



**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ¹**
*HIDROCLIMATIC DYNAMICS OF THE PLATEAU IBIAPABA AND ITS PERIPHERAL SURROUNDING DEPRESSION: A
CASE STUDY IN THE MUNICIPALITIES TIANGUÁ AND UBAJARA – NORTHWEST OF CEARÁ.*

Francisco Leandro de Almeida Santos² Flavio Rodrigues do Nascimento³

RESUMO

O Planalto da Ibiapaba representa um importante compartimento geomorfológico do Nordeste brasileiro localizado na porção ocidental do Ceará. A ruptura topográfica ultrapassa 700 m no contato com a depressão periférica, exercendo influência sobre a variabilidade climática dos sertões ao entorno pela ocorrência de chuvas orográficas na área de disposição do relevo. A par dessas questões, se fez possível mensurar o condicionamento do Planalto da Ibiapaba como principal centro dispersor de drenagem do noroeste cearense, dada à combinação da geomorfologia e do comportamento hidroclimático. Nessa perspectiva, o presente trabalho pretende avaliar a dinâmica hidroclimática da área através do cálculo estimado pelo balanço hídrico, demonstrando a partir de parâmetros avaliados para os municípios de Tianguá e Ubajara, uma análise comparativa entre os níveis de cimeira do planalto e sua depressão periférica circunjacente. Após as discussões, os resultados apontaram as variáveis de temperatura, excedente e déficit hídrico, precipitação, evapotranspiração potencial e real e capacidade de armazenamento de água no solo. Esses parâmetros evidenciaram características hidroclimáticas que remetem a existência de um sugestivo brejo de altitude no contexto das depressões sertanejas, justificando a dispersão fitogeográfica de um enclave de mata úmida em meio ao ambiente semiárido.

PALAVRAS-CHAVE: Brejo de altitude; balanço hídrico; ambiente semiárido.

ABSTRACT

The Ibiapaba Plateau represents a geomorphological compartment of the Brazilian Northeast, on the border of the States of Ceará and Piauí. The topographic break that exceeds 700 m in contact with the peripheral depression, it exerting influence on climate variability of the hinterlands surrounding due to the orographic rainfall occurring in the area of provision of relief. Thus became possible to measure the importance of the Plateau Ibiapaba, main dispersal center in Ceará, northwest drainage given the combination of geomorphology and differentiated hydroclimatic. That research intends to analyze the hydroclimatic dynamics of the area through the estimated weather balance showing from the studied parameters for the cities of Tianguá and Ubajara, a comparative analysis between elevated levels of the plateau and its surrounding peripheral depression. After discussions, the results show the variables of temperature, precipitation, water deficit and surplus, potential actual evapotranspiration and water storage capacity in the soil. Those parameters have the hydroclimatic characteristics resembling suggestive humid area of altitude in the context of the depressions in the backwoods, justifying the fito-geographic dispersion of an enclave of moist forest in semi-arid environment

KEY-WORDS: Humid area of altitude, water balance, semiarid environment

Recebido em: 26/06/2015

Aceito em: 23/01/2017

¹ Pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

² Universidade Estadual do Ceará Fortaleza/CE, e-mail: leogeofisico@gmail.com

³ Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, e-mail: flaviorn@yahoo.com.br

DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**1. INTRODUÇÃO**

A atuação dos mecanismos de circulação atmosférica em escala regional contribui para as especificidades climáticas do Nordeste brasileiro, caracterizadas pela sazonalidade do regime de chuvas no tempo e no espaço. A região em epígrafe é uma área de climas semiáridos quentes, colocada em posição marginal em relação ao cinturão dos climas áridos e semiáridos tropicais e subtropicais do globo terrestre. Efetivamente, o clima sertanejo do Nordeste ocorre de forma atípica no panorama dos demais climas zonais peculiares à faixa de latitudes similares. Por ser caracterizado, como um clima azonal, de expressão regional, afetando um espaço geográfico global de 700.000 a 800.000 km² de área (AB' SABER, 1974).

A dinâmica climática do semiárido brasileiro é controlada por diferentes sistemas atmosféricos e seus respectivos centros de ação. Ao longo do Nordeste se destaca a atuação do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, associado a Massa Tropical Atlântica e a Massa Equatorial Atlântica. Em suma, sopram predominantemente ventos do quadrante E-SE, equivalentes aos alísios do Hemisfério Sul. Tais massas de ar, em função da sua vorticidade anticiclônica e subsidência superior, traz estabilidade ao tempo, estabelecendo o período seco na região, que no semiárido pode durar até 9 meses no ano. Essa estabilidade é interrompida pela atuação de mecanismos climáticos que provocam a ocorrência de chuvas em áreas e períodos sazonais diferenciados (ZANELLA, 2014).

A esse respeito, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) corresponde ao principal sistema produtor de chuvas para a região Nordeste. Ela se forma na confluência dos ventos alísios de SE e NE atuando de modo mais expressivo sobre o Estado do Ceará a partir de meados do verão, atingindo sua posição mais meridional no outono. Configura-se através da intensa atividade convectiva criando uma ascendência de massas de ar quentes e úmidas responsáveis pela formação da nebulosidade e de muita chuva. Pode abranger até 500 km de largura, acompanhadas de baixas pressões e

instabilidade no tempo (FERREIRA & MELLO, 2005).

Desta forma, sobressai-se como fator proeminente a existência de uma estação chuvosa de menor duração e de uma estação seca prolongada. Tais características servem para singularizar o regime pluviométrico do clima semiárido, ao lado da acentuada irregularidade e torrencialidade das chuvas (SOUZA, 2000).

Nessa perspectiva, em reflexo ao jogo de interações dos parâmetros supracitados, a dinâmica climática do Nordeste brasileiro assume particularidades conforme o grau de influência dos demais componentes geoambientais na estruturação das unidades de paisagem. Vale ressaltar o papel condicionador do relevo na variabilidade climática ao longo da área de abrangência do ambiente semiárido. Nessas condições, as vertentes a barlavento dos principais compartimentos geomorfológicos posicionam-se como verdadeiros obstáculos topográficos em contraposição ao deslocamento livre do ar quente e úmido, favorecendo a ocorrência de chuvas orográficas com médias pluviométricas superiores às depressões sertanejas.

Neste caso, a influência do relevo imprime um comportamento hidroclimático diferenciado no Planalto da Ibiapaba, com expressivos níveis de precipitação em razão do efeito orográfico que o obstáculo topográfico exerce sobre a depressão periférica circunjacente. Desta forma, a realização do balanço hídrico possui relevância para justificar a dispersão fitogeográfica de um enclave de mata úmida nos níveis de cimeira do planalto, configurando-se na formação de um brejo de altitude face ao contexto geobotânico dos sertões semiáridos circunjacentes recobertos pelo Bioma Caatinga.

Assim, o presente trabalho se propõe a fazer uma análise comparativa entre os aspectos hidroclimáticos do Planalto da Ibiapaba e sua depressão periférica circunjacente mediante ao cálculo estimado pelo balanço hídrico, tendo como estudo de caso os municípios de Tianguá e Uajara.

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

Os municípios de Tianguá e Ubajara estão localizados no setor noroeste do Estado Ceará integrando a porção setentrional do Planalto da Ibiapaba. Por consequência, se somadas à dimensão real dos dois municípios em epigrafe, a área equivalente chega a 1329, 93

km². O território se limita ao norte com Moraújo, Granja e Viçosa do Ceará, ao sul com Ibiapina e Mucambo, a leste com Moraújo, Frecheirinha, Coreau e Mucambo e a oeste com o Estado do Piauí (IPECE, 2014). Como ilustra o mapa abaixo:

