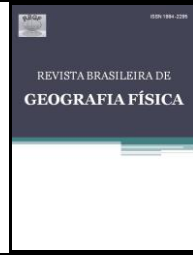




Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI

Raimundo Mainar de Medeiros¹, Daris Correia dos Santos², Francisco de Assis Salviano de Sousa³,
Manoel Francisco Gomes Filho⁴

¹Doutorando em Meteorologia: Universidade Federal de Campina Grande, C.Grande-PB, email: mainarmedeiros@gmail.com. ²Mestranda em Meteorologia: Universidade Federal de Campina Grande, C.Grande-PB e-mail: dariscorreia@gmail.com. ^{3,4} Prof. Adjunto D.Sc., Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG/Campina Grande – PB, email: fassis@dca.ufcg.edu.br; mano@dca.ufcg.edu.br

Artigo recebido em 09/07/2013 e aceito em 27/09/2013.

RESUMO

Conhecer o clima local é um fator importante para planejar os recursos hídricos, haja vista que vários elementos meteorológicos estão inseridos no ciclo hidrológico. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a estimativa dos balanços hídricos climatológicos (BHC) e suas classificações segundo KÖPPEN e THORNTHWAITTE & MATHER para a área da bacia do rio Uruçuí Preto na Chapada da Manabeiras, PI. Os meses de maiores insolação ocorrem entre maio a outubro com flutuações variando de 223,0 a 297,1 horas e décimos. A umidade relativa do ar oscila entre 60 a 80% nos meses de novembro a maio. A retirada de água na área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto ocorrem nos meses de agosto a janeiro, as deficiências hídricas ocorrem entre os meses de outubro a janeiro, a reposição das águas acontecem nos meses de fevereiro e março e os excedentes hídricos ocorrem entre os meses de abril a julho, desta forma conclui-se que a comunidade ribeirinha utiliza-se de sistema de irrigação nas atividades agrícolas independente dos períodos seco ou chuvoso.

Palavras-Chaves: Oscilações climáticas, climatologia, ciclo hidrológico.

Climatological Analysis, Classification Climate Variability and Water Balance Climatological River Basin Uruçuí Preto, PI

ABSTRACT

Knowing the local climate is an important factor to consider water resources, considering that various meteorological elements are embedded in the hydrological cycle. In this context, the aim of this work is to evaluate the estimation of climatological water balance (BHC) and their classifications on KÖPPEN and THORNTHWAITTE & MATHER to the area of the river basin on Uruçuí Preto Chapada da Manabeiras, PI. The months of greatest insolation occur between May to October with fluctuations ranging from 223.0 to 297.1 hours and tenths. The relative humidity ranges from 60-80% in the months from November to May. The withdrawal of water in the catchment area of the River Uruçuí Preto occur in the months from August to January, water deficit occur between the months from October to January, the replacement of water occur in the months of February and March and water surpluses occur between the months from April to July. thus concludes that the riverside community makes use of the irrigation system in agricultural activities independent of the dry or rainy.

KeyWords: climatic oscillations, climatology, water cycle

¹ * E-mail para correspondência: mainarmedeiros@gmail.com

Introdução

As condições climáticas e hidrológicas de determinada região são os principais parâmetros na estimativa das disponibilidades hídricas desse território. Estão nos estudos hidroclimatológicos as premissas básicas que nortearão o desenvolvimento dos trabalhos na definição do modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos a ser implementado. Desta maneira, a compatibilização entre a disponibilidade e a demanda hídrica somente poderá ser feita quando devidamente ponderados os parâmetros climáticos, especialmente precipitação, evaporação e evapotranspiração, e hidrológicos, como a movimentação e a quantificação das águas superficiais e subterrâneas no tempo e no espaço.

O clima é um conjunto de elementos físicos, químicos e biológicos que caracterizam a atmosfera de um local e influenciam os seres que nele se encontram (Poncelet *apud* Pereira et al, 2001). Por isso, é considerado uma das variáveis mais importantes para o ambiente, fazendo-se necessário o estudo dos seus elementos para melhor usufruir dos seus benefícios e controlar seus efeitos.

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra (Almeida, 2001). Segundo Aragão (1975), a principal razão da existência do semiárido nordestino é a ausência de um

mecanismo dinâmico que provoque movimentos ascendentes. Trabalho de modelagem feito por Gomes Filho (1979) mostra que a topografia da região tende a intensificar os movimentos subsidentes sobre esta região, enquanto o albedo diferencial não interferiria nos resultados. Em hidrologia, as séries históricas de precipitação são informações fundamentais para o entendimento do regime hidrológico (Mello & Silva, 2005).

Mesmo em abundância a distribuição espacial e temporal da água sobre a Terra é bastante irregular causando problemas de excesso em alguns lugares e escassez em outros. Conhecer o clima local é de fundamental importância para avaliar os recursos hídricos, pois vários elementos meteorológicos atuam na variação e na disponibilidade hídrica. Não se pode afirmar que um clima é úmido ou seco conhecendo-se apenas os dados pluviométricos. É necessário saber se a precipitação é maior ou menor que a água necessária para a evaporação e transpiração. Assim, precipitação e evapotranspiração são fatores climáticos importantes. Sabe-se que a precipitação e evapotranspiração ocorrem muitas vezes devido a diferentes causas meteorológicas quer em magnitude ou em distribuição temporal ao longo do ano. Em alguns lugares os meses de maiores precipitações ocorrem após o mês de maior evaporação (Thorntwaite, 1948).

A realidade hídrica associada a fatores climáticos estimulam diversos pesquisadores a realizar estudos envolvendo o balanço hídrico, pois esse se torna necessário na contabilização da quantidade de água que entra e sai do solo. O balanço hídrico tradicional de Thornthwaite & Mather (1948, 1955) é um instrumento agrometeorológico utilizado para caracterizar o fator umidade que inclui a evapotranspiração potencial e a precipitação mensal de tal forma a não sobrar nem faltar água no solo para o uso das plantas. Güntner et al. (2004) aplicaram um modelo simples e determinista de balanço hídrico para vários reservatórios no estado do Ceará. Galvêncio et al., (2006) utilizaram o balanço hídrico para analisar o impacto das ações antropogênicas no escoamento superficial da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa, na Paraíba. Ufoegbune et al. (2011) apresentaram estimativas do balanço hídrico no Lago Oyan no Noroeste da Nigéria.

