significativas, as quais pudessem dar respostas mais rápidas e satisfatórias às questões feitas e aos objetivos propostos.

Com base nesses critérios, realizou-se um recorte espacial do modelado, privilegiando os setores centro-norte e norte da Ibiapaba, bem como os respectivos entornos setentrional e oriental, as quais compõem a região noroeste do estado do Ceará. A área de estudo é apresentada na Figura 1.

Materiais e Métodos

O itinerário metodológico percorrido foi compartimentado em duas linhas: no embasamento teórico, centrado na abordagem das temáticas centrais deste artigo, a qual passa pela caracterização climática em seus aspectos atuais e pretéritos, e na utilização de um contingente técnico associado, o qual foi compartimentado nas etapas de gabinete, campo e laboratório.

A etapa de gabinete, inicialmente, referiu-se ao levantamento de materiais, dividida em dois grupos distintos: bibliográfico e cartográfico. O levantamento bibliográfico abordou a produção científica associada aos temas de pesquisa propostos. A busca se deu, sobremaneira, por meio do portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), objetivando a seleção e *download* de artigos científicos relevantes e atuais.

O levantamento cartográfico se constituiu em diversos mapas temáticos, imagens de satélite, arquivos shapes e imagens de radar, cartas topográficas e imagem SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (Missão Topográfica de Radar Transportado), da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), escala 1:250.000 (1998).

Já os levantamentos de campo foram realizados em diferentes momentos ao longo do trabalho de elaboração da tese, feitos em dias consecutivos e programados antecipadamente, com percurso, datas e objetivos pré-determinados. Os levantamentos foram concentrados em segmentos distintos da região, visando dar maior celeridade à realização das atividades. Em todas foram feitos registros fotográficos, das características topográficas, morfométricas, morfoestruturais e morfoestratigráficas dos relevos e seus contatos, além da determinação das coordenadas UTM de todos os elementos abordados.

Por fim, as atividades de laboratório consistiram inicialmente em análises detalhadas, tanto de material impresso quanto digital de diversos mapas e cartas: Mapa geológico do estado do Ceará, na escala 1:500.000; Mapa morfoestrutural do Ceará e

áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e Paraíba (CPRM, 2003), cartas topográficas da SUDENE (1977), escala de 1: 100.000, mapas e cartas temáticas, dentre outras.

Análises de Imagens do satélite disponíveis no *software* Google Earth permitiram a interpretação sistemática da área em diversas escalas, em modelo 3-D, além de permitir a elaboração de perfis topográficos, os quais também foram elaborados por meio de *software* Global Mapper. Todo o mapeamento foi elaborado através do *software* ArcGIS, aplicativo ArcMap, módulo central onde são confeccionados / manipulados os mapas, realizada a edição e a exportação dos dados georreferenciados.

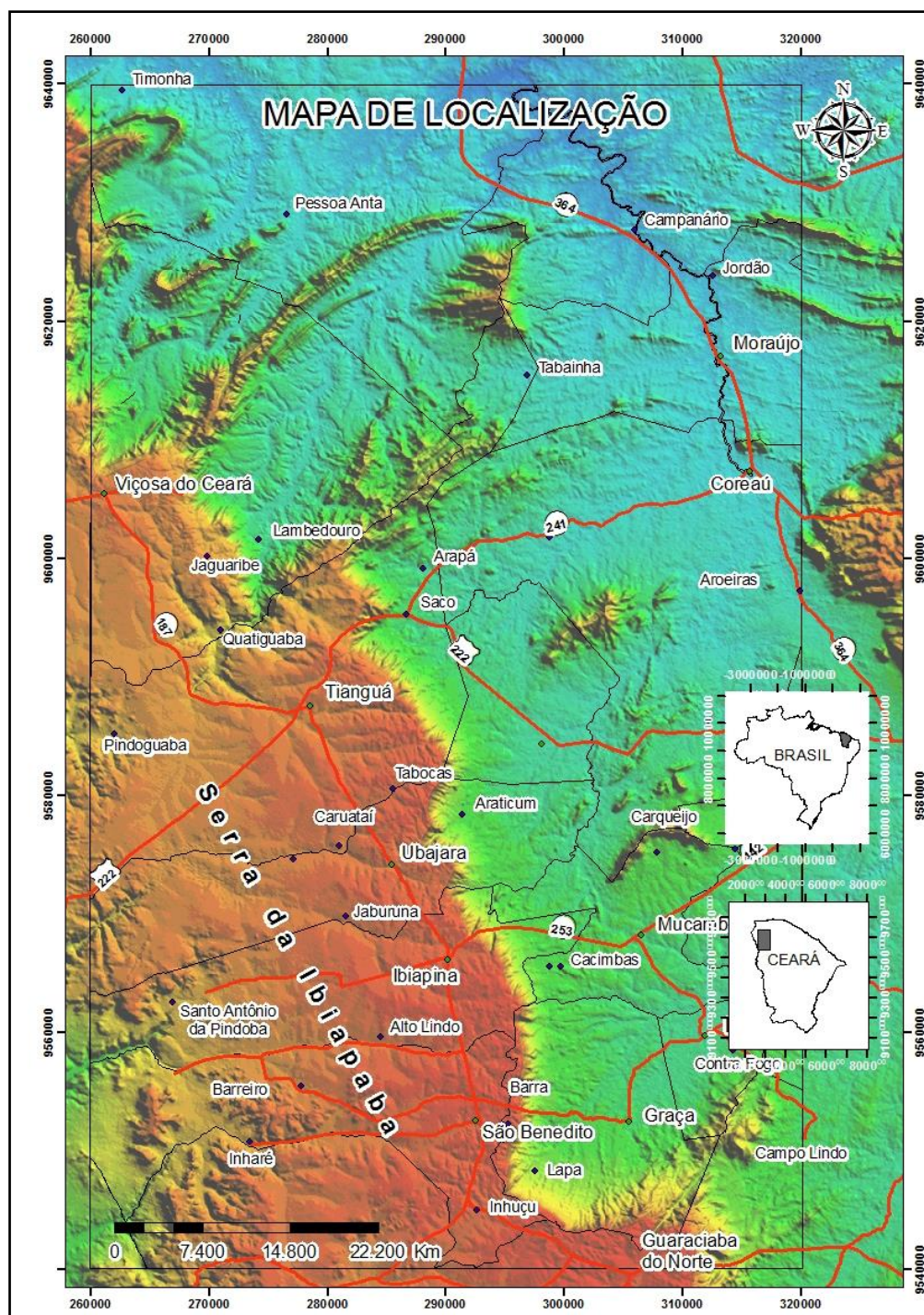


Figura 1: Mapa de localização da Ibiapaba e áreas adjacentes.
Fonte: Moura-Fé (2015).

Resultados e Discussão

Resgate paleoclimático

Do Triássico ao Jurássico (Mesozoico inferior e médio), uma grande parte do que constituía o atual território brasileiro passou por uma fase predominantemente erosiva, e do Jurássico ao início do Cretácico, o clima global é tido como relativamente seco (TARDY; ROQUIN, 1998).

Ao longo do Cretácico, climas mais úmidos foram a regra entre o Berriasiano e o Barremiano (Cretácico Inferior) (PETRI, 1983) e parecem ter permanecido entre o Aptiano e o Albiano na América do Sul (AZEVEDO, 2004). Contudo, climas secos são registrados nesse final do Cretácico Inferior, com a formação de evaporitos nas bacias interiores e costeiras, sobretudo (PETRI, 1983).