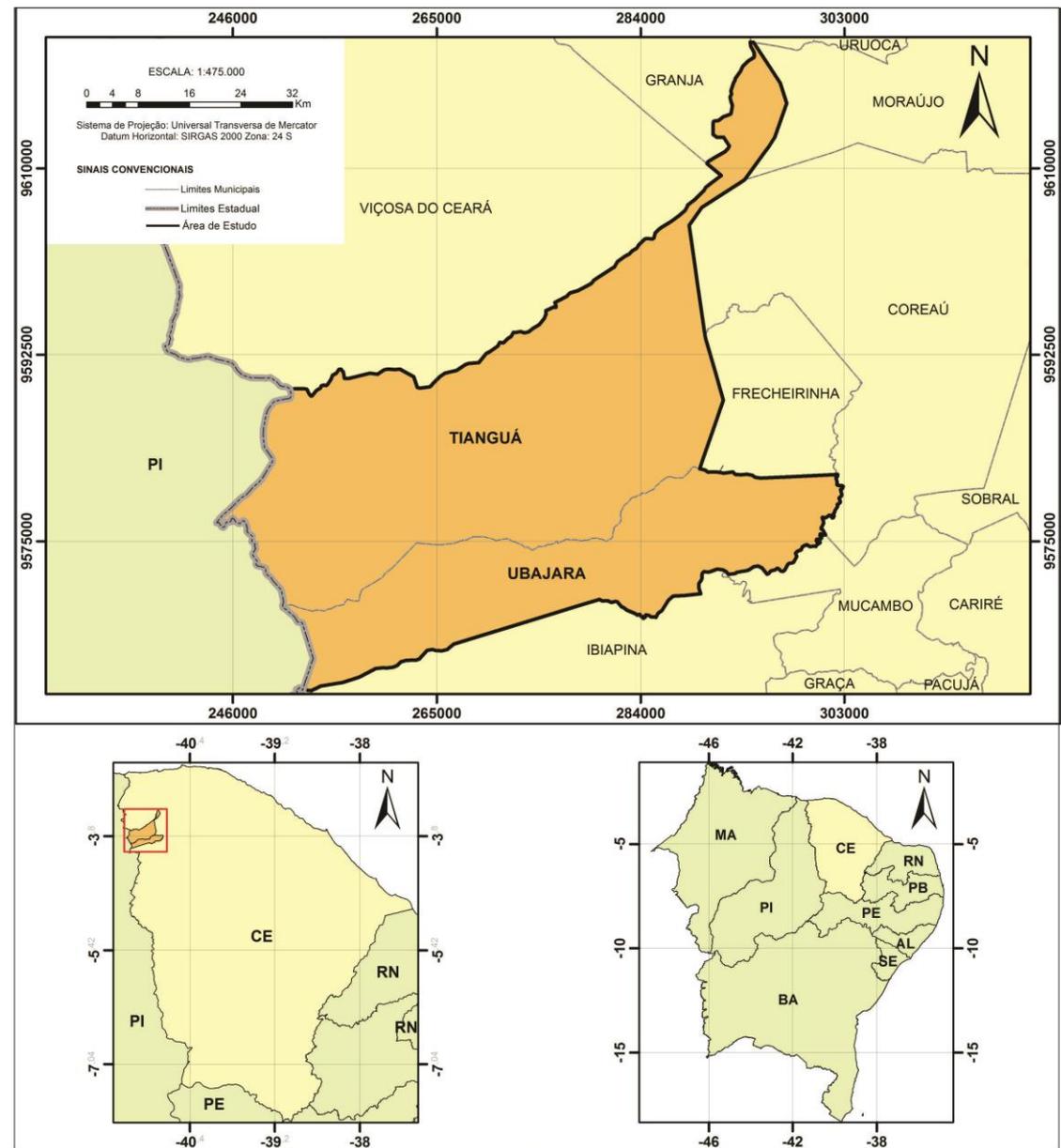


Figura 01 - Localização da área de estudo. Fonte: IPECE (2014).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do balanço hídrico do Planalto da Ibiapaba, foram utilizados os dados do posto pluviométrico da FUNCEME (Fundação

Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) localizado no município de Tianguá. Os dados referentes ao município de Ubajara se mostraram incompletos no que tange a série histórica, sendo

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

adotado como critério a não realização do seu balanço hídrico, visto que localização do posto de Tianguá se insere no mesmo contexto hidroclimático do platô úmido num perfil norte-sul à Ubajara.

Além disso, foi realizado o balanço hídrico do posto pluviométrico da FUNCEME localizado no município de Frecheirinha para uma análise comparativa entre as condições hidroclimáticas da depressão periférica e os níveis de cimeira do Planalto da Ibiapaba. A escolha do município de Frecheirinha se justifica pela ausência de postos pluviométricos na depressão periférica dos municípios de Tianguá e Ubajara, à medida que o mesmo, localiza-se em posição subsequente a ruptura de declive da cuesta.

A escolha do ano padrão se baseou na proposta metodológica de Monteiro (1976), através do cálculo do coeficiente de variação anual (Cv) obtido em porcentagem a partir dos resultados da média pluviométrica da série histórica (\bar{X}), totais pluviométricos anuais (P) e desvio padrão (Dp). Desta forma, o procedimento foi realizado no software Excel versão 2010, a partir do cálculo das seguintes variáveis em análise descritas no esquema abaixo:

A equação 1 permite mensurar o desvio padrão da precipitação:

$$Dp = P - \bar{X} \quad (1)$$

Dp= Desvio Padrão

P= Totais Pluviométricos Anuais

\bar{X} = Média Pluviométrica

Após o cálculo do desvio padrão, a equação 2, permite calcular em porcentagem o coeficiente de variação anual dos índices de chuvas:

$$Cv = Dp \cdot 100 / \bar{X} \quad (2)$$

Cv= Coeficiente de Variação Anual

Dp= Desvio Padrão

\bar{X} = Média Pluviométrica

Assim, a metodologia de Monteiro (1976) permitiu classificar os anos da série histórica dos postos pluviométricos em: normal; tendente a seco; seco; tendente a chuvoso e chuvoso. Conforme ilustra o quadro abaixo:

Quadro 01 - Critérios para cálculo do ano padrão : Fonte: Monteiro (1976).

METODOLOGIA DE MONTEIRO (1976)	
Ano Padrão (Comportamento Hidroclimático)	Anomalias do Cv
Ano seco	$-30 \geq Cv$
Tendente a seco	$-30 < Cv < -15$
Ano normal	$-15 \leq Cv \leq 15$
Tendente a chuvoso	$15 < Cv < 30$
Ano chuvoso	$30 \leq Cv$

A presente pesquisa utilizou como parâmetro de análise, a escolha do ano de 2007 para o município de Tianguá, considerado normal no intervalo dos anos 1974-2013. Para o

município de Frecheirinha, a série histórica se mostrou incompleta no que tange a disponibilidade dos dados, tendo sido adotado como critério a inserção do ano de 1984 numa

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

estimativa que segue a sequência dos anos de 1984, 1987-2013. Assim, o ano de 2011 foi escolhido como ano padrão, dado ao comportamento hidroclimático normal na série histórica.

Camargo & Camargo (2000), estabeleceram critérios aos estudos de balanço hídrico, definindo a evapotranspiração potencial como o processo de perda de água para atmosfera sem restrição hídrica para atender as necessidades de evaporação do solo e de transpiração das plantas. Enquanto a evapotranspiração real se constitui na perda de água de uma superfície natural em qualquer condição de umidade e de cobertura vegetal. Nesse aspecto, a referida análise realizou o balanço hídrico dos municípios de Tianguá e Frecheirinha para mensurar a entrada e saída de água da atmosfera para o solo dentro dos padrões habituais. Assim, com base na organização dos dados de precipitação numa

série de 39 anos para Tianguá e 28 anos para Frecheirinha, foi possível estimar a média pluviométrica (\bar{X}), de 1259,645 mm e de 958,358621 mm, respectivamente. Além dos valores de excedente (EXC) e déficit hídrico (DEF), bem como, as taxas de evapotranspiração potencial (EP) e real (ER) para avaliação do comportamento da dinâmica hidroclimática do Planalto da Ibiapaba e sua depressão periférica circunjacente.

Os quadros 1 e 2 comprovam a tabulação dos dados no gabinete:

Quadro 02 - Série histórica e cálculo do ano padrão conforme Monteiro (1976) - Posto Pluviométrico de Tianguá. Fonte: FUNCEME (2014).

Ano	P	Dp	Cv	Ano Padrão
1974	2069,8	810,155	64,31614	Chuvoso
1975	1307,1	47,455	3,767331	Normal
1976	981,4	-278,245	-22,0892	Tend Seco
1977	1159,8	-99,845	-7,92644	Normal
1978	1149,9	-109,745	-8,71238	Normal
1979	811,4	-448,245	-35,585	Seco
1980	896,9	-362,745	-28,7974	Tend Seco
1981	896,8	-362,845	-28,8053	Tend Seco
1982	935,2	-324,445	-25,7569	Tend Seco
1983	469,5	-790,145	-62,7276	Seco
1984	1398,2	138,555	10,99953	Normal
1985	2409,3	1149,655	91,26817	Chuvoso
1986	1654,8	395,155	31,37035	Chuvoso
1987	883,3	-376,345	-29,8771	Tend Seco
1988	1651,5	391,855	31,10837	Chuvoso
1989	1686,6	426,955	33,89487	Chuvoso
1990	1029,7	-229,945	-18,2547	Tend Seco
1991	1051,2	-208,445	-16,5479	Tend Seco
1992	1246,8	-12,845	-1,01973	Normal
1993	789	-470,645	-37,3633	Seco
1994	1605,6	345,955	27,46448	Tend Chuv
1995	1852,8	593,155	47,08906	Chuvoso
1996	1541,4	281,755	22,36781	Tend Chuvoso
1997	918	-341,645	-27,1223	Tend Seco
1998	782,6	-477,045	-37,8714	Seco

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

1999	1520,4	260,755	20,70067	Tend Chuvoso
2000	1685,8	426,155	33,83136	Chuvoso
2001	996	-263,645	-20,9301	Tend Chuvoso
2002	1368,7	109,055	8,657598	Normal
2003	1277,9	18,255	1,449218	Normal
2004	1543	283,355	22,49483	Tend Chuvoso
2005	903,5	-356,145	-28,2734	Tend Seco
2006	1051,3	-208,345	-16,54	Tend Seco
2007	1301,1	41,455	3,291007	Normal
2008	1683	423,355	33,60907	Chuvoso
2009	2044,5	784,855	62,30763	Chuvoso
2010	932,5	-327,145	-25,9712	Tend Seco
2011	1411,1	151,455	12,02363	Normal
2012	700,2	-559,445	-44,4129	Seco
2013	788,2	-471,445	-37,4268	Seco

Quadro 03 - Série histórica e cálculo do ano padrão conforme Monteiro (1976) - Posto Pluviométrico de Frecheirinha. Fonte: FUNCEME (2014)..