Por ser uma bacia ainda pouco estudada e sem informações hidroclimáticas ainda não bem definidas objetivou-se em avaliar a estimativa dos balanços hídricos climatológicos e suas classificações segundo Köppen e Thornthwaite & Mather, visando gerar informações aos agricultores, latifundiários e ao setor de geração de energia para a área da bacia do rio Uruçuí Preto na Chapada das Mangabeiras, PI.

Material e Métodos

A Bacia do Rio Parnaíba envolve o Estado do Piauí, parte do Maranhão e do Ceará, formando uma área total de 330.849,9 km². Desta, 65.694,4 km² (19,8%) faz parte do Território Chapada das Mangabeiras, sendo 83% nas terras do Piauí e 17% no Maranhão, referente ao município Alto Parnaíba, Comdepi, (2002).

Quanto à hidrografia o Território Chapadas das Mangabeiras tem como principais rios e lagoas: Rios Uruçuí Vermelho, Uruçuí Preto, Gurguéia, Paraim, Parnaíba e Curimatá. Dentre as lagoas destaca-se a de Parnaguá. Os aquíferos: Poti, Piauí, Cabeças e Longá formam o principal sistema de abastecimento d'água subterrânea do Território, com potencial para o artesianismo, variando de fraco na região do embasamento cristalino a forte nas demais regiões.

A área de interesse do estudo dispõe de uma rede de estações meteorológicas reduzida e espacialmente mal distribuída, o que dificulta uma boa caracterização das condições climáticas. Sendo assim utilizou-se de dados interpolados, estimados e gerados por retas de regressões lineares múltiplas, gerando as variáveis que estão disponibilizadas através dos valores médios anuais na Tabela 1 e dos valores médios mensais Tabela 2.

As normais foram obtidas através do cálculo das médias e obedecem aos critérios e normas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial – OMM. Baseadas

nas informações disponíveis são apresentadas às características dos principais parâmetros climáticos referentes à área de Estudo.

As informações meteorológicas utilizadas neste trabalho tais quais: temperaturas máxima, mínima e média do ar, amplitude térmica, umidade relativa do ar, intensidade do vento, evapotranspiração, evaporação, nebulosidade, insolação total e índices pluviométricos, foram obtidas do Estudo Agrometeorológico do Estado do

Piauí, (Medeiros, 2007) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí – EMATER-PI.

A série de dados de precipitação utilizada foi coletada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) referente ao período de 1960 a 1990, onde se realizou preenchimento de falhas para os 49 postos pluviométricos trabalhados, utilizou-se do método de preenchimento de falhas proposto por Tiessen..

Tabela 1. Valores médios anuais dos elementos meteorológicos da área da bacia do rio Uruçuí Preto na Chapada das Mangabeiras, PI.

