



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Análise Hidroclimático do Município de Cabaceiras, PB

Raimundo Mainar de Medeiros¹, JoséIVALDO Barbosa de Brito², Camilla Kassar Borges³

¹Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: mainarmedeiros@gmail.com; ²Professor UACA, UFCG, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: jibdebrito@yahoo.com.br; ³Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: camillakassar@gmail.com.

Artigo recebido em 29/06/2012 e aceito em 26/08/2012

RESUMO

Para a tomada de decisões voltadas para a preservação dos recursos naturais faz-se necessário levantar a maior quantidade possível de informações hidrológicas, climatológicas, agroclimáticas e agroecológicas. Assim, este estudo constitui uma análise do clima e das disponibilidades dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do município de Cabaceiras, área com o menor índice pluviométrico do Nordeste do Brasil (NEB), apresentando núcleos de desertificação espalhados por todo seu território. A caracterização climática foi realizada através do levantamento dos principais elementos do clima e tempo como: precipitação pluviométrica, vento, umidade relativa do ar, balanço hídrico e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é considerado do tipo As - clima quente; a temperatura média anual é de 24,0°C; a umidade relativa do ar média anual é de 63,8%; a evaporação real total média anual é de 338,4 mm/ano. Seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente que nasce na Serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba, no Açude de Boqueirão (Açude Presidente Epitácio Pessoa). Recebe contribuições de cursos da água como os rios São José dos Cordeiros, Floriano, Soledade e Boa Vista e dos riachos Carneiro, Mucuim e da Serra. As vazões dos poços são bastante modestas, ou seja, inferiores a 3,25 m³/h para rebaixamento do nível da água de 25 metros, com capacidade específica 47 inferior a 0,13 m³/h/m, em média.

Palavras-chave: recursos hídricos, balanço hídrico e climatologia.

Hydroclimatic Analysis of Cabaceiras's City, PB

ABSTRACT

To make decisions aimed at preserving natural resources it is necessary to raise as much information as possible hydrological, climatological, agro-climatic and agro-ecology. This study is an analysis of climate and the availability of surface and underground water resources of the municipality of Cabaceiras, area with the lowest rainfall in Northeast Brazil (NEB), with desertification nuclei scattered throughout their territory. The climatic characterization was performed using the survey of the main elements of weather and climate as rainfall precipitation, wind, relative humidity, water balance and surface and underground water resources. According to Köppen, the climate of the study area is considered the type As - warm climate, the average annual temperature is 24.0 °C, the relative humidity annual average is 63.8%, the total actual annual average evaporation is 338.4 mm / year. Its main river is the Taperoá of intermittent which rises in the Serra do Teixeira and flows into the Paraíba River, dam in Boqueirão (Dam President Pessoa). Receives contributions from the water courses such as rivers São José dos Cordeiros, Floriano, Soledade and Boa Vista and streams Carneiro, Mucuim and Sierra. The flow of the wells are quite modest, ie less than 3.25 m³ / h for lowering the water level of 25 meters, with the specific capacity of less than 0.13 m³/h/m 47 on average.

Keywords: water resources, water balance and climate.

1. Introdução

O clima exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações

entre componentes bióticos e abióticos. O clima de toda e qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano (Soriano, 1997). Em região de clima

* E-mail para correspondência: mainarmedeiros@gmail.com (Medeiros, R. M.).

de áreas próximas contrastantes (de um lado chuvoso do outro semiárido) como o Nordeste do Brasil (NEB), o monitoramento da precipitação, principalmente durante o período chuvoso é muito importante para tomada de decisões que tragam benefício para população. Um bom monitoramento da precipitação pluviométrica é uma ferramenta indispensável na mitigação de secas, enchentes, inundações, alagamentos (Paula et al. 2010). Dentre os elementos do clima de áreas tropicais, a precipitação pluviométrica é o que mais influencia a produtividade agrícola (Ortolani & Camargo, 1987), principalmente nas regiões semiárida, onde o regime de chuvas é caracterizado por eventos de curta duração e alta intensidade (Santana et al. 2007), em função disto a sazonalidade da precipitação concentra quase todo o seu volume durante cinco a seis meses no período chuvoso (Silva, 2004).

O clima é definido como sendo o conjunto de condições meteorológicas (temperatura do ar, pressão atmosférica, ventos (direção e velocidade), umidade relativa do ar, evaporação, insolação e precipitação), características do estado médio da atmosfera, em um dado ponto da superfície terrestre.

Os inventários de recursos climáticos para fins de zoneamento agrícola e estudos de produtividade das plantas, baseiam-se primariamente na quantificação de condições de temperatura e umidade, obtidas em estações terrestres de monitoramento. Além

dessas informações, o conhecimento das precipitações pluviométricas é indispensável para se compreender e controlar o ciclo natural da água, devido aos fluxos de massa e energia a ela associados. O impacto econômico e social resultante está ligado às consequências de suas manifestações externas, como inundações, desestabilização de encostas, épocas secas e por envolver necessidades crescentes de conhecimento do comportamento da água no planejamento do desenvolvimento da economia energética, rural e urbana (Huntzinger e Ellis, 1993; Seiffert, 1996). O impacto econômico e social resultante está associado às consequências de suas manifestações extremas, como inundações, alagamentos, enchentes, cheias e secas. Vem surgindo nas últimas décadas um grande interesse sobre a climatologia e suas aplicações do ponto de vista global e suas variações espacial e temporal, resultante da conscientização de que a atuação humana vem exercendo uma influência poderosa sobre as camadas baixas da atmosfera, através de práticas que promovem um aquecimento global (efeito estufa) e do impacto da atividade humana sobre a camada de ozônio.

Muitos estudos recentes sobre informações hidrológicas, climatológicas, agroecológicas e agroclimáticos destinados à criação de modelos cognitivos extrapolados em modelos de bacias ou microbacias hidrográficas que levam em conta, os estudos agroclimáticos, a topografia, declividade do

terreno, solos e cobertura vegetal.