Como se sabe, a alternância climática implica em variações eustáticas. Assim, no Cretácico houve o maior aumento eustático do nível do mar de todo o Fanerozoico, desencadeando um evento transgressivo de ordem global (ARAI, 2000), o qual, associado e paralelo ao processo de abertura oceânica (fase rifte), inundou praticamente todas as bacias sedimentares da margem continental brasileira, proporcionando a deposição de espessas camadas de evaporitos na maioria delas (ARAI, 2009), já num contexto de aridificação climática.

Durante a denominada transgressão aptiana (Figura 2) houve a entrada intermitente das águas do Atlântico Central e a deposição de camadas com influência marinha na maioria das bacias. No seu auge, o mar interior teria interligado os oceanos Atlântico Norte e Sul, até então desconectados, depositando uma megassequência de grande extensão geográfica. Em algumas bacias interiores (Parnaíba, Parecis e São Francisco), a sedimentação desta fase constitui a única sequência cretácea, como é a Formação Codó na bacia do Parnaíba, em sua porção não soerguida (ARAI, 2009), ou seja, fora do contexto geomorfológico atual da Ibiapaba.

De maneira geral, desde o início do Cenozoico o clima da Terra vivenciou uma evolução significativa e complexa, com tendências graduais de aquecimento e resfriamento impulsionados por processos tectônicos, ciclos rítmicos ou periódicos conduzidos por processos orbitais, ciclicidade e mudanças climáticas rápidas e ainda, eventos climáticos transitórios e extremos (ZACHOS et al., 2001).

Provavelmente, a maior complexidade climática registrada no Cenozoico não seja uma exclusividade dessa Era, mas sim, o reflexo da menor dificuldade no acesso à essa história paleoclimática se comparado ao Mesozoico e ao Paleozoico, cujos indicadores podem ter sido profundamente alterados, tornando inacessíveis (à luz tecnológica e científica atual) maiores detalhes de seus climas pretéritos.

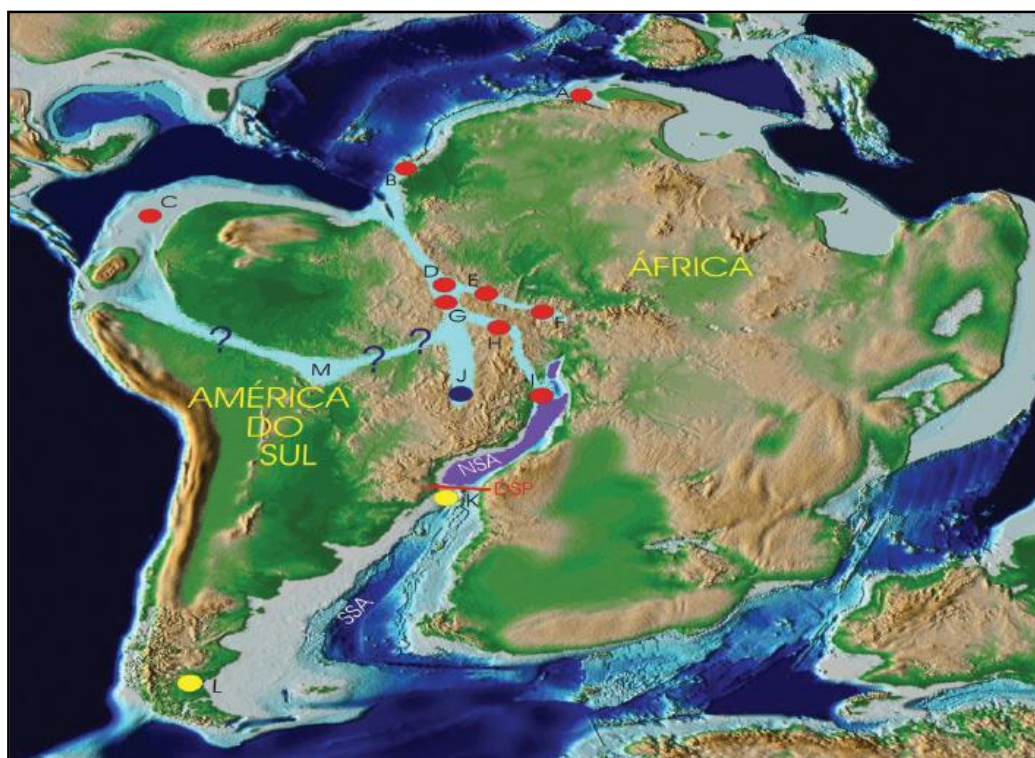


Figura 2: Reconstituição paleográfica da transgressão aptiana. **Legenda:** o extremo nordeste do Brasil estava ainda ligado à África, mas as águas do Atlântico Central alcançaram o Atlântico Sul setentrional (NSA), através do *seaway* epicontinental que interligava as bacias de São Luís (D), **Parnaíba (G)**, Araripe (H) e Almada (I). As áreas em cor violeta representam as grandes bacias evaporíticas; o traço vermelho representa a barreira constituída pelo alinhamento Dorsal de São Paulo – Alto de Florianópolis (DSP); os círculos vermelhos (A – I) são as ocorrências da ecozona de *subtilisphaera*, que são sugestivas da influência tetiana; os amarelos (K – L) são registros de microfocifloras tipicamente austrais; e o ponto azul (J) é a ocorrência de radiolários da Formação Areado. Grifo nosso.
Fonte: Arai (2009).

De qualquer forma, no Paleogênico, a Linha do Equador já estava próxima de sua posição atual e o clima global era quente e úmido, porém um período seco é registrado no Oligocênico, cujo quadro avança no Neogênico que, de maneira geral, apresentava um clima global menos úmido (TARDY; ROQUIN, 1998).

A partir da metade do Neogênico (Miocênico superior) houve a aridificação acentuada do clima e o predomínio de uma fase de denudação intensa dos modelados, sujeitos às condições de clima árido e cobertura vegetal descontínua. No final do período

Neogênico (Pliocênico) tem-se uma fase climática mais úmida ($P > 1.100$ mm) (BÉTARD; PEULVAST, 2011).

Mais adiante, durante o Pliocênico Superior e o Quaternário, períodos de predomínio árido ou úmido tornaram-se cada vez mais curtos e, por conseguinte, os processos morfológicos foram marcados por oscilações climáticas e eustáticas, com a alternância de períodos glaciais e interglaciais, com uma periodicidade regular da ordem de 100 Ka já a partir do Pliocênico médio (FOUCAULT, 1996). Ilustrando essa alternância, só no Pleistocênico são registradas 18 fases glaciais (PIRAZZOLI, 1996; SHACKLETON, 1987).

Nesse contexto, no Pleistocênico é registrado o penúltimo máximo glacial (AULER; SMART, 2001), com o retorno de condições mais secas que as atuais, com coberturas vegetais novamente descontínuas no Nordeste brasileiro (BÉTARD e PEULVAST, 2011). No consecutivo período interglacial houve a última transgressão marinha pleistocênica ao longo da costa brasileira, com depósitos de terraços marinhos datados de 117-110 Ka (BARRETO et al., 2002).

O último máximo glacial (LGM = *last glacial maximum*) marca a passagem do Pleistocênico superior para o Holocênico e se notabiliza como um período de aumento da aridez (AULER; SMART, 2001). Dados de pólen marinho indicam a ocorrência de caatinga no Nordeste do Brasil no período 42-8,5 Ka A.P., refletindo condições semiáridas na maior parte do tempo (BEHLING et al., 2000). Assim, entende-se que o clima semiárido atual da região Nordeste do Brasil predomina desde o final do Pleistocênico (BÉTARD; PEULVAST, 2011).