Ano	P	Dp	Cv	Ano Padrão
1984	1373,2	414,841379	43,2866539	Chuvoso
1987	942,3	-16,058621	-1,67563794	Normal
1988	1440,8	482,441379	50,3403808	Chuvoso
1989	1557,1	598,741379	62,4757128	Chuvoso
1990	922,2	-36,158621	-3,77297391	Normal
1991	873,5	-84,858621	-8,85457895	Normal
1992	479,6	-478,75862	-49,9561031	Seco
1993	581,6	-376,75862	-39,3129057	Seco
1994	1113,6	155,241379	16,198673	Tend Chu
1995	1072	113,641379	11,857918	Normal
1996	1113,1	154,741379	16,1465005	Tend Chu
1997	641,5	-316,85862	-33,0626358	Seco
1998	728	-230,35862	-24,036787	Tend Seco
1999	875	-83,358621	-8,69806134	Normal
2000	1242	283,641379	29,5965804	Tend Chu
2001	858	-100,35862	-10,4719276	Normal
2002	868	-90,358621	-9,42847685	Normal
2003	1119	160,641379	16,7621364	Tend Chu
2004	1057	98,6413793	10,2927419	Normal
2005	794	-164,35862	-17,1500122	Tend Seco
2006	819	-139,35862	-14,5413854	Normal
2007	777	-181,35862	-18,9238785	Tend Seco
2008	1135,5	177,141379	18,4838301	Tend Chu
2009	1765,4	807,041379	84,2107914	Chuvoso
2010	730	-228,35862	-23,8280969	Tend Seco
2011	1042	83,6413793	8,72756581	Normal
2012	462	-496,358621	-51,7925764	Seco
2013	687	-271,358621	-28,314935	Tend Seco

O critério de escolha do ano de 2007 como ano padrão para Tianguá se justifica por ser o mais recente da série histórica que possui comportamento dentro da normalidade,

apresentando (Cv) de 3,291007. O ano de 2011 está enquadrado na categoria normal, todavia o (Cv) possui uma variação de 12,02363 com valor acima do ano padrão escolhido para referida

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

análise. O mesmo critério foi aplicado ao município de Frecheirinha com a escolha do ano de 2011 como ano padrão. O (Cv) possui uma variação de 8,72756581, apresentando comportamento dentro da normalidade.

A temperatura foi estimada no software CELINA a partir da inserção das coordenadas geográficas e altitude de cada posto pluviométrico. A capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) foi estimada no programa HIDROCEL com base na metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), considerando as condições texturais das diferentes classes de solos.

Desse modo, o balanço hídrico foi realizado através da inserção desses dados com os valores do cálculo do ano padrão na planilha DCE-ESALQ/USP, estimado no Programa EXEL, conforme Rolim et. al. (1998). Os gráficos foram gerados automaticamente cujas variáveis calculadas foram: (P) precipitação; (ETP) evapotranspiração potencial; (ETR) evapotranspiração real e capacidade de armazenamento de água no solo (CAD).

Além disso, foi confeccionado um mapa planialtimétrico, para análise qualitativa da evolução geomorfológica do Planalto da Ibiapaba como herança da dinâmica geoambiental do Quaternário. A representação cartográfica destacou a disposição do relevo regional através da elaboração de um perfil topográfico para mensurar a ruptura de declive com a depressão periférica.

Na elaboração do mapa planialtimétrico, foi utilizada uma imagem SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION), com resolução espacial de 90 metros, folha SA-24-Y-C, na escala de 1:250.000, disponibilizada pela EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Para o processamento desta imagem foi utilizado o software SPRING 5.2.6. Em seguida, foi utilizado o SIG QUANTUN GIS 1.8 para realização do mapeamento na escala de 1:320.000 e geração das isoipsas com perfil topográfico.

O Trabalho de campo foi imprescindível para o reconhecimento da realidade terrestre.

Nesta etapa foi utilizado o GPS GARMIN E TEX 10, com apoio da Carta Imagem do satélite LANDSAT 8, possibilitando o acesso até os pontos estratégicos, que se remetem ao traçado do perfil topográfico nos municípios de Tianguá e Ubajara. Assim, os dados foram tabulados no gabinete para guiar a correção do mapeamento temático. Tais informações foram validadas a partir da análise de imagens SRTM com resolução de 90 m.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Planalto da Ibiapaba representa a borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba através de um escarpamento abrupto e festonado no contato com a depressão sertaneja e um caimento topográfico suave que coaduna para o eixo central da sinéclise, se configurando num relevo cuestiforme.

Verifica-se no Planalto da Ibiapaba a ocorrência de totais pluviométricos que superam a média geral do Estado do Ceará. A disposição do relevo frente ao deslocamento dos ventos úmidos, provenientes do Oceano Atlântico, favorece a ocorrência de chuvas orográficas no platô úmido da “cuesta” potencializando a existência de um enclave de mata úmida em meio ao semiárido. “A pedogênese favoreceu a formação de Latossolos Vermelhos-Amarelos revestidos primariamente pela mata plúvio-nebular” (SOUZA, 1988).

Esta classe tem os arenitos da Formação Serra Grande como principais materiais de origem, prevalecendo nas topografias planas dos níveis de cimeira do planalto. Caracterizam-se por solos profundos dotados de fertilidade natural baixa com forte susceptibilidade a lixiviação em função das condições texturais e drenagem excessiva. Não obstante, os Argissolos Vermelhos-Amarelos se posicionam na depressão periférica circunjacente e nas feições aguçadas da frente escarpada da cuesta, derivando de rochas do embasamento cristalino. Apresentam-se moderadamente profundos e fertilidade natural de média a alta com sequencia de horizontes A, Bt e C (SOUZA & OLIVEIRA, 2006).

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

Destarte, o enclave de mata úmida do Planalto da Ibiapaba é representado por uma exuberante e expressiva floresta perenifólia abrangendo uma estreita faixa de terras que

contrasta para oeste com o reverso seco e para leste com a depressão sertaneja. Conforme ilustra a figura abaixo:.