Este estudo se constitui em uma análise do clima e das disponibilidades dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do município de Cabaceiras.

Estudos do monitoramento do clima, inicialmente voltados para a previsão do tempo (meteorologia) e zoneamento agroclimático, passaram recentemente a incorporar os temas ligados às mudanças climáticas globais, visando o entendimento do sistema terrestre com profundidade. Neste sentido, estudos sobre o comportamento das variáveis climáticas locais, trazem uma contribuição importante, porque as atividades humanas têm modificado o ambiente, resultando em notáveis modificações no fluxo de energia, dentro do sistema climático

regional, mas com reflexos globais (Barret e Curtis 1992).

2. Material e Métodos

A cidade de Cabaceiras localiza-se na Microrregião do Cariri Oriental da Paraíba (Figura 1) e na Mesorregião da Borborema, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2011). Situado nas coordenadas geográficas latitude de 7°30'S e longitude 36°17'W, com altitude média em relação ao nível do mar de 390,0 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema. Sua área é de 400 km² representando 0,7091% do Estado, 0,0258% do NEB.

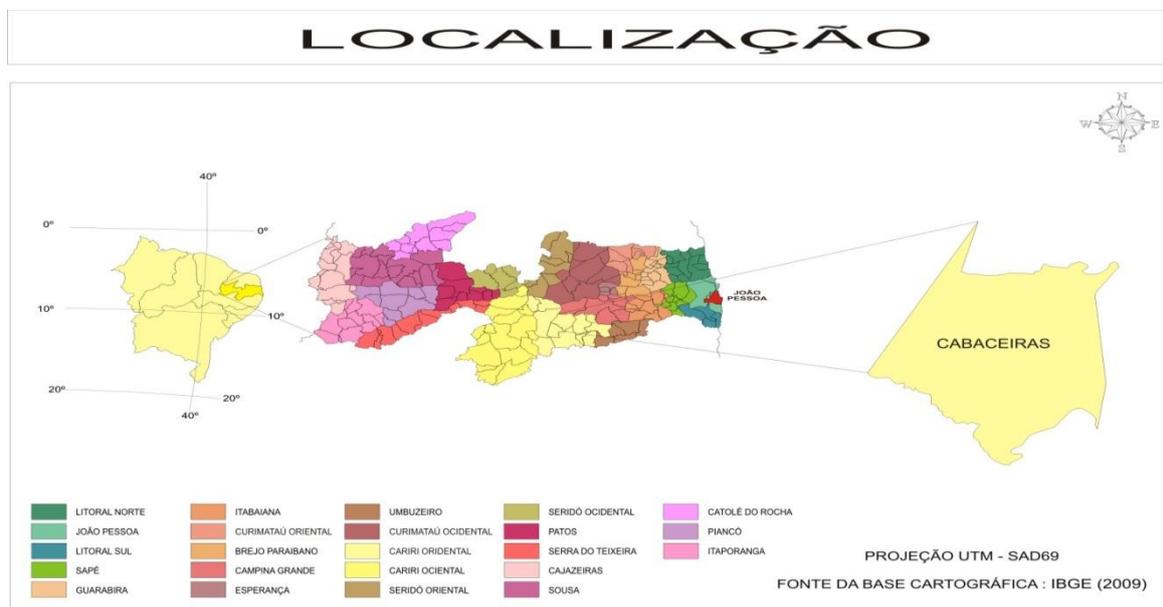


Figura 1. Mapa de localização do município da área de estudo. (Fonte: Adaptado de IBGE, 2009).

Cabaceiras está inserida nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba, seus principais cursos da

água são os rios Taperoá, Paraíba, São José do Cordeiro, Floriano, Soledade e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da

Varjota, do Tanque, Fundo, Algoduais, do Junco e Macambira. O município ainda é banhado pelas águas do Açude Público Epitácio Pessoa, comumente conhecido como o açude de Boqueirão devido à sua barragem encontra-se naquele município.

De acordo com a classificação de Köppen que se fundamenta nos regimes térmicos e pluviométricos e na distribuição das associações vegetais, o clima de Cabaceiras é considerado do tipo As - clima quente, enquanto que segundo Thornthwaite é árido (BRASIL, 2004). O regime pluviométrico municipal possui uma distribuição irregular espacial e temporal, que é uma característica do NEB, em função disto a sua sazonalidade de precipitação concentra quase todo o seu volume durante os cinco meses no período chuvoso, (Silva, 2004).

O estudo foi realizado através do levantamento dos elementos do clima e dos recursos hídricos. Para a caracterização climática foram utilizados dados meteorológicos e suas análises, tais como série pluviométrica referente aos anos de 1926 a 2011; valores observados de insolação média mensal; estimativas das temperaturas pelo método de regressão linear múltipla, calculadas em função da latitude, longitude e altitude pelo software Estima_T disponível no site da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande (DCA-UFCG).

A evapotranspiração potencial e a evaporação real foram estimadas a partir da

fórmula de Thornthwaite e Mather (1955), por ser uma das equações que melhor explica o fenômeno no semiárido do Nordeste do Brasil. A cobertura de nuvens e a umidade relativa do ar foram interpoladas das estações meteorológicas dos municípios circunvizinhos. A direção e velocidade do vento, estimadas pela escala Beaufort, também foram interpolada levando em consideração o relevo. O balanço hídrico foi estimado pelo software Balanço Hídrico (Centelhas et al., 1999).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 pode-se observar o comportamento da precipitação em termos de médias mensais históricas e os valores máximos absolutos e mínimos absolutos ocorridos no município no período 1926-2011. Observa-se que os totais mensais médios de chuva variaram entre 3,4 mm em outubro e 60,2 mm no mês de abril. O quadrimestre mais chuvoso são os meses de março (59,8 mm), abril (60,2 mm), maio (42,3 mm) e junho (43,5 mm), o que representa 205,8 mm/(4 meses), ou 61,1% do total anual, enquanto o quadrimestre menos chuvosos ocorrem de setembro a dezembro com um total pluviométricos nos quatro meses de apenas 21,7%, que representa 6,4% do total médio anual. O valor mínimo absoluto do total anual de chuva registrado foi de 3,6 mm. O valor total anual máximo absoluto de ocorrências de chuvas registrados na área de estudo foi de 775,5 mm/ano. Os

valores totais mensais absolutos máximos observados oscilaram entre 45,0 mm/mês (novembro) e 386,0 mm/mês (março), ou seja,

uma variabilidade temporal reativamente elevada.