Qual a influência desse(s) quadro(s) climático(s) para o âmbito geomorfológico? Ao longo de um tempo relativamente curto, é difícil avaliar o papel do clima (local ou global) na condução dos processos erosivos. Todavia, considerando registros de sedimentação e mudanças climáticas ao longo dos últimos 13 Ma, Harris e Mix (2002) apontam para uma forte relação empírica entre a taxa de acumulação terrígena e o clima de uma determinada região, apoiando a hipótese de que a aridez favorece a erosão em larga escala, que no caso do Nordeste brasileiro, tem sido predominante desde o final do Pleistocênico.

Contudo, apesar dos limitados dados paleoclimáticos disponíveis para o semiárido do Nordeste do Brasil, há evidências geomorfológicas e paleobioclimáticas que indicam que condições mais úmidas ocorreram no período pleistocênico-holocênico, relativizando esse predomínio climático semiárido (MOURA-FÉ, 2015).

Wang et al. (2004) indicam a ocorrência de períodos úmidos intermitentes há 210 ka (Pleistocênio Médio), explicados pelo deslocamento mais ao sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), causando a expansão vegetacional e abrindo um corredor entre as florestas Amazônica e Atlântica, possivelmente recobrando a Ibiapaba, a qual ainda apresenta espécies nativas desses biomas (Figura 3).

Pulsos de sedimentação terrígena no Atlântico Equatorial verificados há cerca de 85 Ka (Pleistocênio Superior) também sugerem condições úmidas na região Nordeste do Brasil (ARZ et al., 1998; 1999).

Barros et al. (2011) apresentam 8 (oito) cenários paleobioclimáticos para os últimos 50 Ka em Minas Gerais (estado limítrofe à porção meridional da região Nordeste), ao passo que nos últimos 10 Ka se verifica o maior número de cenários onde há uma alternância de fases de predominância de umidificação e aridificação.

Outro indicador apresentado por Behling et al. (2000) é o aumento do transporte de materiais terrígenos para o oceano Atlântico, com alta concentração de pólen e esporos de samambaias, especialmente durante intervalos relativamente curtos, em torno de 40, 33 e 24 Ka A.P. (Pleistocênio Superior), que indicam períodos de maior precipitação, sendo que o clima mais chuvoso é encontrado a partir de 15.500 a 11.800 anos A.P. (final do Pleistocênio).



Figura 3: Árvores típicas das Matas Amazônica e Atlântica. **Copaiba** (lado esquerdo), árvore típica da Floresta Amazônica e **Embireira**, típica da Mata Atlântica, respectivamente.

Fonte: http://www.arvoresbrasil.com.br/?pg=lista_especies&botao_pesquisa=1. Acesso em: set/2015.
Fonte: Moura-Fé (2015).

Apesar de se notabilizar como um período de aridez, o LGM permitiu uma expansão das florestas de montanha e matas ciliares, sugerindo condições climáticas frias e muito úmidas, com estações secas anuais curtas. O movimento anual consistente da ZCIT, a forte influência das frentes frias da Antártida e as mudanças da célula de alta pressão sobre o sul do Atlântico podem explicar o período glacial muito úmido no Nordeste do Brasil (BEHLING et al., 2000).

Por sua vez, com base nos dados de isótopos de carbono, Pessenda et al. (2010) postulam que entre ~18 e ~10 Ka A.P. a vegetação arbórea foi dominante na região Nordeste, fato associado ao predomínio de climas úmidos. Na sequência, entre ~10 Ka e ~4.500-3.200 anos A.P. houve uma expansão da caatinga devido a uma fase climática menos úmida / seca (Figura 4).

Essa expansão da caatinga durante o Holocênico médio (~6 Ka A.P.) se deu no período em que a posição verão boreal da ZCIT foi mais ao norte do que hoje, decorrendo em uma fase seca que ocorreu na América do Sul como um todo (SERVANT et al., 1993). Reforçando esse quadro, entre 7.600 e 4.500 anos A.P. parece ter ocorrido o período mais quente do atual período interglacial, fase conhecida como o “ótimo climático”, quando a Terra estava, em média, 2 a 3°C mais quente do que nos dias atuais (SANT’ANNA NETO; NERY, 2005).

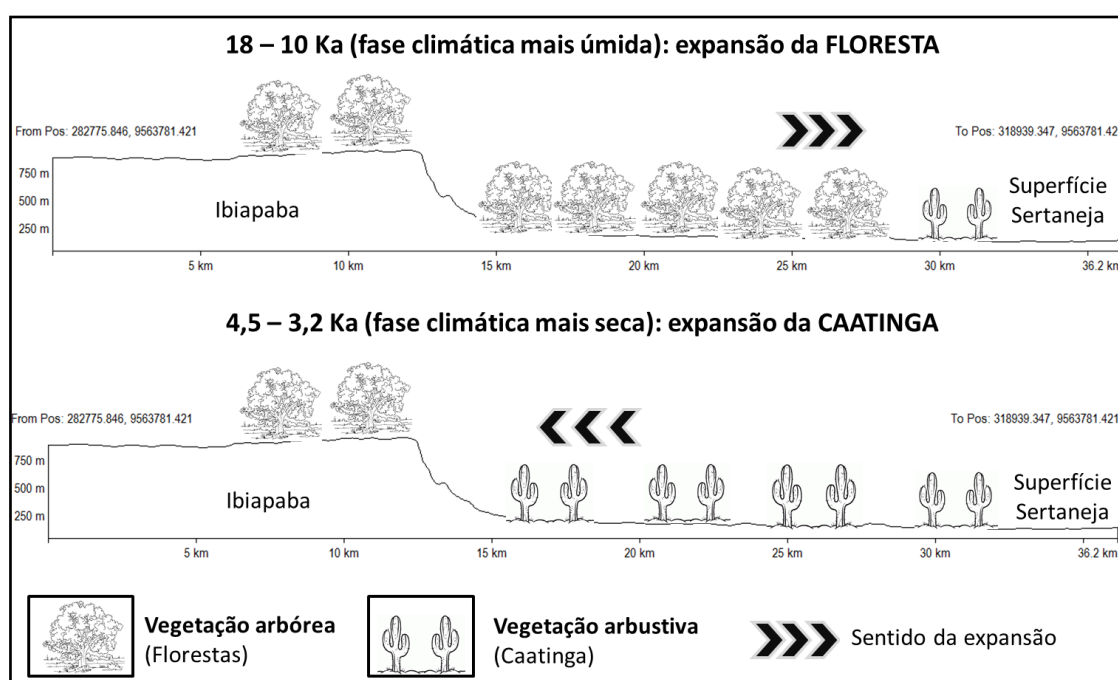


Figura 4: Desenho esquemático da Paleo-dinâmica climática-vegetacional simplificada.
Fonte: Pessenda et al., 2010. Elaboração: Moura-Fé (2015).

Depois desse período de expansão da caatinga, entre ~3.200-2.000 anos A.P. (Holoceno Tardio) até o presente, a tendência geral da evolução de clima é caracterizada por um deslocamento da ZCIT para o sul da América do Sul, onde registros de isótopos de carbono sugerem uma nova expansão florestal e uma fase mais úmida, com os eventos regionais secos apresentando-se menos frequentes, mas que continuariam afetando ocasionalmente a dinâmica vegetacional (PESSENDA et al., 2010; SERVANT et al., 1993).