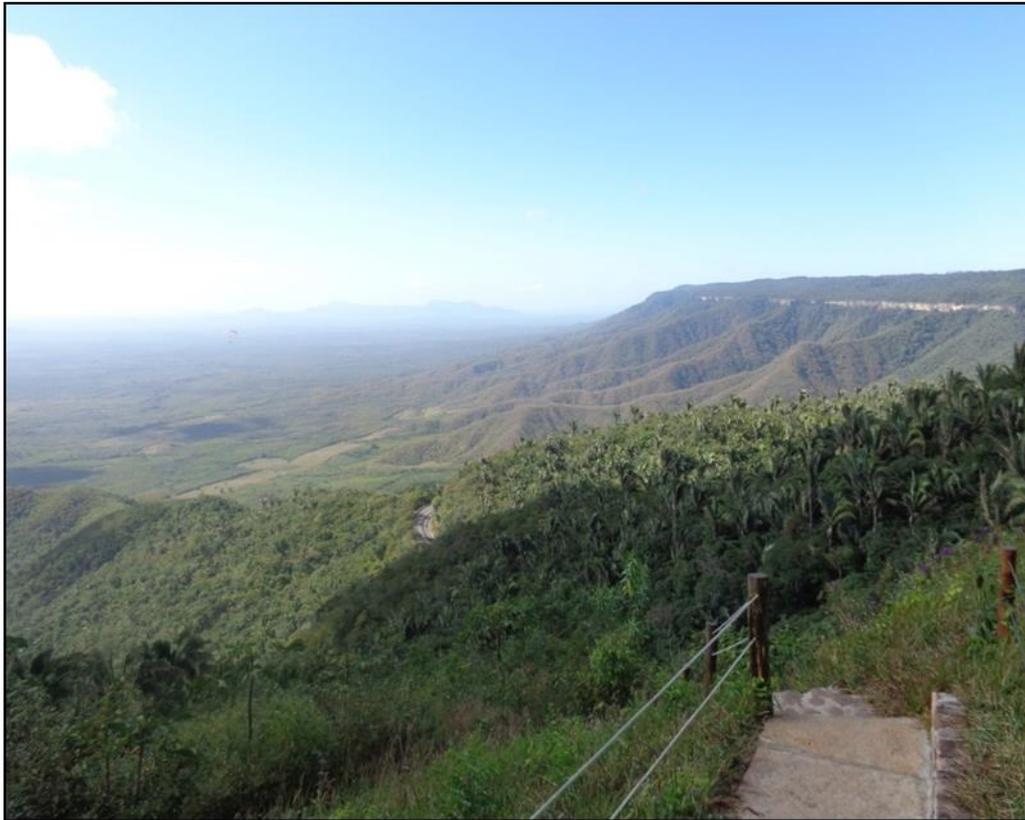


Figura 02 - Enclave de mata úmida do Planalto da Ibiapaba em contato com o Bioma Caatinga na área da Depressão Periférica circunjacente. Fonte: Santos (2015).

Esse enclave de mata úmida configura uma formação de altitude que pelo grau de similaridade vegetacional e florística, representa remanescentes da mata pluvial driática (Mata Atlântica ou Floresta Serrano Oriental), válidas como disjunções florestais em meio às caatingas circunjacentes. Tais disjunções ocorrem devido à existência local de fatores de exceção de origem climática, topográfica, hidrológica ou mesmo litológica, ligados a processos paleontológicos. Por certo, testemunham uma maior ocupação das florestas atlânticas no interior do continente, as quais no período úmido recobriu de modo

contínuo, grande parte do espaço que ainda hoje os mantêm encravados (FERNANDES, 2006).

Sob esse aspecto, o período Quaternário corresponde às mudanças ambientais que ocorreram nos últimos 2 milhões de anos da era Cenozóica, subdividido no intervalo de 10.000 a 12.000 anos AP entre o Pleistoceno e o Holoceno. Nesse contexto, o Quaternário foi marcado por sucessivas fases glaciais e interglaciais que condicionaram a evolução das paisagens de todo o planeta. Assim, a intensidade das variações climáticas produziram efeitos nas taxas de intemperismo e pedogênese, nos regimes fluviais e nível dos oceanos, implicando na distribuição

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

ecológica dos seres vivos, forçados a migrações e adaptações às condições mutáveis (MOURA, 1998).

Ab' Saber (1969), expõe a influência dos processos morfoclimáticos do Quaternário sobre a evolução dos compartimentos de relevo em singularidade com a distribuição dos domínios fitogeográficos do Brasil. Durante a fase tropical úmida, a distribuição areolar da Mata Atlântica assumiu contornos expressivos nas paisagens intertropicais, denunciando uma fase extensiva de dissecação das vertentes e espessamento dos mantos de intemperismo com o conseqüente desenvolvimento dos mosaicos de solos. A fase de semiaridez agressiva contribuiu para a atuação da morfogênese mecânica sobre o relevo, esboçando a configuração das amplas rampas de pedimentação concomitante à retração das florestas tropicais para os refúgios ecológicos, à medida que as caatingas ralas expandiam-se pelas depressões intermontanas favorecendo a remoção dos solos desprotegidos face aos efeitos das chuvas torrenciais.

Neste véis, o mecanismo evolutivo do Planalto da Ibiapaba expõe as influências das mudanças ambientais que ocorreram ao longo da história geocológica do Quaternário. Esquemáticamente, ora pelo predomínio da morfogênese química através da superimposição da rede hidrográfica pela dissecação e abertura prévia dos vales, ora pela atuação da

morfogênese mecânica através da ação simultânea do recuo paralelo da escarpa com a exumação do embasamento cristalino na área da depressão periférica.

Esse processo consubstancia na formação de patamares de erosão deprimidos e periféricos de arranjos circulares ou semicirculares na borda de bacias sedimentares. Desse modo, se constata no Planalto da Ibiapaba, a ocorrência do mais sugestivo exemplo de áreas de eversão do relevo brasileiro cuja ruptura topográfica entre o pediplano sertanejo e a superfície de cimeira do planalto está acima de 700 m (AB' SABER, 1949).

Sob esse aspecto, o mapa planialtimétrico expõe a correlação das variáveis morfoestruturais e morfoesculturais no condicionamento da feição cuestiforme ao longo do recorte municipal de Tianguá e Ubajara. Ademais, o esquema representa a ruptura topográfica entre depressão periférica e a frente escarpada da cuesta através do perfil dos níveis de erosão em isoípsas de 100 m. O modelo salienta a disposição do relevo numa altitude acima de 700 m, configurando um importante dispersor de drenagem da bacia hidrográfica do rio Coreaú, a partir da ressurgência de nascentes que assumem orientação obsequente, propiciando o ataque da erosão remontante no contexto morfogenético da vertente oriental do planalto. Como ilustra abaixo a figura 3:

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

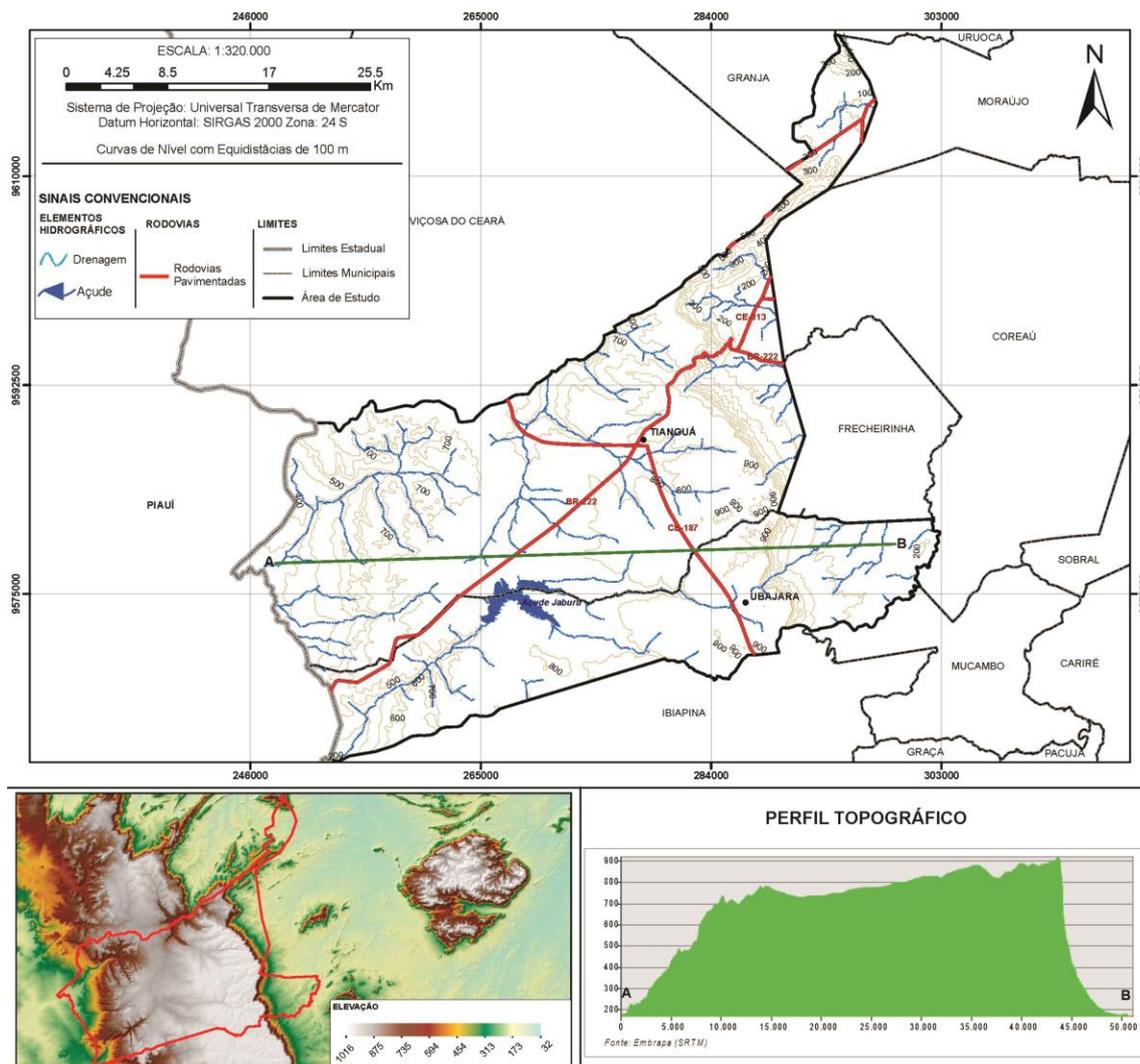


Figura 03 - Mapa Planialtimétrico dos Municípios de Tianguá e Ubajara. Fonte: EMBRAPA (2014).