Tabela 1. Valores médios mensais das precipitações médias, máximas e mínimas observadas no período de 1926 a 2011, para o município de Cabaceiras. (FONTE: AESA, 2011).

Meses	Precipitação média (mm)	Precipitação máxima observada (mm)	Precipitação mínima observada (mm)
Janeiro	23,0	279,2	0,0
Fevereiro	39,2	183,8	0,0
Março	59,8	386,0	0,0
Abril	60,2	271,2	0,0
Maiο	42,3	184,8	0,0
Junho	43,5	176,0	0,0
Julho	36,8	154,8	0,0
Agosto	14,9	71,0	0,0
Setembro	5,2	50,0	0,0
Outubro	3,4	91,4	0,0
Novembro	3,8	45,0	0,0
Dezembro	9,3	157,0	0,0
Anual	336,6	775,5	3,6

O período chuvoso inicia-se no mês de fevereiro com chuva de pré-estação e prolonga-se até o mês de julho, o que se

destaca é a frequência de irregularidade nas distribuições dos índices pluviométricos entre os meses (Tabela 1) e anos (Figura 2).

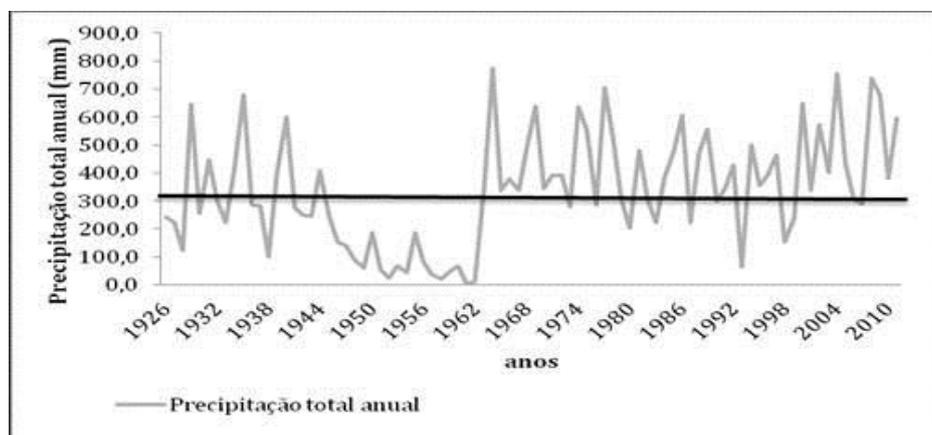


Figura 2. Flutuações anuais da precipitação histórica para o município de Cabaceiras. (Fonte: AESA, 2011).

Na Figura 2 observa-se a variação dos totais anuais das chuvas climatológicas para o período de 1926-2011, onde se pode constatar que a média anual histórica é de 336,6 mm com 86 anos de observações. Durante o período analisado ocorreu grande variabilidade dos totais anuais de chuva podendo ser observada como nos anos de 1961 (3,6 mm) e 1962 (10,7 mm) e o ano de 1964 (775,5 mm), onde apresentaram os menores e maiores índices pluviométricos. O município apresenta uma série de 42 anos com precipitações abaixo da média histórica e 44 anos com índices pluviométricos acima da média.

A análise da série de dados de 1926 a 2011 possibilitou verificar um comportamento caracterizado por uma má

distribuição das chuvas, definindo um período de grande escassez nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro e um período chuvoso entre fevereiro e julho no qual as chuvas situam-se próximo de 281,8 mm/(6 meses) (Tabela 1), representando aproximadamente 84% do total anual. As precipitações mais intensas ocorrem entre março a junho.

A variabilidade temporal da evapotranspiração potencial e da evaporação real podem ser observadas na Figura 3, onde demonstra suas flutuações mensais, observa-se que nos meses de agosto a janeiro a evaporação real oscilam abaixo de 20,0 mm e nos meses de junho a setembro os valores da evapotranspiração potencial oscilam entre 80,0 a 100,0.

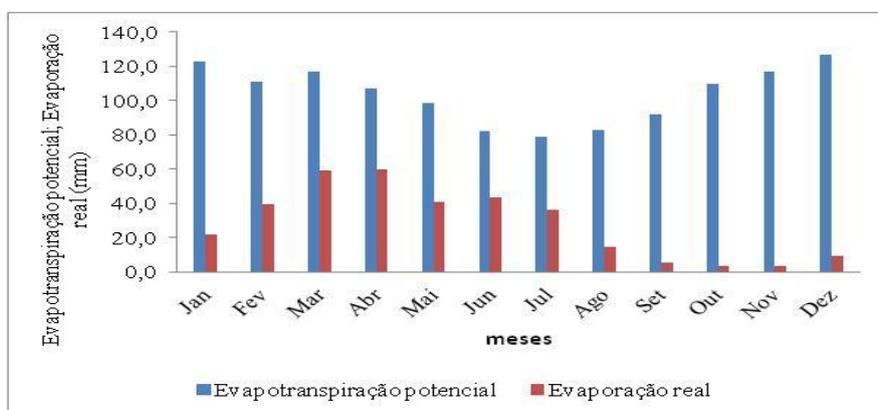


Figura 3. Flutuações mensais da evapotranspiração potencial e evaporação real, para o município de Cabaceiras. (Fonte: AESA, 2011).

A evapotranspiração, fenômeno de transferência de água e de calor latente para a atmosfera, é um importante parâmetro para se relacionar à dinâmica da atmosfera ou o clima do Nordeste já que, nestas regiões, a taxa de evapotranspiração é alta, causando adaptações do solo e da cobertura vegetal (Silva, 1977).