| Ordem | Município | Tmáx | Tmím | Tméd | AT | UR | VV | EVR | ETP | INS | NEB | PREC |
|-------|--|------|------|------|------|------|-----|--------|--------|--------|-----|--------|
| 1 | Alvorada Gurguéia | 32,6 | 20,7 | 26,6 | 11,9 | 62,8 | 1,6 | 2278,5 | 1595,0 | 2742,8 | 4,1 | 625,3 |
| 2 | Alto Parnaíba – MA | 34,8 | 23,0 | 28,9 | 11,8 | 69,3 | 1,8 | 2179,6 | 1572,6 | 2260,4 | 5,3 | 844,4 |
| 3 | Avelino Lopes Fazenda Vereda da | 31,8 | 19,6 | 25,7 | 12,1 | 64,6 | 1,5 | 2092,5 | 1464,7 | 2744,6 | 5,1 | 710,9 |
| 4 | Mata | 32,2 | 20,1 | 26,2 | 12,0 | 65,6 | 1,6 | 2183,5 | 1528,5 | 2582,6 | 4,8 | 754,8 |
| 5 | Fazenda Viração | 32,0 | 19,9 | 25,9 | 12,1 | 66,0 | 1,6 | 2140,4 | 1498,3 | 2583,5 | 4,9 | 798,6 |
| 6 | Barreira do Piauí | 31,6 | 19,4 | 25,5 | 12,3 | 64,4 | 1,6 | 1668,6 | 1168,0 | 2703,7 | 5,2 | 981,9 |
| 7 | Bom Jesus | 32,7 | 20,6 | 26,6 | 12,1 | 62,4 | 1,8 | 2467,8 | 1727,4 | 2777,2 | 5,2 | 899,6 |
| 8 | Fazenda Conceição | 32,2 | 20,0 | 26,1 | 12,2 | 63,4 | 1,7 | 2068,2 | 1447,7 | 2627,8 | 4,9 | 855,9 |
| 9 | Fazenda Barra Verde | 32,4 | 20,3 | 26,3 | 12,2 | 64,8 | 1,5 | 2212,5 | 1548,8 | 2625,4 | 5,0 | 809,3 |
| 10 | Colônia do Gurguéia | 33,0 | 21,1 | 27,1 | 11,9 | 64,6 | 1,6 | 2416,5 | 1691,6 | 2662,7 | 4,8 | 478,7 |
| 11 | Corrente | 31,6 | 19,3 | 25,4 | 12,3 | 65,0 | 1,6 | 2008,6 | 1406,0 | 2756,6 | 5,1 | 1064,7 |
| 12 | Fazenda Barra | 32,2 | 20,1 | 26,2 | 12,2 | 64,8 | 1,7 | 2156,1 | 1509,2 | 2709,8 | 5,0 | 774,2 |
| 13 | Fazenda Caxingó | 32,2 | 20,1 | 26,1 | 12,1 | 64,0 | 1,6 | 2107,5 | 1475,2 | 2709,9 | 4,9 | 1031,6 |
| 14 | Fazenda Jenipapeiro | 32,2 | 19,7 | 25,9 | 12,5 | 63,8 | 1,6 | 2061,6 | 1443,1 | 2718,0 | 5,2 | 1044,3 |
| 15 | Cristalândia do Piauí | 31,4 | 19,1 | 25,2 | 12,3 | 64,6 | 1,6 | 1571,6 | 1100,1 | 2751,0 | 5,2 | 985,3 |
| 16 | Cristino Castro | 33,0 | 20,9 | 26,9 | 12,1 | 62,3 | 1,7 | 2405,8 | 1684,1 | 2728,3 | 5,2 | 825,1 |
| 17 | Fazenda Lagoa Grande | 32,2 | 20,0 | 26,1 | 12,2 | 63,4 | 1,6 | 1988,7 | 1392,1 | 2739,7 | 5,0 | 848,4 |
| 18 | Fazenda Japeganga | 32,6 | 20,0 | 26,3 | 12,6 | 64,3 | 1,6 | 2236,1 | 1565,3 | 2732,6 | 4,9 | 797,9 |
| 19 | Fazenda Malhadinha | 32,2 | 19,9 | 26,0 | 12,3 | 63,6 | 1,7 | 2236,1 | 1565,3 | 2698,6 | 4,9 | 1087,3 |
| 20 | Curimatá | 32,6 | 20,3 | 26,4 | 12,3 | 64,0 | 1,5 | 2172,3 | 1520,6 | 2740,2 | 5,2 | 793,0 |
| 21 | Fazenda São Francisco | 32,4 | 20,1 | 26,2 | 12,3 | 63,6 | 1,7 | 2164,2 | 1514,9 | 2682,0 | 4,9 | 814,7 |
| 22 | Currais | 32,3 | 20,2 | 26,3 | 12,1 | 63,3 | 2,0 | 2156,1 | 1509,3 | 2664,5 | 4,8 | 836,4 |
| 23 | Elizeu Martins | 32,7 | 20,8 | 26,8 | 11,9 | 64,0 | 1,6 | 2451,9 | 1716,3 | 2641,2 | 4,8 | 763,1 |
| 24 | Fazenda Puca | 32,4 | 20,2 | 26,3 | 12,2 | 63,7 | 1,6 | 2153,7 | 1507,6 | 2695,6 | 5,0 | 819,4 |
| 25 | Fazenda Chupeiro | 31,9 | 19,7 | 25,8 | 12,2 | 64,0 | 1,7 | 2116,4 | 1481,5 | 2710,0 | 5,0 | 974,0 |
| 26 | Gilbués | 31,0 | 18,8 | 24,9 | 12,1 | 63,7 | 1,6 | 1703,7 | 1192,6 | 2724,5 | 5,1 | 899,3 |
| 27 | Fazenda Melância | 31,9 | 19,8 | 25,9 | 12,1 | 63,8 | 1,7 | 2113,1 | 1479,1 | 2694,0 | 5,0 | 1150,9 |
| 28 | Fazenda Santa Maria Fazenda Boqueirão dos | 32,0 | 19,8 | 25,9 | 12,2 | 63,7 | 1,7 | 2080,6 | 1456,4 | 2698,3 | 5,1 | 977,1 |
| 29 | Felipes | 32,0 | 19,7 | 25,8 | 12,3 | 64,1 | 1,6 | 2062,1 | 1443,5 | 2707,2 | 5,1 | 1030,1 |
| 30 | Fazenda Bela Vista | 31,9 | 19,8 | 25,9 | 12,1 | 64,2 | 1,6 | 2020,2 | 1414,1 | 2730,4 | 5,2 | 1075,7 |
| 31 | Fazenda Galheiro | 31,9 | 19,9 | 25,9 | 12,1 | 65,7 | 1,6 | 2089,1 | 1462,4 | 2694,8 | 5,2 | 1129,8 |
| 32 | Julio Borges | 32,2 | 20,0 | 26,1 | 12,2 | 65,8 | 1,6 | 2127,3 | 1489,1 | 2736,9 | 5,2 | 923,1 |
| 33 | Manoel Emídio | 32,5 | 20,6 | 26,6 | 11,9 | 65,0 | 1,6 | 2393,1 | 1675,2 | 2649,6 | 4,8 | 698,2 |