Nesse aspecto, o traçado das isoípsas sobre a escarpa da cuesta traduz a dissecação do relevo pela drenagem obsequente em oposição ao controle da morfoestrutura, demandando coletores por captura fluvial até a área da depressão periférica, à medida que os rios seccionam a abertura dos vales no sentido inverso ao mergulho estratigráfico das camadas sedimentares. Desta forma, as condições de drenagem superficial das superfícies sertanejas circunjacentes, estão estreitamente vinculadas aos aspectos da dinâmica hidroclimática do Planalto da Ibiapaba, demonstrando sua importância como principal centro de origem dos rios que entalham o noroeste cearense.

Nos enclaves úmidos, o modo como os componentes mantêm suas relações de reciprocidade são muito características e o relevo tem sempre um papel decisivo através da altimetria ou da exposição. Por consequência, a combinação entre as condições geomorfológicas e hidroclimáticas, impõem uma resposta representativa da circulação atmosférica em caráter regional, justificando a ocorrência de um mesoclima de altitude. Assim, o balanço hídrico apresenta características de excedente hídrico durante uma parte significativa do ano num período de pelo menos quatro meses (SOUZA & OLIVEIRA, 2006).

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

A par dessas questões, os gráficos 1, 2, 3 e 4 expressam o balanço hídrico do posto pluviométrico do município de Tianguá para

validação da existência de um enclave úmido em meio ao contexto do semiárido cearense:

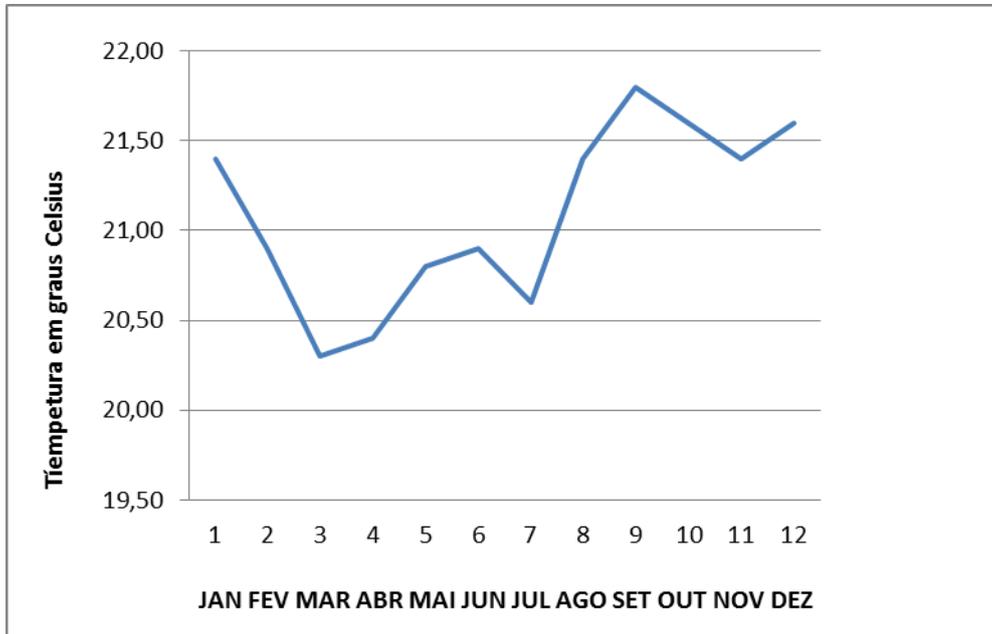


Gráfico 01 - Temperatura de Tianguá do ano de 2007 estimada no CELINA. Fonte: FUNCEME (2014).

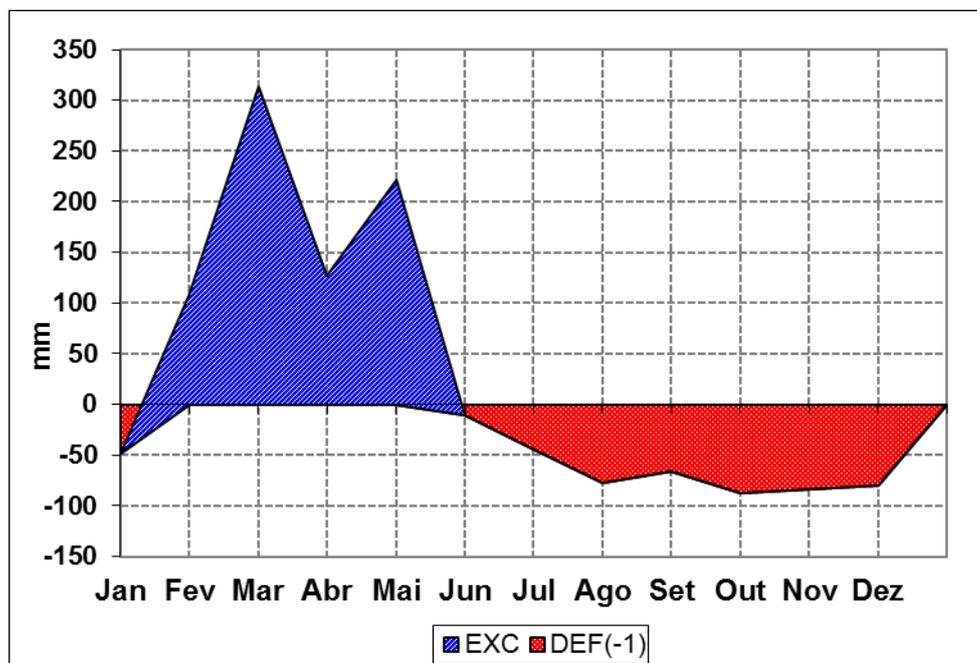


Gráfico 02 - Taxas de Excedente e Déficit Hídrico em Tianguá no ano de 2007. Fonte: FUNCEME (2014).

DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ

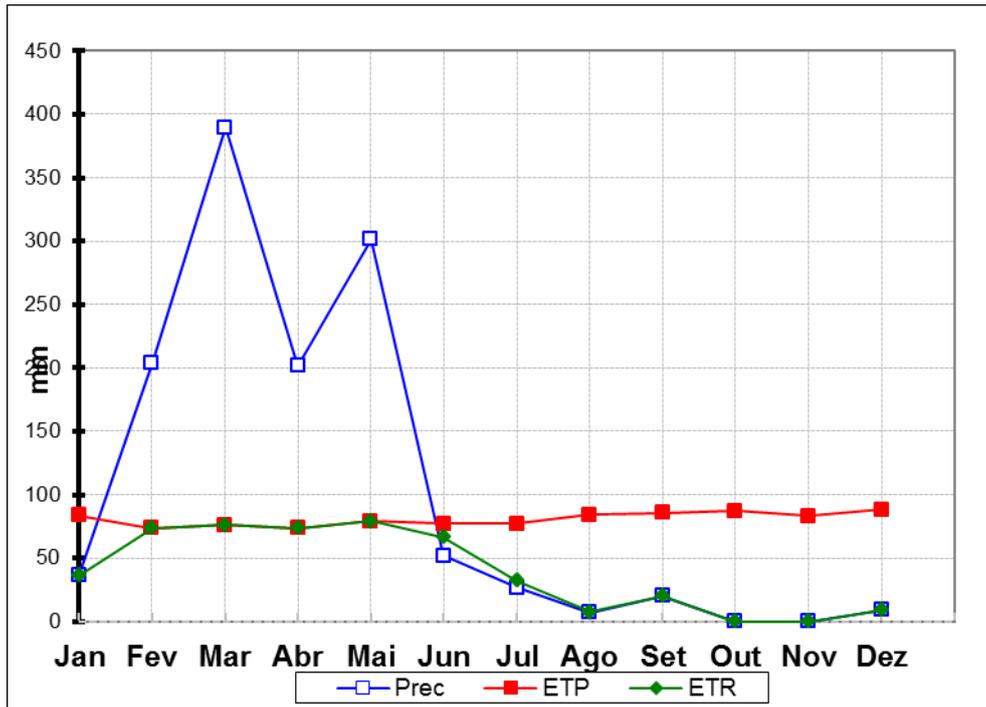


Gráfico 03 - Balanço Hídrico de Tianguá no ano de 2007. Fonte: FUNCEME (2014).