As temperaturas na região nordeste são elevadas, a umidade relativa do ar é baixa e as precipitações pluviométricas são inferiores a evapotranspiração potencial caracterizando um acentuado déficit hídrico.

A quantificação de atributos ligados à temperatura possibilita a definição do regime

de temperaturas prevaletentes, indicativo para a adaptabilidade de cultivos e criações, previsão de épocas de plantio e previsão de safras. Braga e Silva (1990) e Braga (1992) citado por Seiffert (1996), os modelos de previsão das principais fenofases de cultivos agrícolas, indicam que as variáveis climáticas energéticas são efetivamente decisivas no desencadeamento da reprodução vegetal.

A Figura 4 demonstra o comportamento das flutuações das temperaturas máximas, mínimas, médias e da amplitude térmica para o período compreendido entre 1950 a 2010.

As variações dos índices da temperatura máxima, sendo o menor valor de 27,8°C em julho e a o maior valor 32,6°C em dezembro, com uma taxa anual de 23,5°C. A temperatura mínima anual é d 19,7°C, com oscilações fluando entre 17,8°C no mês de agosto a 20,8°C nos meses de fevereiro e março. Cabaceiras têm uma temperatura média anual de 24,0°C e suas flutuações mensais oscilam entre 22,1 a 25,3°C, as amplitudes térmicas mensais fluam entre 9,3 a 12,4°C com uma taxa anual de 10,8°C.

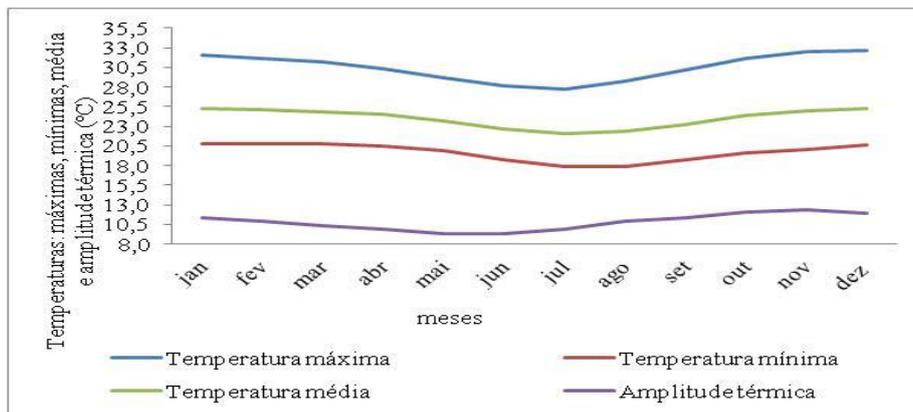


Figura 4. Flutuações mensais das temperaturas: máximas, mínimas, média e amplitude térmica para o município de Cabaceiras, no período de 1950-2010. (Fonte: AESA, 2011).

A variabilidade mensal e anual da umidade relativa do ar pode se observada na Figura 5, onde os máximos de umidade

relativa do ar ocorrem nos meses de abril a julho e nos meses de setembro a novembro os menores índices de umidade relativa do ar.

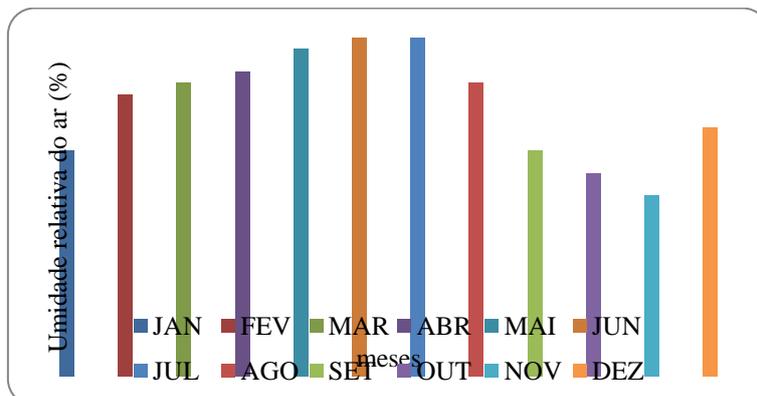


Figura 5. Flutuações mensais da umidade relativa do ar para Cabaceiras. (Fonte: AESA, 2011)

A velocidade média do vento esta representada na Figura 6, onde nos demonstram a sua variabilidade mensal, observa-se que nos meses de março a julho ocorre a menor intensidade de vento e nos meses de agosto a fevereiro as maiores

intensidade de vento são registradas, salienta-se que devido à flutuação da pressão atmosférica podem ocorrer formações de redemoinho durante os meses de velocidades altas, espera também nesta época rajadas de ventos superiores a 15 m/s em área isoladas.

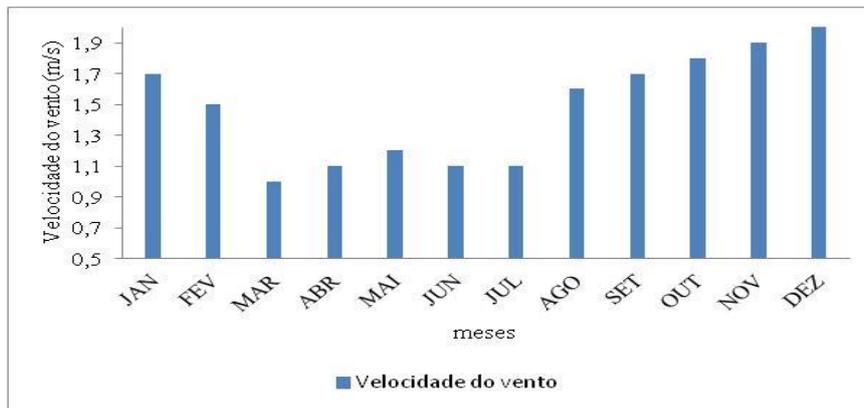


Figura 6. Flutuações mensais da velocidade do vento para o município de Cabaceiras. (Fonte: AESA, 2011).