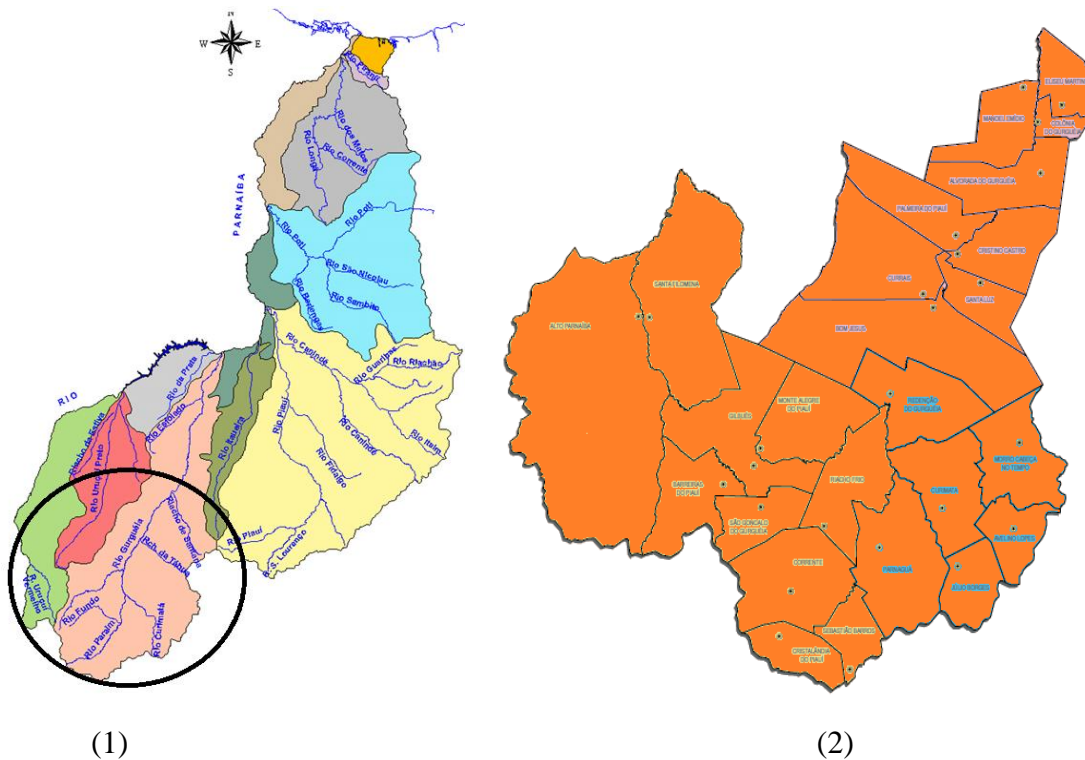
| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|------|------|------|------|------|-----|--------|--------|--------|-----|--------|
| 34 | Monte Alegre do Piauí | 31,2 | 19,1 | 25,1 | 12,1 | 64,4 | 1,5 | 1867,3 | 1307,1 | 2731,7 | 5,1 | 871,7 |
| 35 | Fazenda Paus | 32,0 | 19,9 | 25,9 | 12,1 | 65,1 | 1,6 | 2129,3 | 1490,5 | 2706,1 | 5,0 | 1291,4 |
| | Fazenda Vereda da | | | | | | | | | | | |
| 36 | Glória | 32,0 | 19,9 | 25,9 | 12,1 | 69,2 | 1,6 | 2020,2 | 1414,1 | 2722,3 | 5,2 | 967,3 |
| 37 | Fazenda Regalo | 31,9 | 19,7 | 25,8 | 12,2 | 63,5 | 1,6 | 2077,5 | 1454,3 | 2738,6 | 5,2 | 913,6 |
| | Morro Cabeça no | | | | | | | | | | | |
| 38 | Tempo | 31,4 | 19,1 | 25,2 | 12,3 | 63,8 | 1,5 | 1823,7 | 1276,6 | 2731,7 | 5,1 | 848,3 |
| 39 | Palmeira do Piauí | 32,7 | 20,6 | 26,6 | 12,1 | 62,7 | 1,8 | 2277,1 | 1593,9 | 2735,0 | 5,2 | 680,2 |
| 40 | Parnaguá | 31,7 | 19,4 | 25,6 | 12,3 | 64,0 | 1,6 | 2158,3 | 1510,8 | 2736,6 | 5,2 | 898,9 |
| 41 | Fazenda Barreiro | 31,9 | 19,7 | 25,8 | 12,2 | 63,5 | 1,6 | 2086,4 | 1460,4 | 2734,4 | 5,2 | 828,3 |
| 42 | Fazenda Mocambo | 31,8 | 19,6 | 25,7 | 12,2 | 63,5 | 1,6 | 2020,2 | 1414,1 | 2741,2 | 5,2 | 791,4 |
| 43 | Redenção Gurguéia | 32,6 | 20,4 | 26,5 | 12,2 | 62,2 | 1,8 | 2099,4 | 1469,6 | 2742,4 | 5,3 | 754,4 |
| 44 | Riacho Frio | 31,9 | 19,6 | 25,7 | 12,3 | 64,0 | 1,5 | 2237,9 | 1566,6 | 2736,6 | 5,2 | 933,1 |
| | São Gonçalo do | | | | | | | | | | | |
| 45 | Gurguéia | 31,4 | 19,2 | 25,3 | 12,2 | 64,2 | 1,5 | 1781,8 | 1247,2 | 2744,6 | 5,0 | 847,5 |
| 46 | Santa Filomena | 32,2 | 20,1 | 26,2 | 12,2 | 64,5 | 1,6 | 2127,3 | 1489,1 | 2736,5 | 5,2 | 1436,9 |
| 47 | Fazenda Cachoeira | 32,2 | 20,1 | 26,1 | 12,1 | 63,7 | 1,6 | 2061,6 | 1443,1 | 2737,7 | 5,2 | 1851,6 |
| 48 | Santa Luz | 32,2 | 20,1 | 26,1 | 12,0 | 61,5 | 1,7 | 2071,7 | 1450,2 | 2735,2 | 5,2 | 756,6 |
| 49 | Sebastião Barros | 31,3 | 19,0 | 25,1 | 12,3 | 64,4 | 1,6 | 1761,7 | 1233,2 | 2751,0 | 5,1 | 1005,8 |

T_{máx} – Temperatura máxima do ar, T_{mín} - Temperatura mínima do ar, T_{média} – Temperatura média do ar, AT- Amplitude térmica, UR – Umidade relativa do ar, VV - Intensidade do vento, EVR – Evaporação, ETP – Evapotranspiração, INS – Insolação total, NEB – Nebulosidade, PREC – Precipitação.

FONTE: Medeiros (2007); Organização de dados, Autor (2013).

As Figuras 1 e 2 representam a localização da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto na

região da Chapada das Mangabeiras, PI e os municípios que as formam.



Figuras 1 e 2. Localizações da área de estudo – Chapadas das Mangabeiras; (2) Território Chapada das Mangabeiras e os municípios que a compõe. Fonte: IBGE 2006.

Na Tabela 2 têm-se os demonstrativos dos valores médios mensais e anuais representativos dos elementos meteorológicos estudados dos 25 municípios e 24 fazendas

que compõem a área da bacia do rio Uruçuí Preto na Chapada das Mangabeiras, PI, (Tabela 1 e 2).