Hidroclimatologia Estabelecida

O estabelecimento do atual padrão climático a partir do Holocênico tardio (3,2-2,0 Ka), associado à grande extensão territorial (1.540.827 km²) e à diversidade geográfica, configuraram o Nordeste do Brasil como uma região climatologicamente complexa, o que não se traduz em grandes diferenciações térmicas. Isso se dá pelo fato da região ser submetida à forte radiação solar, devido o ângulo de inclinação solar, o que gera a absorção de uma grande quantidade de energia pelos níveis inferiores da atmosfera (NIMER, 1977; 1979).

A relativa homogeneidade dos índices de temperatura (médias anuais entre 26 e 28°C) não se aplica à pluviosidade, que se distribui espacialmente, grosso modo, decrescendo do litoral para o interior, consequência da menor influência dos ventos alísios sobre as regiões mais interiores (NIMER, 1979), onde os relevos elevados constituem verdadeiras ilhas de exceção no contexto semiárido.

O quadro delineado para o Nordeste aplica-se ao Ceará e à área de estudo, ou seja, um contexto climático geral onde há o predomínio de temperaturas médias do ar elevadas durante a maior parte do ano, resultando em uma pequena amplitude térmica anual, em contraponto com níveis de precipitação concentrados em períodos anuais específicos e com prolongamentos associados à topografia.

Por conta de sua altimetria, situada entre 700 e quase 1.000 m na maior parte de sua extensão, em contraste à superfície sertaneja e suas cotas altimétricas que raramente ultrapassam 300 m, a Ibiapaba apresenta-se como uma típica “paisagem de exceção”, uma “ilha de umidade”, inserindo-se no contexto de excepcionalidade natural das serras úmidas.

O fator altitude determina uma diferenciação climática básica, que varia dependendo de características locais, mas que está posta e que contribui para colocar a Ibiapaba e a superfície sertaneja em planos naturais distintos, determinando ainda, junto com as condições geológicas e geomorfológicas, as diferenciações básicas nas redes hidrográficas de ambos os domínios.

O quadro hidroclimático atual da área deriva do contexto paleoclimático apresentado anteriormente, notadamente a partir do Holocênico Tardio, com o estabelecimento da forte vinculação com a atuação (maior ou menor) da Zona de Convergência Intertropical sobre a região Nordeste, o principal sistema sinótico gerador de precipitação, mas não o único.

Sistemas Sinóticos Geradores de Precipitação

A precipitação executa um papel de protagonista no campo climatológico e geomorfológico, exercendo, no primeiro caso, uma forte influência, quando não condicionando os demais parâmetros climáticos. Desta forma, torna-se adequado conhecer quais são os sistemas que, relacionados aos fatores geográficos regionais e locais, geram as chuvas na região noroeste do Ceará.

Basicamente são 3 sistemas sinóticos que regem a circulação atmosférica tanto na região da Ibiapaba e no Ceará como um todo: a Zona de Convergência Intertropical, as Frentes Frias e os Centros de Vorticidade Ciclônica (CEARÁ, 1992).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT - Figura 5) pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte (ventos de NE) com os ventos alísios do hemisfério sul (ventos de SE), em baixos níveis (o choque entre eles faz com que o ar quente e úmido ascenda e provoque a formação de nuvens), resultando em intensa atividade convectiva e precipitação. É o fator mais importante na determinação da intensidade das chuvas na parte setentrional do Nordeste, incluindo a Ibiapaba. Normalmente, migra sazonalmente de sua posição mais ao norte ($\sim 14^{\circ}\text{N}$) em agosto-outubro, para posições mais ao sul, $\sim 2\text{-}4^{\circ}\text{S}$, de fevereiro a abril (FERREIRA; MELLO, 2005; ZANELLA, 2005).

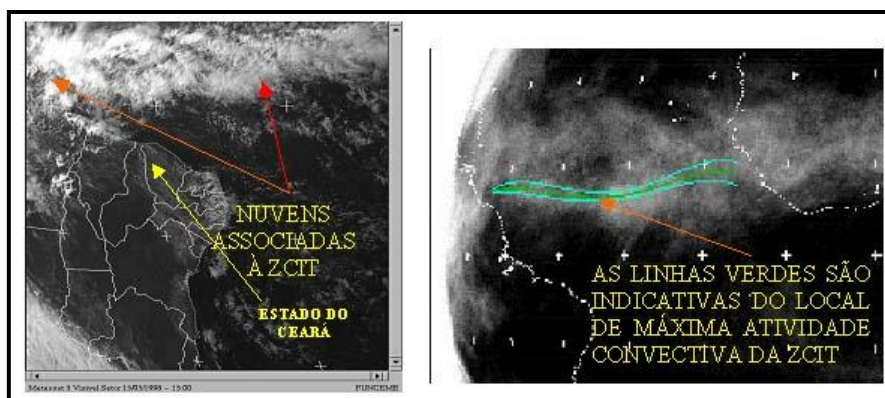


Figura 5: Imagens de nuvens associadas à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).
Fonte: Ferreira e Mello, 2005.

O 2º sistema causador de chuvas está ligado à penetração de *frentes frias* até as latitudes tropicais entre novembro e janeiro, que são bandas de nuvens organizadas formadas na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de quente. A massa de ar frio penetra por baixo da quente como uma cunha e faz com que o ar quente e úmido suba, formando nuvens e as chuvas (FERREIRA; MELLO, 2005).

Os centros de vorticidade ciclônica ou *vórtices de altos níveis* (VCANs – 3º sistema sinótico) que penetram no Nordeste formam-se no oceano Atlântico, principalmente entre novembro e março. Sua trajetória normalmente é leste-oeste, com maior frequência entre janeiro e fevereiro, com tempo de vida variando, em média, entre 7 a 10 dias (FERREIRA; MELLO, 2005).

Além desses sistemas principais, outros sistemas de menor escala atuam na região: linhas de instabilidade, complexos convectivos de mesoescala, ondas de leste, bem como as influências do *El Niño* e da *La Niña*, além das brisas marítima e terrestre que incidem com mais frequência na zona litorânea (CEARÁ, 1992).

As linhas de instabilidade são bandas de nuvens formadas ao longo da costa, normalmente do tipo cumulus e organizadas em forma de linha. Sua formação se dá a partir de uma grande quantidade de radiação solar e do desenvolvimento de nuvens que atingem um número maior à tarde e no início da noite, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas (CEARÁ, 1992; FERREIRA; MELLO, 2005). Este sistema atua em amplas faixas setentrionais do Ceará, alcançando a Ibiapaba (Figura 6), distante cerca de 50 km do litoral.

Os complexos convectivos de mesoescala (CCMs) se formam em função de condições locais favoráveis (relevo, temperatura e pressão etc.). Provocam chuvas fortes, de curta duração, normalmente acompanhadas de fortes rajadas de vento. Formam-se no período noturno, num um ciclo de vida entre 10 e 20 horas (FERREIRA; MELLO, 2005). Eles alcançam a Ibiapaba (Figura 7).

As ondas de leste se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical, e se deslocam desde a costa da África até o litoral leste do Brasil, se estendendo desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte. Quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis, também provocam chuvas no Ceará entre junho e agosto, principalmente na parte centro-norte (FERREIRA; MELLO, 2005).