A flutuação da insolação total no município pode ser observada na Figura 7, onde nota-se a variabilidade deste elemento mês a mês, os menores índices de insolação

total acontecem nos meses de abril a setembro, e os maiores índices de insolação são registrados nos meses de outubro a março.

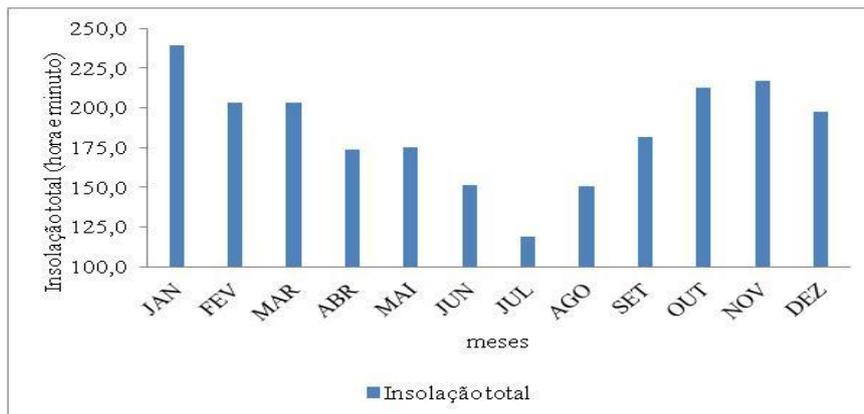


Figura 7. Flutuações mensais da insolação total, para Cabaceiras. (Fonte: AESA, 2011).

Os dados de quantificação da insolação total são necessários para o desenvolvimento de estudos agrometeorológicos (ramo da meteorologia aplicada que investiga respostas

dos organismos vivos ao meio atmosférico), cujo objetivo busca é obter uma melhor integração dos cultivos agrícolas aos recursos climáticos.

Particularmente o seu efeito sobre o comportamento do desenvolvimento vegetal no que se refere à fotossíntese, evapotranspiração, fisiologia de plantas e desenvolvimento de pragas e doenças. Mais recentemente, os dados sobre insolação total vêm sendo avaliados com grande interesse quanto a seus efeitos adversos sobre plantas, animais e seres humanos, causados pela

radiação ultravioleta em função da redução da camada de ozônio (Barret e Curtis 1992).

A Figura 8 mostra as flutuações de cobertura de nuvens, seguindo basicamente o comportamento inverso da insolação total, no período de março a julho tem-se cobertura de nuvens máximas e nos demais meses a cobertura de nuvens oscilam devido à flutuação dos centros de pressões.

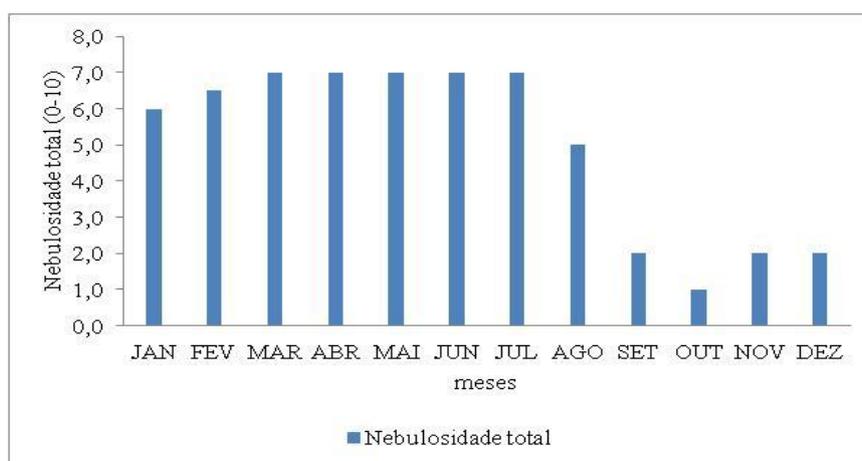


Figura 8. Flutuações mensais da nebulosidade total, para o município. (Fonte: AESA, 2011).

4. Bacia Hidrográfica, Águas Superficiais e de Subsolo

A bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa está localizada na região Nordeste do Brasil, no estado da Paraíba, Figura 9, nas coordenadas geográficas situada entre os paralelos de 6,861° e 8,303° de latitude sul e os meridianos de 36,021° e 37,356° de longitude oeste, representativa a parte central do Estado da Paraíba. Contida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, na sub-bacia do rio Taperoá e na Região do Alto Curso do Rio Paraíba, estendendo-se pela mesorregião geográfica da Borborema, cobrindo uma área total 12.385,64 km², e que representa 21,9 %

de toda a área territorial do estado da Paraíba, IBGE (1995), sendo responsável pelo abastecimento hídrico de aproximadamente 350.000 habitantes na cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba, Medeiros e Medeiros (2000).

Nas sub-bacias, a do Rio Taperoá e Alto Curso do Rio Paraíba, observam-se características climáticas muito semelhantes entre si. De acordo com o clima da região, o ciclo pluviométrico se mostra curto e irregular, tanto espacialmente, quanto temporalmente, resultado de um clima predominantemente semiárido. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é

do tipo BSw^h, isto é, semiárido quente, Varejão Silva et. al. (1987).

As condições climáticas pluviométricas da região apresentam em seu ciclo anual de um modo geral os períodos definidos, Figura 10, sendo o mais longo seco e intercalado por um período de chuvas muito curto e irregular. A estação seca (ausência de chuvas), de um modo geral, estende-se em torno de oito meses do ano em períodos normais, ou às vezes mais longos em períodos de estiagem.

Drenando uma área de 20.071,83 km², a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba é um dos sistemas hidrográficos mais importantes do semiárido nordestino, totalmente incluída em território paraibano. Trata-se, pois, de uma bacia tipicamente de domínio estadual, SEMARH - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (2003), Figura 10.

A bacia integra as mesorregiões da Borborema, Agreste Paraibano e Litoral Paraibano e é composta pelas sub-bacias do rio Taperoá e as correspondentes as regiões do Alto, Médio e Baixos Cursos do Rio Paraíba.