Tabela 2. Valores médios mensais da área da bacia do rio Uruçuí Preto na Chapada das Mangabeiras, PI.

| PARÂMETROS/MESES | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANUAL |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Temperatura máxima | 29,8 | 29,7 | 31,2 | 31,1 | 31,9 | 32,2 | 32,7 | 34,3 | 35,3 | 34,4 | 32,1 | 30,6 | 32,1 |
| Temperatura mínima | 20,2 | 20,7 | 20,4 | 20,6 | 20,0 | 18,6 | 18,2 | 18,7 | 20,5 | 21,1 | 20,6 | 20,2 | 20,0 |
| Temperatura média | 25,0 | 25,2 | 25,8 | 25,9 | 25,9 | 25,4 | 25,5 | 26,5 | 27,9 | 27,8 | 26,4 | 25,4 | 26,1 |
| Amplitude térmica | 9,6 | 9,1 | 10,9 | 10,6 | 11,9 | 13,6 | 14,6 | 15,6 | 14,8 | 13,3 | 11,5 | 10,4 | 12,2 |
| umidade relativa do ar | 77,5 | 76,5 | 73,3 | 69,6 | 64,4 | 60,3 | 50,8 | 48,1 | 48,8 | 57,4 | 69,0 | 74,8 | 64,2 |
| Insolação total | 185,8 | 157,9 | 177,2 | 193,2 | 250,7 | 277,6 | 292,9 | 297,1 | 263,5 | 223,0 | 198,2 | 184,6 | 2701,8 |
| Intensidade vento | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Nebulosidade | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,58 | 0,43 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,36 | 0,52 | 0,61 | 0,68 | 0,51 |
| Eapotranspiração | 108,9 | 92,4 | 118,0 | 113,2 | 115,1 | 102,8 | 108,2 | 131,5 | 163,4 | 170,1 | 131,4 | 115,6 | 1470,7 |
| Evaporação | 155,3 | 131,9 | 168,6 | 161,6 | 163,8 | 146,8 | 154,6 | 187,8 | 233,3 | 243,0 | 187,7 | 165,2 | 2099,7 |
| Precipitação | 175,3 | 161,6 | 158,5 | 104,9 | 22,1 | 3,2 | 1,1 | 1,2 | 9,9 | 57,4 | 127,9 | 149,1 | 913,9 |

Fonte: Autor (2013)

Utilizou-se o método de Thornthwaite & Mather (1948, 1955) para o cálculo do balanço hídrico climatológico em escala mensal para a área da bacia do rio Uruçuí Preto, ou seja, o balanço hídrico cíclico, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura média e precipitação. Essa técnica é a mais utilizada para trabalhar com dados de balanço global de água do ponto de vista climatológico. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, por meio da pluviosidade (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), considerando um nível máximo possível de armazenamento (CAD). O balanço hídrico fornece estimativas da

evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento efetivo de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal (Camargo, 1971).

Resultados e Discussão

A área em estudo tem uma temperatura máxima anual de 32,1°C, na área da bacia sua temperatura máxima anual é de 35,3 °C e a mínima anual de 29,7 °C. Têm-se como meses mais frios os meses de dezembro a maio e suas flutuações ocorrem entre 29,7 °C a 31,9 °C, os meses quentes ocorrem entre junho a novembro com oscilação entre 32,2 a 35,3°C.

A variabilidade da temperatura mínima durante os meses de setembro a maio flutua entre 20,2 a 21,1 °C, e nos meses de junho, julho e agosto a oscilação da temperatura mínima ocorrem entre 18,2 a 18,7°C, com uma temperatura anual de 20,0 °C.

As temperaturas médias mensais oscilam entre 25,0 a 27,9 °C com um valor anual de 26,1°C. A amplitude térmica nos meses de novembro a maio oscila de 9,1 a 11,9 °C e nos meses de junho a outubro sua fluabilidade é de 13,3 a 15,6 °C apresenta uma média anual de 12,2 °C.

A umidade relativa do ar (UR) média anual da bacia é de 64,2%, seus valores máximos e mínimos anuais oscilam entre 48,1 a 77,5% respectivamente, o município com maior teor de umidade relativa do ar é Alto Parnaíba e o município com menor teor de umidade relativa do ar é Santa Luz.

As intensidades do vento médias mensal para a área em estudo oscilam entre 1,5 a 1,9 ms⁻¹. A intensidade média anual é de 1,6 ms⁻¹.

Na Tabela 2 ver-se que a evaporação flui entre 131,9 mm no mês de fevereiro a 243,0 mm no mês de outubro, com uma taxa anual de 2.099,7 mm. Na Tabela 1, a evaporação máxima fluiu entre 159,0 a 287,9 mm com o máximo anual de 2.467,8 mm no município de Bom Jesus, na evaporação mínima observou-se flutuações de 101,1 mm a 186,0 mm com uma taxa anual de 1.571,6 mm no município de Cristalândia do Piauí.

Comparando os índices evaporados com os precipitados, nota-se que é um número significativo de água evaporado em relação aos índices precipitados.

A oscilação da evapotranspiração (ETP) de referencia média da área estudada ocorre entre 92,4 mm em fevereiro a 170,1 mm no mês de outubro, com uma taxa anual de 1.470,7 mm. A ETP máxima oscila entre 111,3 a 202,8 mm com uma variabilidade anual de 1.727,4 mm no município de Bom Jesus, já a ETP mínima oscila entre 70,7 a 130,2 mm com uma variabilidade anual de 1.10,1 mm no município de Cristino Castro. Comparando os índices evapotranspirados com os precipitados, nota-se que é um número significativo de água evapotranspirados em relação aos índices precipitados.