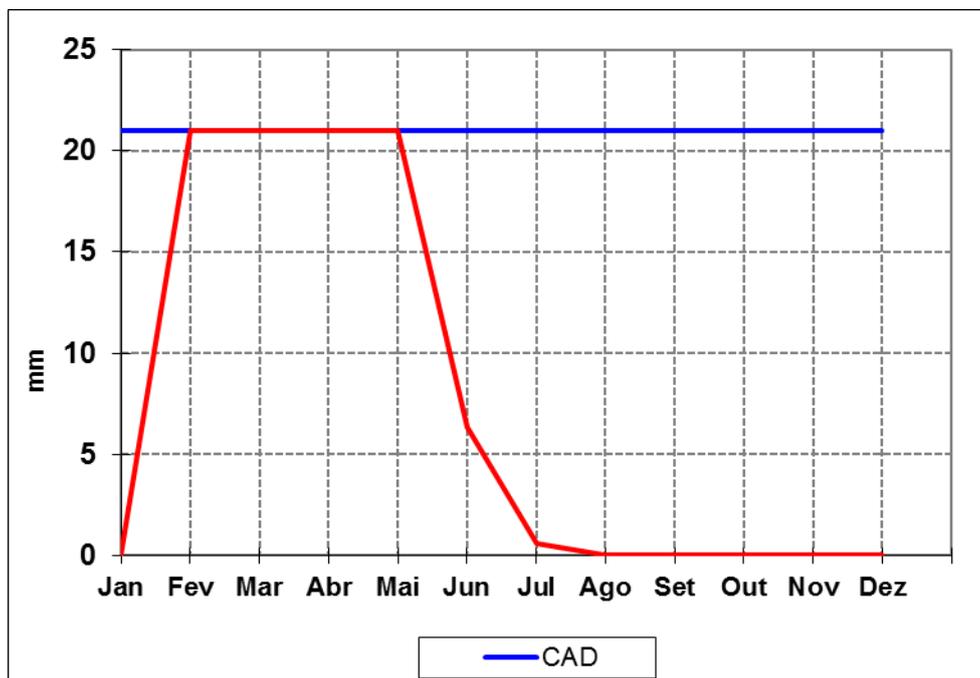


Gráfico 04 - Capacidade de Armazenamento de Água no Solo em Tianguá conforme Thornthwaite & Mather (1955). Fonte: FUNCEME (2014).

O gráfico 1 demonstra a influência da altitude sobre a temperatura mesmo com os acentuados níveis de insolação do Nordeste

semiárido com valor de amplitude térmica anual que não ultrapassa 2 Cº. Contudo, há um

DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ

pequeno aumento da temperatura no mês de setembro não excedendo os 22 Cº.

De acordo com os dados do gráfico 2 e 3, o excedente hídrico ocorre entre os meses de fevereiro a maio, registrando níveis mais elevados durante trimestre março-abril-maio coincidente ao período da quadra chuvosa. Esse fato se justifica, pela atuação da ZCIT na distribuição das chuvas, com efeito orográfico sobre o Planalto da Ibiapaba. Desta forma, o

déficit hídrico predomina no restante do ano, demonstrando a influência da ecozona semiárida, até mesmo nos enclaves úmidos, onde os totais pluviométricos superam o contexto das depressões sertanejas inseridas no Nordeste seco.

A figura abaixo ilustra a atuação da ZCIT sobre o estado do Ceará no período de excedente hídrico correspondente aos meses de março e abril:

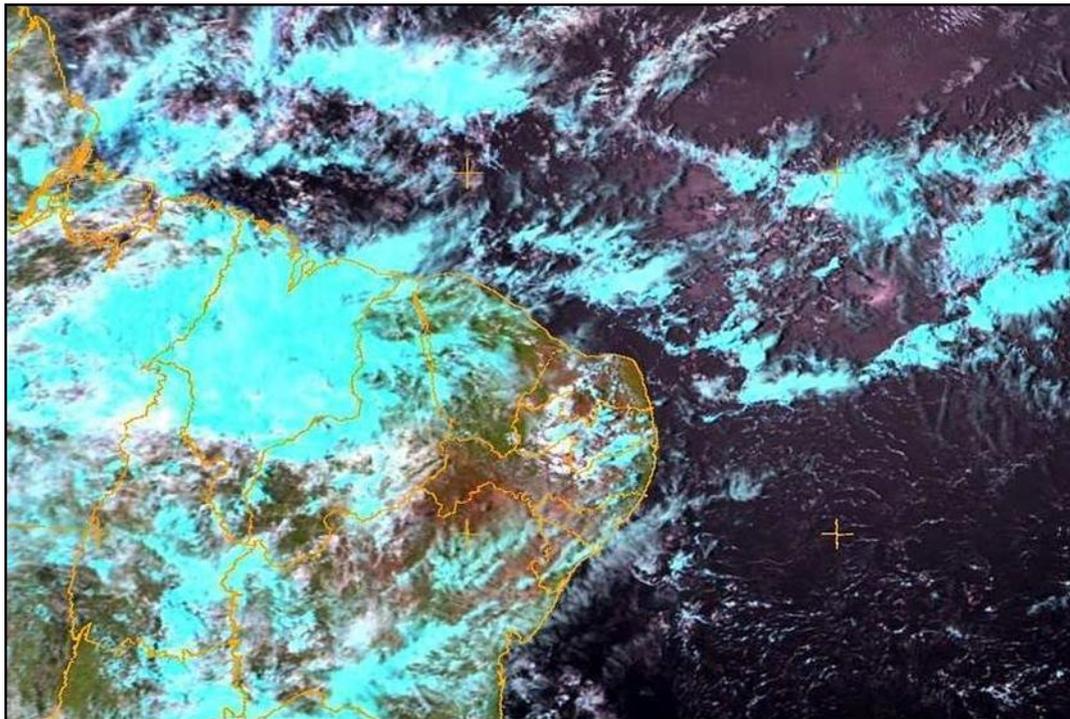


Figura 04. Quadra chuvosa no Ceará em decorrência da ZCIT. Fonte: FUNCEME (2015).

Assim, no posto pluviométrico de Tianguá, o total das precipitações de 2007 se contabiliza em 1301,1 mm. O mês de março apresenta o pico de precipitação do ano com valor de 389,60 mm. A evapotranspiração potencial se mantém estável ao longo do ano, superando os totais pluviométricos a partir do mês de junho. Corresponde a estimativa do quanto poderia evaporar se o nível de precipitação mantivesse a regularidade. A evapotranspiração real acompanha a evapotranspiração potencial no período de excedente hídrico, se igualando com os totais pluviométricos do mês de agosto em diante.

Vale salientar, que o cálculo do (CAD) corresponde a uma estimativa variável em função das características de textura presentes em cada classe de solo. Neste caso, os Latossolos Vermelhos-Amarelos possuem frações predominantemente franco-arenosas com tendência à forte porosidade a infiltração de água, porém a mesma condição alia-se a evaporação a partir da intensa perda de água do solo para atmosfera, o que diminui sua capacidade de armazenamento, ainda que num contexto hidroclimático úmido.

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

A figura abaixo expõe um típico perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo na divisa dos municípios de Tianguá e Ubajara:.



Figura 05. Perfil de Latossolo Vermelho Amarelo entre os limites municipais de Tianguá e Ubajara.

Fonte: Santos (2014).

Conforme o gráfico 4, a capacidade de armazenamento de água sobre os Latossolos Vermelhos-Amarelos atinge o limite de 22 mm, durante o trimestre fevereiro-março-abril, ficando abaixo do ponto de saturação do mês de maio em diante, quando gradativamente ocorre a perda de água do solo para atmosfera. Esse processo se configura como responsável pelo

condicionamento do período de déficit hídrico a partir do mês de junho.

O balanço hídrico do município de Frecheirinha conduz a uma análise comparativa do comportamento hidroclimático da depressão periférica em relação aos resultados obtidos pelo posto pluviométrico de Tianguá. Deste modo, os gráficos 5, 6, 7 e 8 traduzem a estimativa da dinâmica hidroclimática:.

DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ

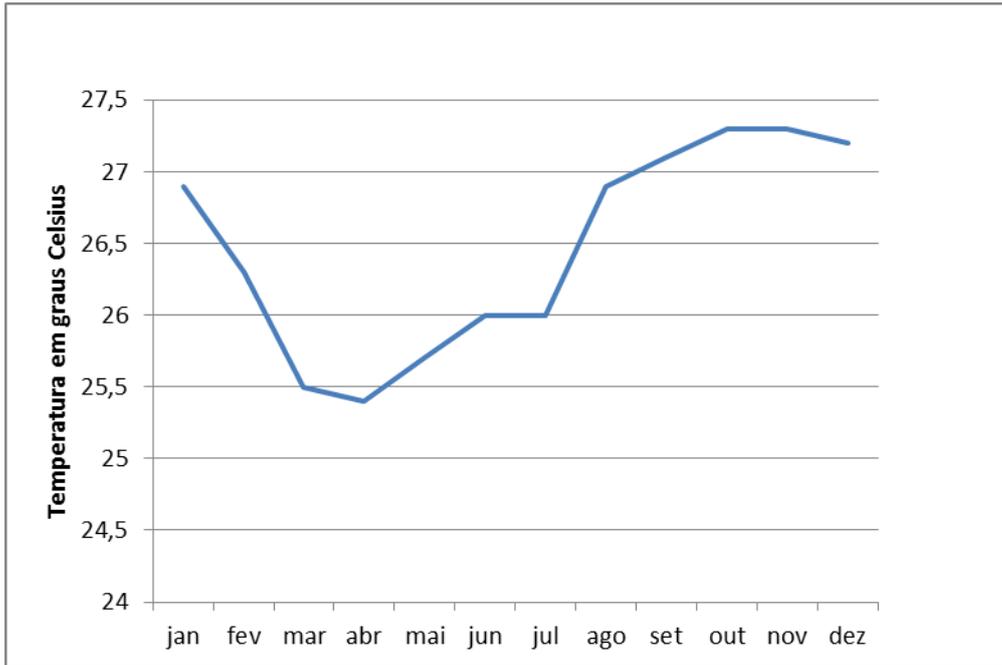


Gráfico 05. Temperatura de Frecheirinha no ano de 2011 estimada pelo CELINA. Fonte: FUNCEME (2014).

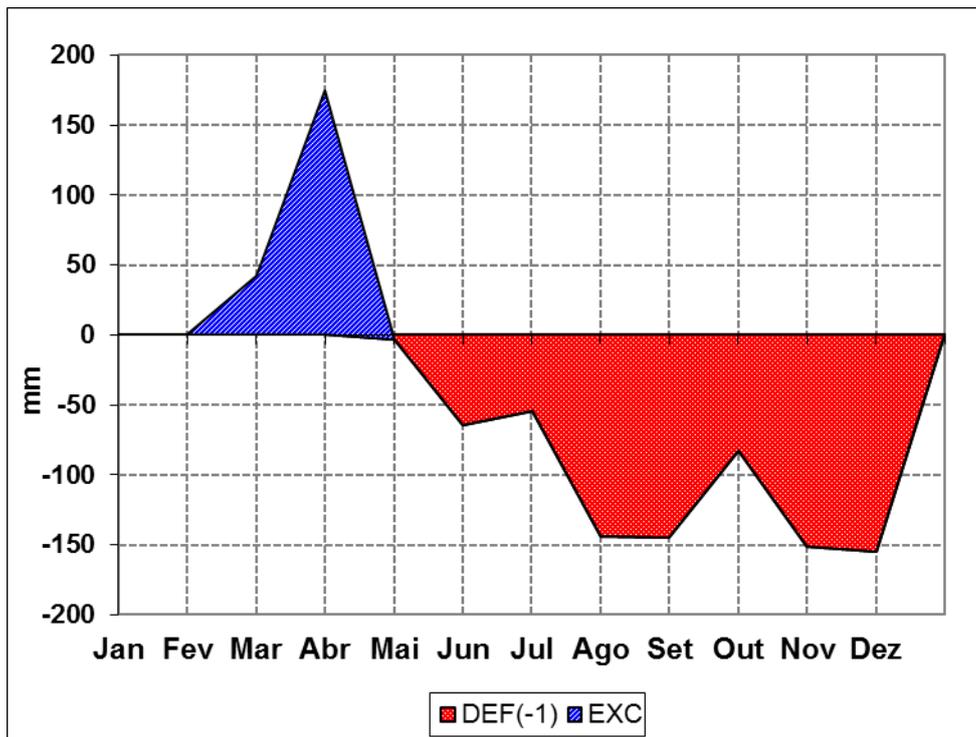


Gráfico 06. Excedente e Déficit Hídrico em Frecheirinha no ano de 2011. Fonte: FUNCEME (2014).

DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ

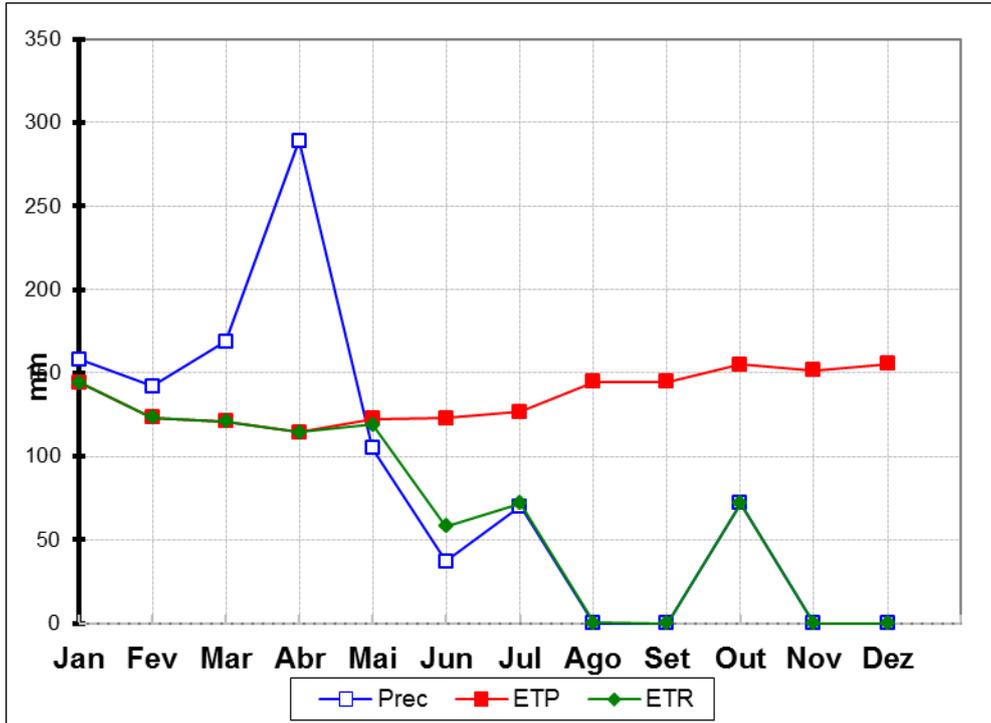


Gráfico 07. Balanço Hídrico de Frecheirinha no ano de 2011. Fonte: FUNCEME (2014).

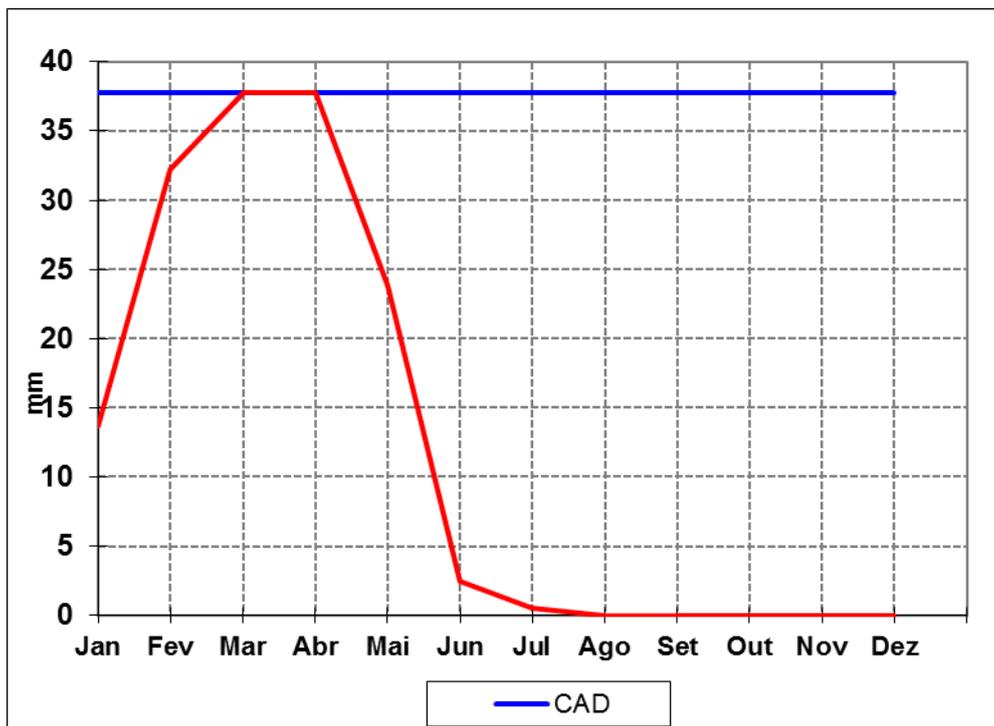


Gráfico 08. Capacidade de Armazenamento de Água no Solo em Frecheirinha conforme Thornthwaite & Mather (1955). Fonte: FUNCEME (2014).

DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ

Os dados do gráfico 5 demonstram os efeitos da significativa redução da altitude em relação aos níveis de cimeira do planalto, com temperaturas máximas que superam os 27Cº no quadrimestre de setembro-outubro-novembro-dezembro. A amplitude térmica anual não ultrapassa 2Cº em semelhança ao município de Tianguá.

Conforme o gráfico 6 e 7, o excedente hídrico ocorre entre o intervalo dos meses de março-abril, registrando níveis mais elevados durante o mês de abril quando o pico de precipitação chega a 289 mm. A evapotranspiração real acompanha a evapotranspiração potencial até o mês de maio. Essas condições expõem a ocorrência de totais pluviométricos inferiores ao enclave úmido do Planalto da Ibiapaba.

O total pluviométrico do ano de 2011 se contabiliza com 1042 mm, sendo 458 mm em regime concentrado entre o bimestre de março-abril, quando a ZCIT está em plena atuação no Estado do Ceará. A evapotranspiração potencial se mantém abaixo dos totais pluviométricos desde o período de excedente hídrico até o advento da estiagem. Contudo, do mês de maio em diante, os totais pluviométricos são superados pela evapotranspiração potencial se igualando com evapotranspiração real a partir do mês de julho, o que justifica a manutenção do déficit hídrico no segundo semestre do ano.

A capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) atinge entre os meses de março e abril valores de 37,80 mm, ficando abaixo do ponto de saturação durante maior parte do ano. Neste caso, as características de textura franco-argilosa dos Argissolos Vermelho-Amarelos, favorecem maiores índices de retenção de água do que os Latossolos Vermelho-Amarelos. Contudo, a predominância do déficit hídrico durante o ano, contribui para a não permanência da água infiltrada durante o período da quadra chuvosa.

A esse respeito, esta classe prepondera na área da depressão periférica revestidos pela caatinga arbórea. Tal fato é justificado pela condição de maior desenvolvimento

pedogenético e de fertilidade natural dos Argissolos Vermelho-Amarelos em relação ao contexto do morfopedológico das depressões sertanejas. Neste caso, a influência orográfica do Planalto da Ibiapaba conduz a moderação da semiaridez a favor da dispersão fitogeográfica da caatinga com aspecto florístico hipoxerófilo.

Em contrapartida, no enclave úmido do Planalto da Ibiapaba, o arranjo fitogeográfico testemunha as variações climáticas do Quaternário frente à existência de refúgios ecológicos da Mata Atlântica em meio ao ambiente semiárido. Esse fato justifica o estágio avançado de desenvolvimento dos solos em equilíbrio com o recobrimento extensivo do manto florestal.

Nas condições atuais, a mata úmida ocupa os níveis de cimeira do planalto a partir da retração fitogeográfica das espécies para os setores onde a disponibilidade hídrica ainda se mantém próxima das que deram origem a esse contexto geobotânico. Tais condições esboçam a existência de um verdadeiro brejo de altitude no contexto morfoclimático das caatingas semiáridas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados traduzem com base no cálculo estimado pelo balanço hídrico, a configuração de um brejo de altitude no Planalto da Ibiapaba pelo condicionamento e disposição do relevo no contexto do ambiente semiárido. Assim, o total de precipitações no posto pluviométrico de Tianguá supera substancialmente os valores obtidos pelo município de Frecheirinha, contribuindo para dispersão de domínios fitogeográficos distintos em conformidade com o mecanismo evolutivo de cada dinâmica ambiental.

O período de deficit hídrico nos níveis de cimeira do planalto apresenta uma menor duração em relação à depressão periférica circunjacente. O pico de excedente hídrico ocorre no mês de março com valores acima de 300 mm. Por consequência, há o prolongamento da quadra chuvosa se materializando na área

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

durante o quadrimestre fevereiro-março-abril-maio. Esse fato contribui para ocorrência de maiores índices pluviométricos que se expressam na referida análise com valores de 1301,1 mm para o ano considerado padrão.

Por outro lado, na depressão periférica o mês de abril corresponde ao principal período de excedente hídrico com valores de 174,67 mm. Por consequência, há uma expressiva extensão de 8 meses do período de déficit hídrico. Tais características expressam a influência climática da ecozona semiárida na constituição da quadra chuvosa em intervalos de curta duração.

Todavia, a influência orográfica do Planalto da Ibiapaba, proporciona melhores condições de disponibilidade hídrica em relação ao contexto de semiaridez vigente na área dos sertões. A média pluviométrica da depressão periférica ultrapassa os 900 mm, se configurando num ambiente que tende para condições subúmidas à medida que se aproxima do rebordo da cuesta.

A distribuição do enclave de mata úmida no Planalto da Ibiapaba está estreitamente vinculada à evolução das classes de solos como reflexo ao jogo de interações dos parâmetros hidroclimáticos na interface com a exposição do relevo numa ruptura topográfica que ultrapassa 700 m. Desse modo, as associações entre Latossolos Vermelhos-Amarelos e os padrões fitogeográficos guardam especificidades no recorte espacial de Tianguá e Ubajara, demonstrando o papel condicionante dos processos morfoclimáticos como fatores de formação do solo em dependência do grau de imposição de um componente sobre o outro no funcionamento da exploração biológica.

Desta forma, os aspectos hidroclimáticos e geomorfológicos se sobressaem como importantes condicionantes que guiam a estruturação das variáveis envolvidas na dinâmica do meio ambiente, ensejando a organização de setores ecológicos individualizados com singularidades e relações de interdependência que compõem o mosaico das unidades de paisagem.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. **Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário.** Geomorfologia (IGEOG-USP), São Paulo, 18, p. 1-23. 1969.

_____. **O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras.** Geomorfologia. São Paulo: USP – Instituto de Geografia. (periódico) n. 20, v. 43, p. 1-37. 1974.

_____. **Regiões de Circundesnudação Pós-Cretácea, no Planalto brasileiro.** Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, p. 1-21. 1949

CAMARGO, A. P. CAMARGO, M. B. P. **Uma Revisão Analítica da Evapotranspiração Potencial.** *Bragantia*. Campinas; 59 (2), 125-137, 2000

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil em Relevo: Monitoramento por Satélite.** Download da SRTM. Brasília: EMBRAPA, 2014. Disponível em: (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>). Acesso em 22 de Março de 2014.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas.** Fortaleza: Realce Editora e Indústria Gráfica, 2006.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. **Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico.** *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, Associação Brasileira de Climatologia, ano 1, p.15-28, 2005.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Base de dados pluviométricos. Fortaleza: FUNCEME, 2014. Disponível em (<http://www.funceme.br>) Acesso em 5 de Fevereiro de 2014.

_____. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Imagens orbitais de sensoriamento remoto. Fortaleza: FUNCEME, 2015. Disponível em (<http://www.funceme.br>) Acesso em 10 de Março de 2015.

**DINÂMICA HIDROCLIMÁTICA DO PLANALTO DA IBIAPABA E SUA DEPRESSÃO PERIFÉRICA
CIRCUNJACENTE: ESTUDO DE CASO NOS MUNICÍPIOS DE TIANGUÁ E UBAJARA-NOROESTE DO CEARÁ**

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

Prudente – São Paulo. V. especial, p 125-142. Associação dos Geógrafos brasileiros, 2014..

Ceará em Mapas: Informações Georrefenciadas e Especializadas do Estado do Ceará (Meio Ambiente). Fortaleza, 2014. Disponível em <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>. Acesso em 25 de abril de 2014.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: IGEOG-USP, 1976.

MOURA, J. R. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A.J.T & CUNHA, S. B (Org.). **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos,** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3ª ed,1998. Capítulo 8, p. 335-364.

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.

SOUZA, M. J. N. **Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará.** In: LIMA, L. C., SOUZA, M. J. N., MORAES, J. O. (Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará.** Fortaleza: Editora FUNECE, 2000. Capítulo 1, p. 6-104.

_____. **Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará.** Revista de Geologia. Fortaleza: (nº 1) Edições Universidade Federal do Ceará, p 73-91, 1988.

_____; OLIVEIRA, V. P. V de. **Os enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do Nordeste brasileiro.** MERCATOR – Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, ano 5, nº 9, p. 85-102. 2006.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955.

ZANELLA, M. E. **Considerações sobre o Clima e os Recursos Hídricos do Semiárido Nordestino.** Caderno Prudentino de Geografia. Presidente