As nascentes do rio ficam na mesorregião da Borborema, microrregião do Cariri Ocidental, nas proximidades do município de Sumé, no ponto de confluência dos rios do Meio e Sucurú. A desembocadura no Oceano Atlântico se situa na altura do município de Cabedelo.

Situada na parte sudoeste do Planalto da Borborema, a região do Alto Curso do Rio

Paraíba se situa entre as latitudes 7,347⁰ e 8,303⁰ Sul e entre as longitudes 36,128⁰ e 37,356⁰ a Oeste de Greenwich. Limita-se ao sul e a oeste com o Estado de Pernambuco, e ao norte e a leste com a bacia do Taperoá e a região do Médio Curso do Rio Paraíba.

Nela estão inseridos total ou parcialmente os municípios: Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Caraúbas, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê.

Drena uma área de 6.717,39 km² e possui como principal rio o Paraíba. Encontra-se com as regiões do Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba, indo desaguar no Oceano Atlântico no município portuário de Cabedelo. Além disso, recebe as contribuições dos rios Monteiro e Umbuzeiro.

A sub-bacia do Rio Taperoá se situa na parte central do Estado da Paraíba, conformando-se sob as latitudes 6,863⁰ e 7,576⁰ Sul e entre as longitudes 36,167⁰ e 37,023⁰ Oeste. Faz parte do sistema drenante do conjunto Rio Paraíba (Sub-bacia do Taperoá e Regiões do Alto, Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba).

Limita-se com as sub-bacias do Espinharas e do Seridó a oeste, com a região do Alto Curso do Rio Paraíba ao sul, com as bacias do Jacu e Curimataú ao norte, e com a região do Médio Curso do Rio Paraíba a leste.

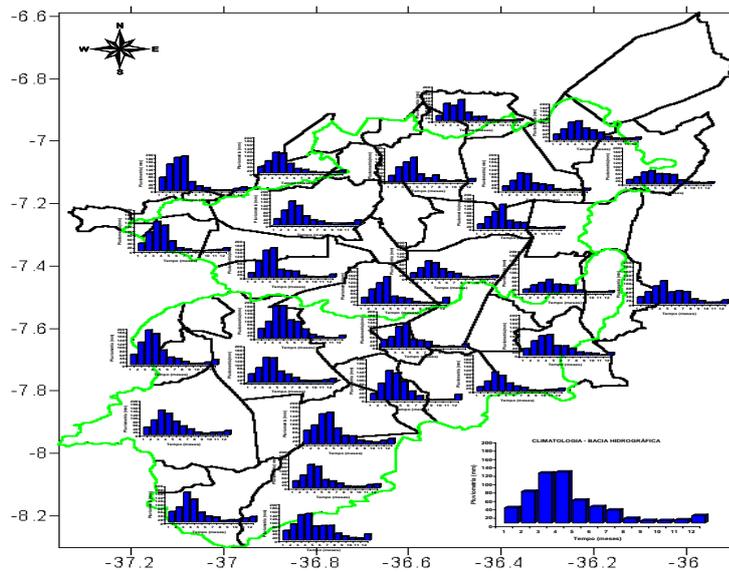


Figura 10. Mapa de distribuição espacial das médias pluviométricas mensais sobre a bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão).

Seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente que nasce na Serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba, no Açude de Boqueirão (Açude Presidente Epitácio Pessoa). Drena uma área aproximada de 5.668,25 km². Recebe contribuições de cursos da água como os rios São José dos Cordeiros, Floriano, Soledade e Boa Vista e dos riachos Carneiro, Mucuim e da Serra.

A Sub-bacia do Rio Taperoá e Alto Curso do Rio Paraíba apresentam setores ondulados, forte ondulado e algumas áreas também montanhosas. As variações hipsométricas da topografia assumem altitudes consideradas relevantes, nas quais os pontos culminantes atingem a cotas acima de 600 metros.

Essa região é formada por rochas do período pré-cambriano. O tipo de solo predominante na região da Sub-Bacia do Taperoá e da Região do Alto Curso do Rio Paraíba é do tipo Bruno Não Cálcico de pouca

espessura, que cobre todo cristalino existente na área de abrangência, com a presença de Litólicos, Solonetz Solodizado, Regossolos e Cambissolos.

Sob o ponto de vista toxonômico, a bacia apresenta uma associação de solos Litólicos, Solonetz Solodizado, Regossolos e Cambissolos e afloramentos. Os solos Litólicos predominam com relação aos outros, tornando a bacia quase que impermeável.

Siqueira (1964) constata a ocorrência de fendas e fissuras, mas na maioria não são interligadas em rede, impossibilitando o fluxo e favorecendo a salinização das águas subterrâneas. Dentro desse universo de rochas cristalinas ocorrem pequenas “ilhas” de rochas sedimentares, as denominadas bacias interiores, como as bacias do Araripe, Rio do Peixe e Iguatu, entre outras, as quais, tendo em vista as condições favoráveis para a ocorrência de água subterrânea, tornam-se muito importantes para a região com relação à

questão hídrica.

As vazões dos poços são bastante modestas, ou seja, inferiores a 3,25 m³/h para rebaixamento do nível da água de 25 metros, com capacidade específica inferior a 0,13 m³/h/m, em média. Além disso, as águas do subsolo são, em geral, salinizadas com valores totais de sais dissolvidos-TSD variando de 500 a 35.000 mg/l (DNPM/CPRM, 1983). Nesta província predominam rochas cristalinas, ou seja, gnaisses, xistos, migmatitos, granitos, quartzitos entre outras, apresentando, em geral, um potencial hidrogeológico muito fraco, pois os aquíferos estão restritos às zonas fraturadas.

Essa deficiência está relacionada diretamente com as condições de ocorrência e circulação das águas subterrâneas, que é agravada em função das características do clima semiárido que provoca taxas elevadas de salinidade nas águas.