Na Tabela 2 a insolação total tem redução a partir da segunda quinzena de outubro e se prolonga até a segunda quinzena do mês de abril, época em que esta finalizando o período chuvoso. Entre maio e primeira quinzena de outubro os valores ou as incidências dos raios solares são quase que diretamente a superfície e tem-se uma elevação significativa nos seus índices. O município de Bom Jesus é o que apresenta os valores mensais e anuais de insolação total máxima já Alto Parnaíba no Estado do Maranhão é o que apresenta os menores valores mensais e anuais de insolação total.

A nebulosidade decai nos meses de junho a setembro com variações médias de

0,28 a 0,36 décimos de cobertura, enquanto que nos meses de novembro a maio, ela mantém em elevação devido às ocorrências das chuvas, esta elevação nos índices de nebulosidade se deve aos fatores provocadores da precipitação no Estado. A cobertura de nebulosidade anual para a área da bacia do rio Uruçuí preto é de 0,51 décimos. Os municípios de maiores e menores ocorrências de coberturas de nuvens são Alvorada do Gurguéia e Currais.

Para os cálculos dos índices de: umidade (IU), aridez (IA) e hídrico (IH) foram determinados através do computo do BH da área em estudo onde se realizou a classificação climática segundo Köppen. De acordo com os sistemas de classificação de Köppen, distinguem-se dois tipos climáticos na bacia do rio Uruçuí Preto na Chapada da Mangabeira o **Aw**, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno; **BSh**, semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco, (Tabela 3).

A classificação climática visa identificar em uma grande área ou região zonas com características climáticas e biogeográficas relativamente homogêneas. Fornece indicação valiosa sobre as condições ecológicas, potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região. As classificações climáticas de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955) utilizaram

uma escala de índices climáticos definidos com base no balanço hídrico climatológico (BHC) – índice hídrico, índice de aridez e índice de umidade – constituindo as duas metodologias mais clássicas de regionalização climática.

A incorporação de cenários pluviométricos (anos secos, regulares, chuvosos e médios) a estudo desta natureza é desejável, por promover um salto de qualidade à metodologia clássica, tornando-se mais ajustados e adequados à variabilidade natural das precipitações e as expectativas pluviométricas dos modelos numéricos de previsões climatológicas em uso no Brasil (Varejão-Silva & Barros, 2001).

É um sistema de classificação climática criada por Charles Warren Thornthwaite, no qual o fator mais importante é a evapotranspiração potencial e a sua comparação com a precipitação que é típica de uma determinada área. Com base nesses dados, são calculados vários índices. O índice de umidade (IU) é usado para classificar o clima numa escala de umidade que vai do seco (IU entre -110 e -66) ao muito úmido (com IU superior a 100). Outro dos índices de Thornthwaite, o índice de eficiência térmica, é usado para classificar os climas entre megatérmico e gelado. Ambos estes índices dividem os climas em 9 classes climáticas diferentes.

Tabela 3. Cálculo dos índices de: umidade (IU), aridez (IA) e Hídrico (IH) e a classificação climática segundo KÖPPEN.