Por sua vez, o fenômeno "El Niño" é um sistema oceânico-atmosférico que se desenvolve sobre a bacia do oceano Pacífico, entre a Indonésia e a América do Sul, e que resulta no aquecimento acima do normal das águas oceânicas. Ocorrendo em intervalos de aproximadamente 3 a 5 anos, tem sido um dos sistemas responsáveis pela ocorrência de baixos índices pluviométricos no Ceará (FERREIRA; MELLO, 2005; ZANELLA, 2005).



Figura 6: Atuação da linha de instabilidade.
Fonte: Ferreira e Mello, 2005.

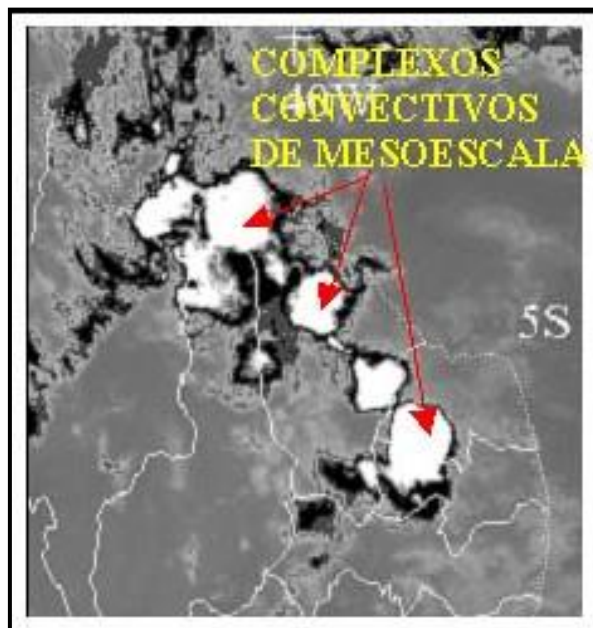


Figura 7: Atuação dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs)
Fonte: Ferreira; Mello, 2005.

Por sua vez, quando as águas do Atlântico Norte estão mais frias que o normal, o sistema de alta pressão do Atlântico Norte (La Niña) e os alísios de NE intensificam-se. Se no mesmo período o Atlântico Sul estiver mais quente que o normal, o sistema de alta pressão do Atlântico Sul e os alísios SE enfraquecem. Este padrão favorece o deslocamento da ZCIT para posições mais ao sul do Equador, propiciando a ocorrência de anos normais, chuvosos ou muito chuvosos para o Ceará (FERREIRA; MELLO, 2005).

Parâmetros e Tipologia Climática

Sob a influência desses sistemas sinóticos, os índices pluviométricos do Ceará apresentam uma característica fundamental: a sua irregularidade, que abrange as dimensões temporais e espaciais.

No tocante ao tempo, as precipitações concentram-se no 1º semestre do ano. Com relação ao espaço, o predominante semiárido cearense apresenta índices pluviométricos irregulares e baixos com setores de exceção: o litoral, em função da proximidade e influência do oceano Atlântico, e as serras úmidas, em função de suas altitudes e seu

posicionamento geográfico em relação à direção dos ventos, configurando-se como setores dotados dos melhores índices pluviométricos.

Assim como no restante do Estado, guardadas as particularidades, a Ibiapaba apresenta duas estações bem distintas. Uma estação chuvosa, que começa em dezembro e declina em maio, com a ocorrência de precipitações bastante irregulares, e o restante do ano, com o predomínio de uma estação seca, com o predomínio da estiagem pluviométrica.

Essa variabilidade se dá, sobremaneira, em função da atuação (ou não), da ZCIT. Quando este sistema sinótico atua, as chuvas ocorrem, o que se dá principalmente entre fevereiro e abril. Contudo, na maior parte do ano, o Ceará fica sob a ação do Anticiclone do Atlântico Sul, responsável pela estabilidade do tempo, o que resulta num período de estiagem prolongado (ZANELLA, 2005).

Com base na dinâmica dos parâmetros climáticos e nas suas características geográficas, a Ibiapaba e sua região de entorno apresentam os seguintes tipos climáticos (Figura 8):

a) **Clima tropical subquente úmido:** setor com índices pluviométricos superiores a 1.350 mm anuais e temperatura média inferior a 22°C, ocorrente na cimeira da Ibiapaba, englobando as sedes municipais de São Benedito e Guaraciaba do Norte;

b) **Clima tropical quente úmido:** presente em setores elevados da Ibiapaba, próximos ao topo, no município de Ibiapina, bem como no entorno imediato de parte da vertente leste (município de Graça), com índices pluviométricos superiores a 1.350 mm anuais e temperatura média maior que 22°C;

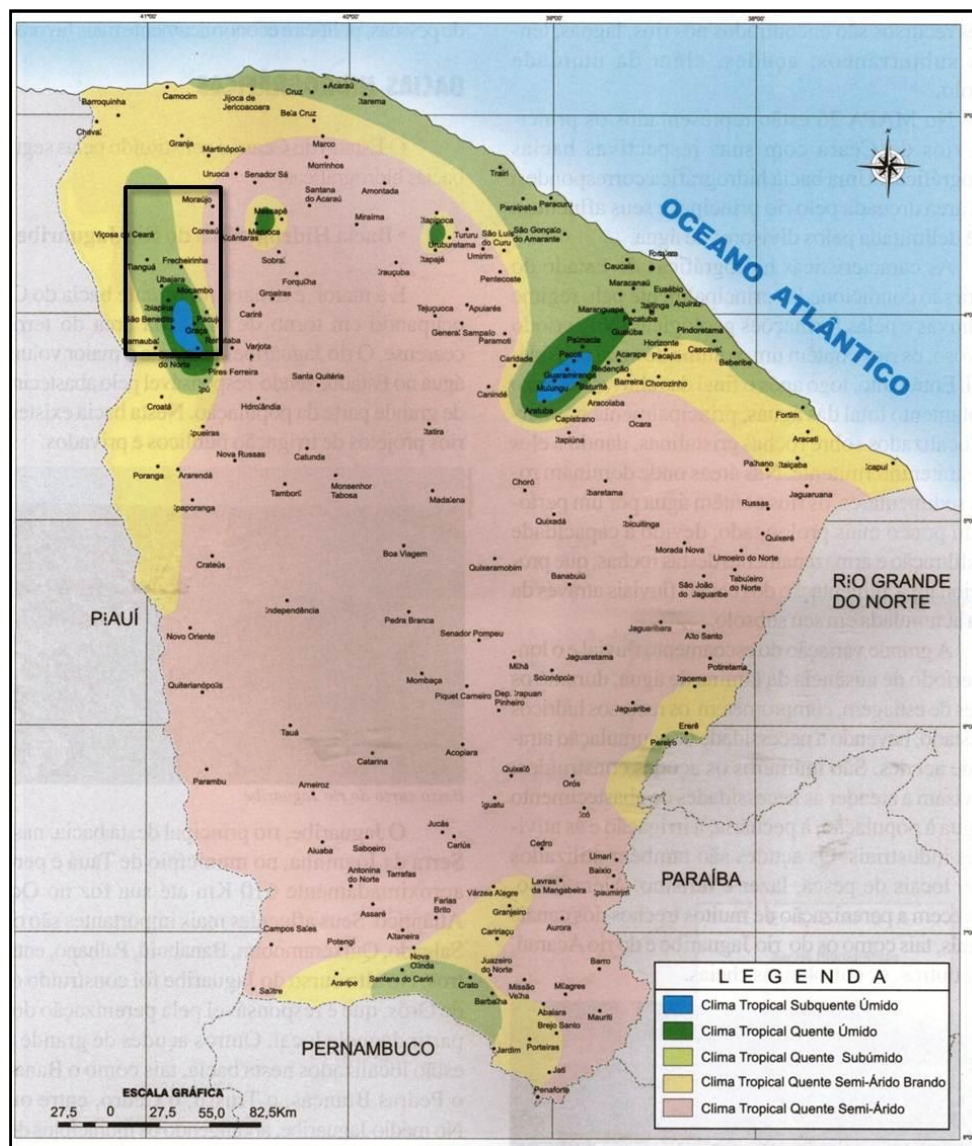


Figura 8: Tipologia climática do Ceará e da região da Ibiapaba.