A vegetação predominante na bacia do Rio Taperoá e Alto Curso do Paraíba são do tipo Caatinga hiperxerófila, hipoxerófila, floresta caducifólia e subcaducifólia, uma vegetação tipo savana estépica, “estacional-decidual, portanto com os estratos arbóreos e gramíneo – lenhoso periódicos e com numerosas plantas suculentas, sobretudo cactáceas” IBGE (1995).

Em alguns trechos a caatinga se apresenta densa, com vegetação rasteira constituída por herbáceos espinhosos e arbustos densos. Em outros setores mais

secos, a vegetação perde totalmente as folhas no verão. As espécies dominantes são: Caroá, Catingueira, Coroa de Frade, Faveleiro, Imburana, Imbuzeiro, Juazeiro, Jurema, Macambira, Marmeleiro, Mimosa, Mofumbo, Oiticica, Pinhão Bravo, Velame e Xique-xique. As áreas desmatadas e utilizadas para a agricultura são em geral ocupadas pelas culturas de palma forrageira, agave, algodão, milho e feijão.

5. Balanço Hídrico Climatológico

No Nordeste do Brasil, em especial na região semiárida nordestina, que frequentemente enfrenta os problemas da seca e estiagens prolongadas dentro do período chuvoso, estas condições se tornam ainda mais graves (Nobre e Melo, 2001). Atualmente é enorme a demanda por recursos hídricos, é importante o conhecimento, do ciclo da água, principalmente das variáveis climáticas, precipitação evapotranspiração, evaporação, umidade relativa (Horikoshi, 2007). Assim, de acordo com Camargo (1971, apud, Horikoshi, 2007), para saber se uma região apresenta deficiência ou excesso de água ao longo do ano, é necessário comparar dois termos contrários do balanço, a precipitação (responsável pela umidade para o solo) e a evapotranspiração que utiliza essa umidade do solo. Segundo Pereira et al. 2002; Horikoshi, 2007, a água disponível para o consumo e uso do homem pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico, em que fica evidente a

variação temporal de períodos com excedente e com deficiência hídricas, permitindo, dessa forma, o planejamento agrícola.

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. O balanço hídrico como unidade de gerenciamento, permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos e também a viabilidade de implantação e monitoramento de sistemas de irrigação ou drenagem numa região. De acordo com – Lima e Santos, 2009; Thornthwaite, 1948; Thornthwaite e Mather, 1955 – elaboraram um sistema de contabilidade para obter os déficits e/ou excessos de água, a que denominaram balanço hídrico. Neste balanço o solo é um “depósito”, a precipitação é a “entrada” e a evapotranspiração representa a “saída”.

Partindo-se de uma capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao tipo de planta cultivada, produz resultados úteis para a caracterização climatológica da região e informa sobre a distribuição das deficiências e excessos de precipitação, do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como mensal.

A Tabela 2 e a Figura 11 mostram o Balanço hídrico climático médio (período 1962-2011) para o município de Cabaceiras. Observa-se que o regime de chuvas anual, com uma estação seca bem definida, associado à má distribuição das chuvas durante a estação chuvosa e à pobreza de nutrientes dos solos, em geral, exige alto nível técnico para a produção agrícola, sendo recomendável a adoção de práticas de manejo que visem conservar a água no solo ou a irrigação. A falta de água nos meses de setembro a dezembro limita o uso da terra, tornando praticamente inviável o cultivo nessa época do ano, exceto com a prática da irrigação.

Tabela 2. Resumo do balanço hídrico climatológico normal. PREC = Precipitação; ETP = Evapotranspiração potencial; EVR = Evaporação real; DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico.

Meses/Parâmetros	PREC (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,0	122,1	23,0	99,1	0,0
Fev	39,2	110,0	39,2	70,8	0,0
Mar	59,8	115,8	59,8	55,9	0,0
Abr	60,2	105,2	60,2	45,0	0,0

continuação

Mai	42,3	96,5	42,3	54,2	0,0
Jun	43,5	81,1	43,5	37,6	0,0
Jul	36,8	78,2	36,8	41,4	0,0
Ago	14,9	81,8	14,9	66,9	0,0
Set	5,2	90,7	5,2	85,5	0,0
Out	3,4	108,5	3,4	105,1	0,0
Nov	3,8	115,6	3,8	111,9	0,0
Dez	9,3	126,0	9,3	116,7	0,0
Anual	336,6	1231,6	338,4	890,1	0,0

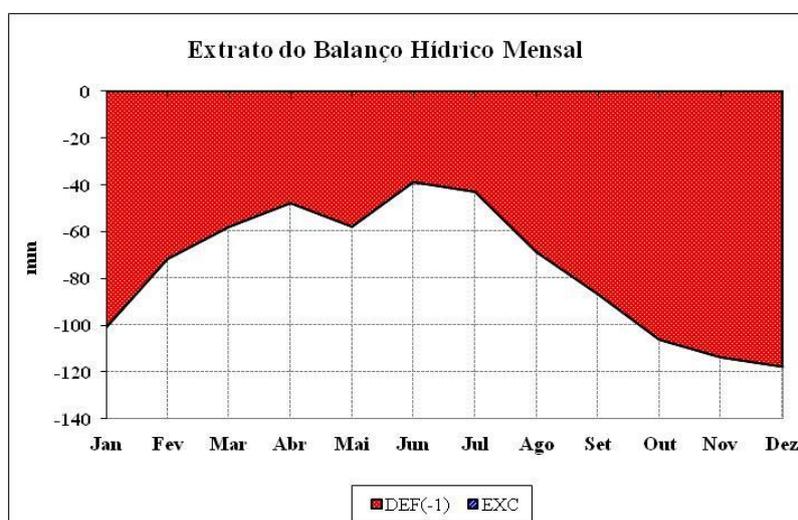


Figura 11. Balanço hídrico climático médio (período 1962-2011) para o município de Cabaceiras, Capacidade de Água Disponível (CAD) igual a 100 mm.