| Ordem | Municípios/Coordenadas/Índices | LAT ° ' | LONG ° ' | ALT m | IU % | IA % | IH % | Classificação Köppen |
|-------|--------------------------------|------------|-------------|----------|---------|---------|---------|-------------------------|
| 1 | Alvorada do Gurguéia | 08 25 | 43 46 | 281,0 | 50,69 | 0,51 | -0,30 | Bsh |
| 2 | Alto Parnaíba | 09 07 | 45 56 | 220,0 | 57,45 | 0,57 | -0,34 | AW |
| 3 | Avelino Lopes | 10 08 | 43 57 | 400,0 | 49,65 | 0,50 | -0,30 | Bsh |
| 4 | Fazenda Vereda da Mata | 10 22 | 43 58 | 500,0 | 47,86 | 0,48 | -0,29 | Bsh |
| 5 | Fazenda Viração | 09 53 | 43 54 | 420,0 | 46,08 | 0,46 | -0,28 | Bsh |
| 6 | Barreiras do Piauí | 09 55 | 45 28 | 500,0 | 41,17 | 0,41 | -0,15 | AW |
| 7 | Bom Jesus | 09 04 | 44 21 | 220,0 | 43,92 | 0,44 | -0,25 | Bsh |
| 8 | Fazenda Conceição | 08 46 | 44 24 | 390,0 | 43,69 | 0,44 | -0,26 | Bsh |
| 9 | Fazenda Barra Verde | 09 18 | 44 31 | 260,0 | 48,75 | 0,49 | -0,29 | Bsh |
| 10 | Colônia do Gurguéia | 08 10 | 43 48 | 200,0 | 62,64 | 0,63* | -0,38 | Bsh |
| 11 | Corrente | 12 26 | 45 09 | 434,0 | 38,62 | 0,39 | -0,08 | AW |
| 12 | Fazenda Barras | 10 03 | 45 04 | 490,0 | 49,95 | 0,50 | -0,30 | AW |
| 13 | Fazenda Caxingó | 10 31 | 45 13 | 500,0 | 39,25 | 0,39 | -0,17 | AW |
| 14 | Fazenda Jenipapeiro | 10 39 | 45 11 | 510,0 | 39,72 | 0,40 | -0,14 | AW |
| 15 | Cristalândia do Piauí | 10 39 | 45 11 | 600,0 | 72,00 | 0,72* | -0,43 | AW |
| 16 | Cristino Castro | 08 48 | 44 13 | 240,0 | 47,07 | 0,47 | -0,27 | Bsh |
| 17 | Fazenda Lagoa Grande | 08 33 | 44 32 | 320,0 | 44,41 | 0,44 | -0,27 | Bsh |
| 18 | Fazenda Japeganga | 08 44 | 43 56 | 240,0 | 39,85 | 0,40 | -0,09 | Bsh |
| 19 | Fazenda Malhadinha | 08 26 | 43 42 | 210,0 | 39,85 | 0,40 | -0,09 | Bsh |
| 20 | Curimatá | 10 02 | 44 17 | 350,0 | 45,51 | 0,46 | -0,27 | Bsh |
| 21 | Fazenda São Francisco | 10 28 | 44 03 | 600,0 | 44,80 | 0,45 | -0,25 | Bsh |
| 22 | Currais | 09 00 | 44 24 | 320,0 | 44,19 | 0,44 | -0,24 | Bsh |
| 23 | Eliseu Martins | 08 12 | 43 23 | 210,0 | 52,64 | 0,53 | -0,32 | Bsh |
| 24 | Fazenda Puca | 08 03 | 43 39 | 280,0 | 47,23 | 0,47 | -0,28 | Bsh |
| 25 | Fazenda Chupeiro | 08 02 | 43 28 | 320,0 | 38,04 | 0,38 | -0,19 | Bsh |
| 26 | Gilbués | 09 49 | 45 21 | 500,0 | 40,33 | 0,40 | -0,14 | AW |
| 27 | Fazenda Melancia | 09 10 | 45 15 | 380,0 | 39,62 | 0,40 | -0,03 | AW |
| 28 | Fazenda Santa Maria | 09 13 | 45 16 | 370,0 | 38,21 | 0,38 | -0,18 | AW |
| 29 | Fazenda Boqueirão dos Felipes | 09 45 | 45 40 | 580,0 | 39,89 | 0,40 | -0,10 | AW |
| 30 | Fazenda Bela Vista | 09 42 | 45 23 | 520,0 | 37,36 | 0,37 | -0,10 | AW |
| 31 | Fazenda Galheiro | 10 03 | 45 22 | 630,0 | 37,61 | 0,38 | -0,08 | AW |
| 32 | Júlio Borges | 10 19 | 44 14 | 389,0 | 41,39 | 0,41 | -0,19 | AW |
| 33 | Manoel Emidio | 07 59 | 43 51 | 200,0 | 52,30 | 0,52 | -0,31 | Bsh |
| 34 | Monte Alegre do Piauí | 09 45 | 45 17 | 454,0 | 39,30 | 0,39 | -0,15 | AW |
| 35 | Fazenda Paus | 09 33 | 44 41 | 280,0 | 35,44 | 0,35 | 0,01* | AW |
| 36 | Fazenda Vereda da Glória | 09 45 | 44 52 | 290,0 | 39,57 | 0,40 | -0,19 | AW |
| 37 | Fazenda Regalo | 09 47 | 45 20 | 520,0 | 42,14 | 0,42 | -0,21 | AW |
| 38 | Morro Cabeça no Tempo | 09 43 | 43 54 | 479,0 | 39,24 | 0,39 | -0,18 | Bsh |
| 39 | Palmeira do Piauí | 08 48 | 44 18 | 268,0 | 52,17 | 0,52 | -0,31 | Bsh |
| 40 | Parnaguá | 10 13 | 44 38 | 316,0 | 40,44 | 0,40 | -0,18 | AW |
| 41 | Fazenda Barreiro | 09 59 | 44 37 | 310,0 | 43,97 | 0,44 | -0,26 | AW |
| 42 | Fazenda Mocambo | 09 44 | 44,36 | 337,0 | 45,82 | 0,46 | -0,27 | AW |
| 43 | Redenção do Gurguéia | 09 30 | 44 36 | 365,0 | 47,67 | 0,48 | -0,28 | Bsh |
| 44 | Riacho Frio | 10 07 | 44 57 | 400,0 | 41,79 | 0,42 | -0,20 | AW |
| 45 | São Gonçalo do Gurguéia | 10 01 | 45 18 | 440,0 | 39,51 | 0,40 | -0,17 | AW |
| 46 | Santa Filomena | 09 05 | 46 51 | 380,0 | 38,84 | 0,39 | 0,09* | AW |
| 47 | Fazenda Cachoeira | 09 15 | 45 43 | 380,0 | 33,23 | 0,33 | 0,40* | AW |
| | | 08 | | | | | | |
| 48 | Santa Luz | 55 | 44 03 | 340,0 | 46,78 | 0,47 | -0,27 | Bsh |
| 49 | Sebastião Barros | 10 49 | 44 50 | 360,0 | 36,97 | 0,37 | -0,06 | AW |

Fonte: Autor, 2013.

A Tabela 4 demonstra a classificação climática segundo Thornthwaite & Mather levando-se em consideração os índices de

aridez, umidade e hídricos e quatro tipos climáticos predominantes para a área em estudo.

A Figura 2 exibe o balanço hídrico regional de Thornthwaite & Mather (1955) para a área a bacia do rio Uruçuí preto na Chapada das Mangabeiras, PI. No balanço hídrico climatológico o excedente hídrico ocorre entre os meses de abril a julho, a

deficiência hídrica ocorre entre os meses de dezembro e janeiro, a reposição das águas ocorrem nos meses de fevereiro e março, a retirada das águas do solo ocorrem entre os meses de agosto a janeiro.



Figura 2 - Balanço hídrico climatológico médio mensal para a área da bacia do rio Uruçuí preto na Chapada da Mangabeiras, PI.

Tabela 4. Classificação climática segundo Thornthwaite & Mather levando-se em consideração os índices de aridez, umidade e hídricos e quatro tipos climáticos predominantes.