Fonte: Dados da FUNCEME, organizados por Elisa Zanella. In: Silva; Cavalcante, 2004.

c) **Clima tropical quente subúmido:** ocorre no reverso, no setor N da Ibiapaba e no seu entorno leste e norte, com índices pluviométricos entre 1000 e 1350 mm anuais e temperaturas superiores a 24 °C, englobando os municípios de Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Frecheirinha, Mucambo e Pacujá;

d) **Clima tropical semiárido brando:** faixa central da superfície sertaneja e no setor mais distal do reverso da Ibiapaba (Carnaubal), onde os índices pluviométricos variam entre 850 e 1000 mm anuais, com médias térmicas superiores a 24 °C;

e) **Clima Tropical semiárido:** ocupa grande parte do interior do Ceará, mas apenas uma faixa reduzida na porção NE da área, nos municípios de Moraújo e Coreaú,

onde a quantidade de chuvas é menor que 850 mm anuais e a temperatura é maior que 26 °C.

Os setores mais elevados da Ibiapaba apresentam médias de precipitação acima de 1.350 mm anuais, o que se dá pela altitude per si e pelo posicionamento da vertente leste. Os ventos, ao encontrarem a vertente oriental, que funciona como uma barreira topográfica são forçados a se elevarem, formando uma intensa nebulosidade e dando origem às chamadas chuvas orográficas, possibilitando condições de pluviosidade locais mais favoráveis tanto nas áreas de topo quanto nas áreas que as circundam. Por sua vez, as vertentes localizadas a sotavento não são favorecidas por esse fenômeno, ao passo que os ventos ao “descerem” o reverso da Ibiapaba tornam-se mais secos (ZANELLA, 2005).

Exemplo disso é que, na localidade de Santo Antônio da Pindoba, situada na porção mais distal (a oeste) do reverso, a média anual é de 739,2 mm de precipitação, ao passo que em Ibiapina, situada a 885 m de altitude, a média é de 2.176,8 mm (FONZAR, 1981), representando 294% a mais.

Rede Hidrográfica

As características climáticas apresentadas, caracterizadas sobremaneira pela sazonalidade das precipitações, mantêm uma relação direta com o comportamento fluvial, onde a distribuição espaço-temporal das chuvas associada às características topográficas, geomorfológicas e geológicas condicionam a rede hidrográfica da área.

Como o modelado mais elevado, a Ibiapaba configura-se como o principal divisor de águas, condicionando os limites das bacias hidrográficas da região. Sob esse princípio geomorfológico básico, os maciços cristalinos e residuais também exercem um papel considerável no delineamento das sub-bacias, sobretudo no setor norte. São as áreas mais elevadas da região

Basicamente, a rede hidrográfica da área apresenta um direcionamento NE-SO e L-O, em consonância e condicionado pelos lineamentos tectônicos herdados do Ciclo Brasileiro (~500 Ma) e retrabalhados na reativação mesozoica (~100 Ma). Contudo, há exceções, primeiro, com relação ao rio Coreaú, que apresenta um direcionamento S-N; a segunda se dá na bacia do rio Parnaíba, que ocupa do topo ao reverso da Ibiapaba e tem suas águas drenadas na direção L-O, para o leito do rio Parnaíba.

Componente importante da análise hidro-climática de qualquer região, as bacias hidrográficas serão tratadas com maior ênfase no item a seguir.

Bacias hidrográficas e águas superficiais

As 3 (três) principais bacias hidrográficas que compõem a área de estudo, bem como as informações básicas sobre a hidrogeologia e os aquíferos verificados, são apresentadas na Figura 9 – Mapa dos Recursos Hídricos.

Bacia do rio Parnaíba - Ocupando áreas do Piauí e Ceará, é composta pelas sub-bacias dos rios Macambira, Longá e Pirangi e Poti, principal rio desta bacia no Ceará e que possui cerca de 192,5 km de extensão. Junto com a bacia do rio Longá, cobrem uma área de 16.761,78 Km², 12% do território cearense (CEARÁ, 2009a; ZANELLA, 2005).

Com nascentes em terrenos do embasamento cristalino no Ceará, o rio Poti se inflete para oeste, superimpondo-se ao Grupo Serra Grande e outras unidades litoestratigráficas da bacia sedimentar do Parnaíba morfologicamente como o boqueirão do Poti, drenando a partir de então terrenos sedimentares (CEARÁ, 2009a) no território piauiense.

A partir do topo da Ibiapaba, sua rede hidrográfica acompanha, de maneira geral, o caimento topográfico geral do reverso da Ibiapaba, apresentando um padrão subdendrítico (CEARÁ, 2009a) com rios consequentes e, secundária e setorialmente, subsequentes, indicadores dos patamares topográficos do reverso.

Bacia do rio Coreaú - Localizada na porção NO do Estado, é delimitada ao sul e oeste pelas bacias Parnaíba e Acaraú, à leste pela bacia do Acaraú e ao norte pelo Atlântico. Esta bacia é composta pelo rio Coreaú e seus tributários, além de microbacias que se abrem diretamente para o Atlântico, perfazendo uma área total de 10.633 km², 7% do território cearense (CEARÁ, 2009b).