Não ocorrem excedentes hídricos e as deficiências hídricas estão presentes em todos os meses do ano exceto em anos em que os índices pluviométricos ocorreram acima da normalidade como sendo 1964 o ano mais chuvoso com 775,5 mm, seguidamente dos anos de 2004 com 755,8 mm e 2008 com 736,8 mm (Figura 2).

6. Conclusões

- As análises concretizadas neste estudo representam uma aproximação das

potencialidades do município, em termos de clima, recursos hídricos e das reais necessidades de água para as culturas de fundamental importância econômica, figuradas através do balanço hídrico.

- A área estudada não apresenta restrições de temperatura para a maioria dos cultivos adotados, mas o regime de chuvas, com uma estação seca bem definida, associado à má distribuição das chuvas durante a estação chuvosa e a pobreza de nutrientes dos solos, em geral, exigem alto

nível técnico para a produção agrícola, sendo recomendável a adoção de práticas de manejo que visem conservar a água no solo e/ou a irrigação. A falta de água nos meses de setembro a dezembro limita o uso da terra, tornando praticamente inviável o cultivo nessa época do ano, exceto com a prática da irrigação.

- Apresentando, em geral, um potencial hidrogeológico muito fraco, pois os aquíferos estão restritos às zonas fraturadas. Essa deficiência está relacionada diretamente com as condições de ocorrência e circulação das águas subterrâneas, que é agravada em função das características do clima semiárido que provoca taxas elevadas de salinidade nas águas.

- Sugerem-se construções de cisternas caseiras para a captação das águas das chuvas, visando uma melhoria da qualidade da água para o consumo humano.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa de doutorado e de mestrado.

8. Referências

AESA. (2011). Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Dados Pluviais. Disponível em: www.aesa.pb.gov.br/index.php. Acesso 22/03/2012.

Barrett, E, C; Curtis, L, F. (1992). Introduction to environmental Remote

Sensing, London: Chapman & Hall, 3rd.Ed, , 425p.

Braga, C. C.; Silva, B. B. (1990). Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 6, 1990, Salvador, Ba. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v.1, 454 p.p. 200 – 205.

Braga, C. C. (1992). Classificação de regiões pluviometricamente homogêneas através de análise multivariada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, v.1.

BRASIL. (2004). Ministério do Meio Ambiente. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN BRASIL. Brasília: MMA, 220p.

Camargo, A. P. (1971). Balanço hídrico no Estado de São Paulo . Campinas: IAC, (Boletim Técnico, 116).

CPRM. (2005). Serviço Geológico do Brasil. Projeto: Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatórios/CABA039.pdf>. Acesso em 23/03/2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1995). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 22/03/12.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2009). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 22/03/12.
- Horikoshi, A. S., Fisch, G. (2007). Balanço Hídrico Atual e Simulações para Cenários Climáticos Futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 2, n. 2.
- Huntzinger, L.T.; Ellis, M. (1993). Central Nebraska River Basins. Bethesda: Water Resources Bulletin, Vol 29, Nº 4, August, p 533-574.
- Lima, F. B.; Santos, G. O. (2009). Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 89f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP.
- Medeiros, A. M. T.; Medeiros, V. R. (2000). Análise das pluviometrias ocorridas na microrregião homogênea de Cariris Velhos e que contribuíram para a recuperação hídrica do volume armazenável do açude Epitácio Pessoa. Natal. Anais... Rio Grande do Norte: V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 1 CD.
- Medeiros, A. M. T. de. (2003). Variabilidade espaço-temporal da precipitação pluvial diária sobre a bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. Dissertação de mestrado. UFPB-DCA, 104 p.
- Nobre, P.; Melo, A. B. C. (2001). Variabilidade climática intra-sazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998 – 2000. *Climanálise*, CPTEC/INPE, São Paulo. Dezembro.
- Ortolani, A. A.; Camargo, M. B. P. (1987). Influência dos fatores climáticos na produção. *Ecofisiologia da Produção Agrícola*. Piracicaba: Potafos, 249 p.
- Paula, R. K. de; Brito, J. I. B. de; Braga, C. C. (2010). Utilização da análise de componentes principais para verificação da variabilidade de chuvas em Pernambuco. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais... Belém do Pará, PA. CD Rom.
- Pereira, A. R.; Angelocci, L. R.; Sentelhas, P. C. (2002). *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária, 478p.
- Santana, M. O., Sediya, G. C., Ribeiro, A., Silva, D. D. da. (2007). Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.15, n.1, p.114-120.
- Silva, V. P. R. (2004). On climate variability in Northeast of Brazil. *Journal of Arid Environments* n.58, p.575-596.
- Seiffert, N. F. (1996). Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos

ambientais em microbacias hidrográficas. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) UFSC/Centro Tecnológico, Florianópolis.

SEMARH. (2003). Plano estadual de recursos hídricos do Estado da Paraíba. Governo do Estado da Paraíba, João Pessoa, Paraíba. In prelo.

Sentelhas, P. C.; Pereira, A. R.; Marin, F. R.; Angelocci, L.R; Alfonsi, R. R. Caramori, P. H; Swart, S. (1999). Balanço hídricos climatológicos do Brasil – 500 balanço hídricos de localidades brasileiros. Piracicaba: ESALQ, 1 CD-ROM

Silva, M.A.V. (1977). Evapotranspiração em cultura irrigada no semiárido sub-médio São Francisco. 107p. (INPE-1038-TPT/054) Dissertação (Mestrado em Ciência Espacial e da Atmosfera) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

Siqueira, L. (1964). Aspectos hidrogeológicos do Cariri Paraibano. SUDENE - Boletim de Recursos Naturais, Recife, n. 2, p. 11-44.

Soriano, B. M. A. (1997). Caracterização climática de Corumbá - MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP,. 25p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).

Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geogr. Rev*, V.38, P.55-94.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. (1955). The Water Balance. Publications In Climatology. New Jersey: Drexel Institute Of Technology, 104p.

Varejão Silva, M. A.; Braga, C. C., Aguiar; M. J., Silva, B. B; Nitzche, M. H. (1987). Atlas climatológico do estado da Paraíba. Convênio UFPB / FINEP. 132 p.