| Ordem | Municípios\ Parâmetros | Tipos climáticos predominantes | | | | Médio |
|-------|---------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | | Cenários pluviométricos | Seco | Regular | Chuvoso | |
| 1 | Alvorada Gurguéia | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Semiárido |
| 2 | Alto Parnaíba - MA | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Semiárido |
| 3 | Avelino Lopes | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Subúmido seco |
| 4 | Fazenda Vereda da Mata | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Subúmido seco |
| 5 | Fazenda Viração | Classificação | Semiárido | Subúmido | Úmido | Subúmido seco |
| 6 | Barreira do Piauí | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Subúmido seco |
| 7 | Bom Jesus | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Subúmido seco |
| 8 | Fazenda Conceição | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Subúmido seco |
| 9 | Fazenda Barra Verde | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido seco | Subúmido seco |
| 10 | Colônia do Gurguéia | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | Subúmido seco |
| 11 | Corrente | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | Subúmido seco |
| 12 | Fazenda Barra | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | Subúmido |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|---------------|-----------|-----------|----------|----------|
| | | | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 13 | Fazenda Caxingó | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | Subúmido |
| 14 | Fazenda Jenipapeiro | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 15 | Cristalândia do Piauí | Classificação | Semiárido | Semiárido | Subúmido | Subúmido |
| 16 | Cristino Castro | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 17 | Fazenda Lagoa Grande | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 18 | Fazenda Japeganga | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 19 | Fazenda Malhadinha | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 20 | Curimatá | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 21 | Fazenda São Francisco | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 22 | Currais | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 23 | Elizeu Martins | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 24 | Fazenda Puca | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 25 | Fazenda Chupeiro | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 26 | Gilbués | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 27 | Fazenda Melância | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 28 | Fazenda Santa Maria | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 29 | Fazenda Boqueirão dos Felipes | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 30 | Fazenda Bela Vista | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 31 | Fazenda Galheiro | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 32 | Julio Borges | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 33 | Manoel Emídio | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 34 | Monte Alegre do Piauí | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 35 | Fazenda Paus | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 36 | Fazenda Vereda da Glória | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 37 | Fazenda Regalo | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 38 | Morro Cabeça no Tempo | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 39 | Palmeira do Piauí | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 40 | Parnaguá | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 41 | Fazenda Barreiro | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 42 | Fazenda Mocambo | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 43 | Redenção Gurguéia | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 44 | Riacho Frio | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 45 | São Gonçalo do Gurguéia | Classificação | Semiárido | Subúmido | Subúmido | seco |
| 46 | Santa Filomena | Classificação | Semiárido | Subúmido | Subúmido | seco |
| 47 | Fazenda Cachoeira | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 48 | Santa Luz | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |
| 49 | Sebastião Barros | Classificação | Árido | Semiárido | Subúmido | seco |

Fonte: EMBRAPA Meio-Norte. AUTOR (2013).

Conclusões

Na análise climatológica para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí preto os meses de novembro a abril ocorrem os maiores índices pluviométricos, os maiores valores de evapotranspiração e evaporação ocorrem nos meses de agosto a dezembro, e os meses de menores umidades relativa do ar são agosto e setembro.

A retirada de água na área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí preto ocorrem nos meses de agosto a janeiro, as deficiências hídricas ocorrem entre os meses de outubro a janeiro, a reposição das águas acontecem nos meses de fevereiro e março e os excedentes hídricos ocorrem entre os meses de abril a julho.

As interpolações de Umidade relativa do ar para a área em estudo apresentam dependência da localização geográfica (latitude e longitude), e sobre tudo, da topografia local. Em termos médios, predominam as classes de ocorrências de 60 a 80% nos meses de novembro a maio.

Os meses de maiores insolação ocorrem entre maio a outubro com flutuações variando de 223,0 a 297,1 horas e décimos, estas insolações elevadas estão correlacionadas com a baixa cobertura de nuvens e com os fatores meteorológicos transientes da área de estudo.

O sistema de classificação climática de Köppen é eficiente somente para a macroescala e, com baixa capacidade de

separação de tipos de climas levando-se em consideração a temperatura do ar, a precipitação pluvial e elementos resultantes do balanço hídrico. Conseqüentemente, não deve ser utilizado em estudos agroclimáticos regionais como na determinação de zonas agrometeorológicas.

Agradecimentos

A CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e mestrado e a Engenheira Eletricista Eyres Diana Ventura Silva pela elaboração do programa computacional aplicado na análise da série de precipitação.

Referências

- Almeida, H. A. de. 2001. Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 182, 32p.
- Aragão, J. O. R. 1975. Um estudo das estruturas das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil. (INPE-789-TPT/017). Dissertação (Mestrado em Meteorologia).
- Camargo, A. P. 1971. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 28p. (Boletim Técnico, 116).
- COMDEPI. 2002. Companhia de desenvolvimento do Piauí. Estudo de

viabilidade para aproveitamento hidroagrícola do vale do rio Uruçuí Preto. Teresina.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

Galvêncio, J. D. Sousa, F. A. S.; Srinivasan, V. S. 2006. Balanço hídrico à superfície da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 11 N.3 Jul/Set, 135-146.

Gomes Filho, M. F. 1979. Um estudo sobre a influência do albedo diferencial e da orografia na circulação atmosférica: uma aplicação para o Nordeste brasileiro. Instituto de Pesquisa Espaciais, INPE-1640-TDL/015, Dissertação (Mestrado em Meteorologia).

Güntner, A.; Krol, M.; Araújo, J. C.; Bronstert, A. 2004. Simple water balance modeling of surface reservoir systems in a large data scarce semiarid region. Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques, v. 49, n.5, p.901-918.

Köppen, W.; Geiger, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

Medeiros, R. M. 2007. Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí. p.120.

WMO. Organização Meteorológica Mundial. 1989. Calculation of monthly and annual 30 - year standard normals. Geneva (WMO Technical document, n. 341; WCDP, n.10).

WMO, World Meteorological Organization. 2009. Guide to Climatological Practices. Third Edition (draft). WMO Nº 100, Genebra: WMO.

Thornthwaite, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, 38(1), p.55-94.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. 1955. The water balance. Publications in Climatology – Drexel Institute of Technology. New Jersey, v.8, n.1, p.1-86.

Ufoegbune, G. C. Yusuf, H. O. Eruola, A. O. Awomeso, J. A. 2011. Estimation of Water Balance of Oyan Lake in the North West Region of Abeokuta, Nigeria. British Journal of Environment & Climate Change, v.1, n.1, p.13-27.

Varejão-Silva, M. A. & Barros, A. H. C. 2001. Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos. Recife: COTEC/DATA AGROS/SPRRA-PE, 38p. (Relatório Técnico).