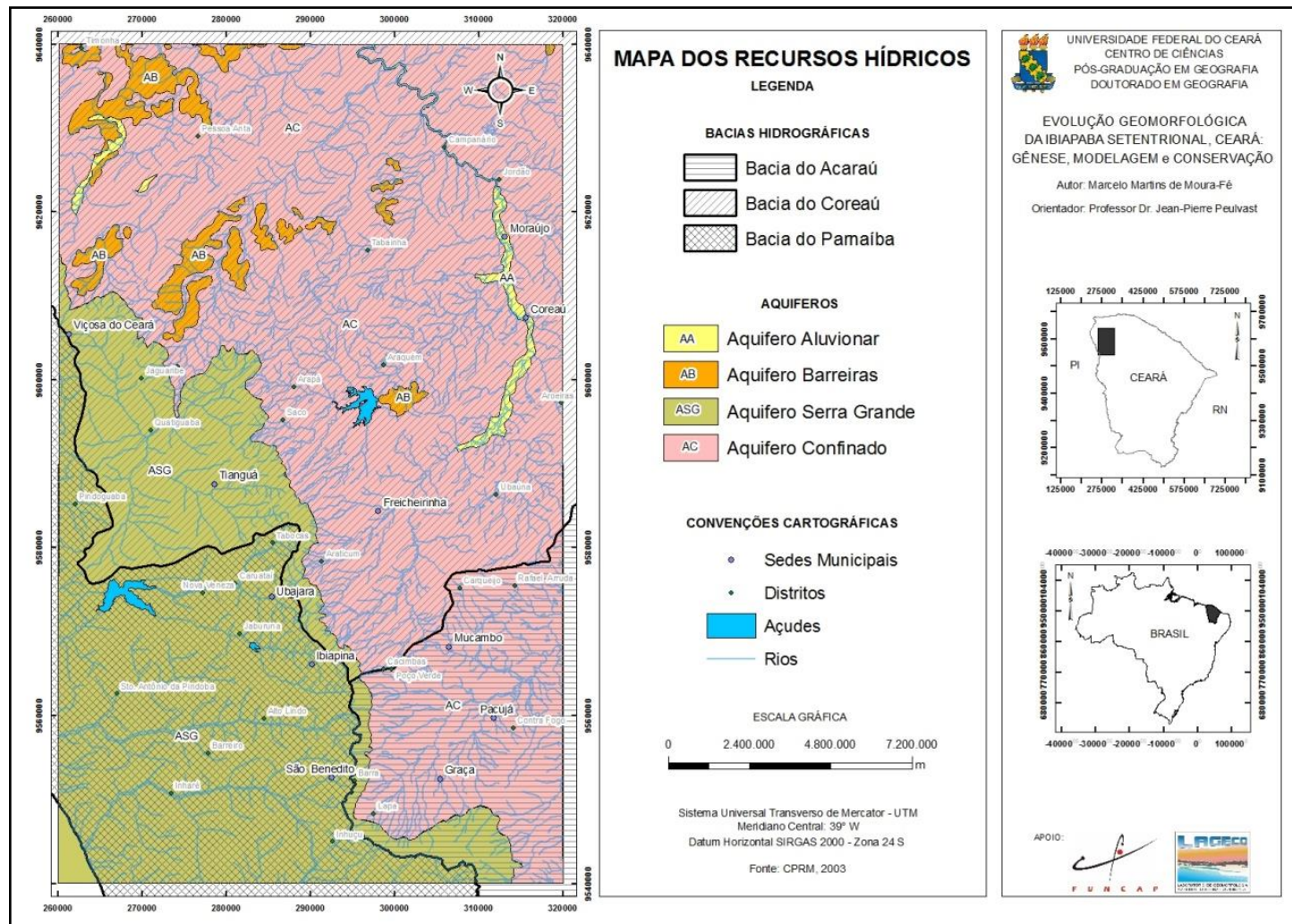


Figura 9: Mapa dos Recursos Hídricos da Ibiapaba e áreas adjacentes.
Fonte: Moura-Fé (2015).

Por sua vez, a vertente norte da Ibiapaba, a partir dos setores adjacentes ao topo, apresenta o outro segmento do alto curso dos riachos da bacia do Coreaú. A partir dos anfiteatros Araquém, Quatiguaba e Sobradinho, os respectivos cursos d'água tomam direcionamento SO-NE, no contexto da superfície sertaneja, condicionados pelos maciços quartzíticos, coletando águas das vertentes destes modelados e ocupando os resquícios das anticlinais dos dobramentos do SDMC, até alcançar o rio Coreaú em seu médio e baixo cursos.

Bacia do rio Acaraú - Limitando-se a oeste e Sudoeste, respectivamente, com as bacias do Coreaú e do Poti-Longá; e a leste e sudeste com as bacias do Litoral e do Curu, ocupando uma área de 14.423 km², cerca de 10% do território cearense (CEARÁ, 2009c). Seu rio principal é o rio Acaraú, com uma extensão de 315 km, predominantemente no sentido SO-NE, apresentando padrão dendrítico no alto e médio cursos, e paralelo no baixo curso (CEARÁ, 2009c; ZANELLA, 2005).

Seus divisores de água na região estudada são dois. O 1º, a partir de leste, nos setores mais elevados da Ibiapaba, da linha de cumeada na direção da superfície sertaneja, mais precisamente, nos setores geomorfológicos da ponta de São Benedito, do anfiteatro Inhuçu-Jaibaras e da ponta de Guaraciaba. O 2º, ao norte, se dá em meio ao domínio geomorfológico da superfície sertaneja.

Aquíferos e águas subterrâneas

Os recursos hídricos subterrâneos apresentam uma relação direta com o substrato geológico e as atuais condições climáticas, sobretudo as precipitações. De maneira geral, são subdivididos em terrenos cristalinos e sedimentares. Os aquíferos sedimentares possuem porosidade primária e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade que se traduz em unidades geológicas com condições ideais de armazenamento e fornecimento de água. Por sua vez, os aquíferos cristalinos (fissurais) apresentam um baixo potencial, pois as suas zonas de fraturas são os únicos segmentos possíveis da ocorrência de água nestas rochas do embasamento cristalino. A recarga destas fraturas se dá através dos rios e riachos encaixados nestas estruturas, o que ocorre somente no período de concentração das chuvas (ZANELLA, 2005).

Arelados às litologias aflorantes e importantes para o seu processo de intemperização, bem como às condições climáticas predominantes na região, a caracterização hidro-climática da área delimitada para estudo apresenta os seguintes aquíferos:

Aquífero Serra Grande – A bacia sedimentar do Parnaíba constitui uma das maiores reservas de águas subterrâneas do Nordeste brasileiro. O caráter cíclico da sedimentação proporcionou a existência de espessos aquíferos como os arenitos da Formação Cabeças e do Grupo Serra Grande, capeados respectivamente, pelas Formações Longá e Pimenteiras, com seções mais argilosas e impermeáveis (COSTA et al., 1979).

Em específico, os sedimentos do Grupo Serra Grande são constituídos por arenitos conglomeráticos, os quais, normalmente, apresentam um potencial médio sob o ponto de vista da ocorrência de água subterrânea. Nesse aquífero, a drenagem é convergente para o centro da bacia, nas bordas a drenagem é divergente, originando as fontes no sopé das escarpas da vertente leste da cuesta. Aliás, o excedente hídrico é eliminado por diversos pontos de água (surgências) existentes na Ibiapaba, mantendo o equilíbrio (STAMFORD et al., 1981).

Aquífero Aluvionar - representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região. Normalmente, a alta permeabilidade desses terrenos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas (STAMFORD et al., 1981).

Aquífero Barreiras - a Formação Barreiras caracteriza-se por uma relativa variação faciológica, com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, o que lhe confere parâmetros hidrogeológicos diferenciados, de acordo com o contexto local. No contexto regional esta unidade não pode ser considerada um aquífero e sim, um aquitardo, ou seja, uma formação geológica que possui porosidade e permeabilidade baixas, transmitindo a água lentamente (BRANDÃO, 1995).

Aquífero Fissural - O caráter geralmente impermeável dessas rochas combinado ao relevo propício a regimes torrenciais, além de uma difusa drenagem superficial, são fatores absolutamente desfavoráveis à fixação da água no subsolo da superfície sertaneja.

Conclusão

A caracterização hidroclimática da Ibiapaba e suas áreas adjacentes, presentes na região noroeste do estado do Ceará, objetivo principal desse artigo, foi realizada no intuito de se alcançar um maior conhecimento sobre suas características e singularidades naturais.

Esta caracterização foi embasada no resgate paleoclimático da região Nordeste do Brasil, com ênfase nos dados disponíveis para a área em tela, no contexto hidroclimatológico que começou a ser estabelecido a partir do Cenozoico, mais precisamente, a partir do Holocênico tardio (3,2-2,0 Ka); na abordagem dos principais sistemas sinóticos geradores de precipitação; dos parâmetros e da tipológica climática atuais; bem como, na descrição sucinta das bacias hidrográficas presentes e nos respectivos aquíferos.

Pertencente ao grupo das serras úmidas do semiárido nordestino, a Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural, mas a busca pelo conhecimento integrado entre os padrões climáticos, pretéritos e atuais, e seus reflexos hidrográficos nas bacias hidrográficas, se configura como o contexto fundamental para analisar a relação entre os substratos geológicos e os relevos que compõem a paisagem da Ibiapaba, na região noroeste do estado do Ceará.

O aspecto fundamental, para além dos resultados alcançados e apresentados nas caracterizações hidroclimáticas, nas discussões teóricas e empíricas feitas, e nos materiais gráficos elaborados, é que se tenha continuidade e a elaboração e novos estudos que permitam aprofundar, não só a análise do quadro geomorfológico da Ibiapaba, região noroeste do estado do Ceará, foco da nossa atuação acadêmica, mas também, para outras áreas do conhecimento, não apenas da Geografia ou das Geociências.

Agradecimentos

Este trabalho representa uma parte da tese de doutorado defendida pelo autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGG-UFC), sob orientação do prof. Jean-Pierre Peulvast, com apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), através da concessão da bolsa de estudo. A todos quero agradecer.

Referências

ARAI, M. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 17, n. 2, p. 331-351, 2009.

_____. **Chapadas**: relict of mid-cretaceous interior seas in Brazil. **Revista Brasileira de Geociências – SBG**, v. 30, n. 3, p. 436-438, 2000.

ARZ, H. W.; PÄTZOLD, J.; WEFER, G. Correlated Millennial-Scale Changes in Surface Hydrography and Terrigenous Sediment Yield Inferred from Last-Glacial Marine Deposits off Northeastern Brazil. **Quaternary Research**, v. 50, p. 157-166, 1998.

_____. Climatic changes during the last deglaciation recorded in sediment cores from the northeastern Brazilian Continental Margin. **Geo-Marine Letters**, n. 19, p. 209-218, 1999.

AULER, A. S.; SMART, P. L. Late Quaternary Paleoclimate in Semiarid Northeastern Brazil from U-Series Dating of Travertine and Water-Table Speleothems. **Quaternary Research**, v. 55, p. 159-167, 2001.

AZEVEDO, R. L. M. Paleoceanografia e a Evolução do Atlântico Sul no Albiano. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 12, n. 2, p. 231-249, 2004.

BARRETO, A. M. F.; BEZERRA, F. H. R.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; PAIVA, R. P.; MUNITA, C. S. Late pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea-level change and tectonic implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, n. 179, p. 57-69, 2002.

BARROS, L. F. P.; LAVARINI, C.; LIMA, L. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Síntese dos cenários paleobioclimáticos do Quaternário Tardio em Minas Gerais / Sudeste do Brasil. **Revista Sociedade & Natureza – UFU**, v. 23, n. 3, p. 371-386, 2011.

BEHLING, H.; ARZ, H. W.; PATZOLD, J.; WEFER, G. Late quaternary vegetational and climate dynamics in Northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. **Quaternary Science Reviews**, n. 19, p. 981-994, 2000.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P. **Evolução morfoestrutural e morfo-pedológica do maciço de Baturité e de seu piemont**: do Cretáceo ao presente. In: BASTOS, F. H. (Org.). Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011.

BRANDÃO, R. L. (Org). **Sistema de informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza** – Projeto SINFOR. CPRM/SEMACE/SRH. Fortaleza: CPRM, 1995.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional das bacias Poti-Longá**. Fortaleza: INESP, 2009a.

_____. **Caderno regional da bacia do Coreau**. Fortaleza: INESP, 2009b.

_____. **Caderno regional da bacia do Acaraú**. Fortaleza: INESP, 2009c.

CEARÁ. Secretaria de recursos hídricos – SRH. **Plano estadual de recursos hídricos**. 4 vol. Fortaleza, 1992.

COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R.; CRUZ, W. B. **Geologia da Bacia Jaibaras**: Ceará Piauí e Maranhão. Projeto Jaibaras. Ministério das Minas e Energia (MME) / Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM): Brasília, 1979.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do estado do Ceará**. Escala 1:500.000. CD-ROM, 2003.

FARIAS, A. **História do Ceará**. 6 ed. Fortaleza: Armazém da Cultura, 2012.

FERREIRA, A. G. e MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.

FONZAR, B. C. **Estudo Bioclimático**. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.24 Fortaleza. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981.

FOUCAULT, A. **O Clima**: história e devir do meio terrestre. Lisboa: Perspectivas Ecológicas, 1996. 303 p.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará**: Gênese, Modelagem e Conservação. Tese de Doutorado (PPGG –UFC), Fortaleza-CE, 2015. 307 p.

NIMER, E. **Clima**. In: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977.

_____. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; RIBEIRO, A. S.; OLIVEIRA, P. E.; ARAVENA, R. Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, n. 297, p. 597-608, 2010.

PETRI, S. Brazilian Cretaceous Paleoclimates: evidente from clay-minerals, sedimentary structures and palynomorphs. **Revista Brasileira de Geociências – SBG**, v. 13, n. 4, p. 215-222, 1983.

PINHEIRO, F. J. **Mundos em confronto**: povos nativos e europeus na disputa pelo território. In: SOUZA, S. (Org.). Uma nova história do Ceará. 4 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

PIRAZZOLI, A. P. **Sea-Level changes** - The Last 20.000 years. New York: Willey, 1996. 212 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. e NERY, J. T. **Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais**. In: SOUZA, C. R. G. et al. (Eds.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

SERVANT, M.; MALEY, J.; TURCQ, B.; ABSY, M-L.; BRENAC, P.; FOURNIER, M.; LEDRU, M-P. Tropical forest changes during the Late Quaternary in African and South American lowlands. **Global and Planetary Change**, n. 7, p. 25-40, 1993.

SHACKLETON, N. J. Oxygen isotopics, ice volume and sea level. *Quaternary Science Reviews*, v. 6, p.183-190, 1987.

SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C. **Atlas escolar, Ceará: espaço geo-histórico e cultural**. João Pessoa: Grafset, 2004.

SOUZA, M. J. N. e OLIVEIRA, V. P. V. N. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Revista Mercator – UFC**, v. 5, n. 9, p. 85-102, 2006.

SOUZA, M. S. **Ceará: bases de fixação do povoamento e o crescimento das cidades**. In: SILVA, J. B. et al. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2005.

STAMFORD, W. J. P.; RIBEIRO, A. G.; BARROS, M. J. G. e FONSECA, R. A. **Geologia: Potencial dos Recursos Hídricos**. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.24 Fortaleza. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981.

TARDY, Y. e ROQUIN, C. **Dérive des continents**. Paléoclimats et altérations tropicales. Éditions du BRGM. Orléans, 1998.

WANG, X.; AULER, A. S.; EDWARDS, R. L.; CHENG, H.; CRISTALLI, P. S.; SMART, P. L.; RICHARDS, D. A.; SHEN, C-C. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. **Nature (Letters)**, v. 432, p. 740-743, 2004.

ZACHOS, J.; PAGANI, M.; SLOAN L.; THOMAS, E.; BILLUPS, K. Trends, rhythms and aberrations in global climate 65 Ma to present. **Science**, v. 292, p. 686-693, 2001.

ZANELLA, M. E. **As Características Climáticas e os Recursos Hídricos do estado do Ceará**. In: SILVA, J. B. et al. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2005.

Recebido: 20/09/2017

Aceito: 07/12/2017