
O BALANÇO HÍDRICO E O AQUECIMENTO NO MUNICÍPIO DE CARUARU – PE, BRASIL

Raimundo Mainar de **MEDEIROS**

Pós-Doc., Dr. Universidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Tecnologia
Rural- UFRPE

E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

RESUMO: O balanço hídrico contabiliza a eficiência e afere a disponibilidade de água no solo. O objetivo é avaliar as condições hídricas por meio do panorama climáticas da precipitação e temperatura do ar buscando os resultados do aquecimento global no balanço hídrico climático de grande valia para o setor agrícola e conseqüentemente para a economia, favorecendo um gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Os dados pluviométricos foram adquiridos da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990), Agencia Pernambucana de Água e Clima (APAC, 2017) compreendido entre os anos de 1913 a 2016. Utilizaram-se dos valores da temperatura média do ar estimadas pelo software Estima_T. As mudanças de CAD praticamente não alteram os poderes evaporativos, as deficiências e excedentes hídricos excetos para os aumentos de temperatura e redução de chuvas. Com aumento na temperatura e redução na precipitação as deficiências hídricas sem ampliam e provocam desates maiores desgastes nos níveis de represas, açudes, agronegócios, agropecuária entra tantas outras áreas. A população deverá recorrer ao armazenamento de água de chuva cotidianamente, no setor agrícola deverá plantar com sementes supre precoce resistente a baixos índices pluviais. Observou-se que os fenômenos climatológicos El Niño e La Niña não influenciaram de forma significativa nos índices pluviométricos das localidades estudadas.

Palavra chaves: Flutuações hidroclimáticas, elementos meteorológicos, conforto térmico, agricultura.

THE WATER BALANCE AND HEATING IN CARUARU - PE, BRAZIL

SUMMARY: The water balance accounts for the efficiency and affects the availability of water in the soil. The objective is to evaluate the water conditions through the climatic panorama of the precipitation and air temperature seeking the results of global warming in the climatic water balance of great value for the agricultural sector and consequently for the economy, favoring an integrated management of the water resources. The rainfall data were acquired from the Northeast Development Superintendency (SUDENE, 1990), the Pernambuco Water and Climate Agency (APAC, 2017) from 1913 to 2016. The mean air temperature values estimated by the software Estima_T. CAD changes virtually do not alter evaporative powers, deficiencies and water surpluses excepted for temperature increases and rainfall reduction. With increasing temperature and reduced rainfall, water deficiencies do not widen and cause greater losses in the levels of dams, dams, agribusiness, agriculture and livestock. The population should resort to storing rainwater every day, in the agricultural sector should plant

with seed supplies early resistant to low rainfall. It was observed that the El Niño and La Niña climatological phenomena did not significantly influence the pluviometric indices of the studied localities.

Keywords: Hydroclimatic fluctuations, meteorological elements, thermal comfort, agriculture.

EL BALANCE HÍDRICO Y EL CALEFACCION EN EL MUNICIPIO DE CARUARU - PE, BRASIL

RESUMEN: El balance hídrico contabiliza la eficiencia y aporta la disponibilidad de agua en el suelo. El objetivo es evaluar las condiciones hídricas por medio del panorama climático de la precipitación y temperatura del aire buscando los resultados del calentamiento global en el balance hídrico climático de gran valor para el sector agrícola y consecuentemente para la economía, favoreciendo una gestión integrada de los recursos hídricos. Los datos pluviométricos fueron adquiridos de la Superintendencia del Desarrollo del Nordeste (SUDENE, 1990), Agencia Pernambucana de Agua y Clima (APAC, 2017) comprendido entre los años 1913 a 2016. Se utilizaron los valores de la temperatura media del aire estimadas por el software Estima_T. Los cambios de CAD prácticamente no alteran los poderes evaporativos, las deficiencias y excedentes hídricos excepcionales para los aumentos de temperatura y reducción de lluvias. Con aumento en la temperatura y reducción en la precipitación las deficiencias hídricas sin amplían y provocan desates mayores desgastes en los niveles de represas, azudes, agronegocios, agropecuaria entra tantas otras áreas. La población deberá recurrir al almacenamiento de agua de lluvia cotidianamente, en el sector agrícola deberá plantar con semillas súper precoz resistente a bajos índices pluviales. Se observó que los fenómenos climatológicos El Niño y La Niña no influenciaron de forma significativa en los índices pluviométricos de las localidades estudiadas.

Palabra clave: Fluctuaciones hidroclimáticas, elementos meteorológicos, confort térmico, agricultura.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas, devido ao efeito estufa, podem causar efeitos ambientais adversos, traduzidos em aumento de temperatura; mudança no regime hidrológico, com aumento de precipitações em algumas regiões e diminuição em outras, além de intensificarem as variações temporais e espaciais das chuvas; alteração na evapotranspiração de regiões; e outros efeitos como elevação do nível médio do mar, favorecimento de queimadas e perda de biomas (IPCC, 2007; BATES *et al.*, 2008).

Em muitas regiões, a disponibilidade de recursos hídricos é adequada, porém mal distribuída geográfica e temporalmente, os volumes de água armazenados são frequentemente sobre utilizados, quando deveriam propiciar vazões regularizadas visando o atendimento de

demanda bem definidos e permitindo equilíbrio entre a disponibilidade natural e a necessidade hídrica em conformidade com Galvêncio *et al.* (2006).

Medeiros *et al.* (2012) avaliaram o comportamento das condições hídricas em decorrência do aquecimento global, analisando a disponibilidade hídrica futura do município de Cabaceiras. Tal averiguação foi através do comportamento hídrico o qual se efetuou o cálculo BHC segundo os métodos de Thornthwaite e Mather (1948, 1955). Os resultados foram aplicados para as condições médias e em seguida usou-se os cenários de precipitação mensal (redução de 10,0% e 20,0%) e de temperatura (acréscimo de 1,0°C e 4,0°C). Observou-se que em condições médias ocorre deficiência hídrica em todos os meses para os casos do BHC e para as simulações de reduções de 10 e 20%. O valor da evapotranspiração potencial anual é aproximadamente quatro vezes superior ao da precipitação, e o valor da evapotranspiração real é igual ao da precipitação anual. Na simulação do BHC com redução de chuvas em 10% e 20% e aumento de 1°C e 4°C na temperatura média ocorre redução nos índices pluviométricos e evaporativos, ao passo que a evapotranspiração potencial continua em elevação extrema.

Melo *et al.* (2015) mostraram que a temperatura é importante elemento meteorológico e na grande parte do território nacional a escassez de dados meteorológicos é um dos fatores que mais limitam a realização de estudos suficientemente detalhados sobre os tipos climáticos. O aumento da temperatura e umidade pode estar relacionado à maior incidência de vetores de propagação de vírus e microrganismos causadores de doenças como meningite, dengue e pneumonia segundo Sousa *et al.* (2007).

Segundo Moreno *et al.* (2016), estudos da variabilidade espaço temporal de longas séries meteorológicas, além de contribuírem indicando quais as áreas mais propícias ao sistema de plantio e semeadura de culturas, indica também os períodos de plantio e colheita, fornecendo informações extremamente importantes sobre possíveis discontinuidades climáticas.

Silva *et al.* (2011) analisaram as séries climatológicas normais referentes aos anos de 1931–1960 e 1961-1990 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos seguintes elementos meteorológicos: temperaturas (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, precipitação, deficiência e excedente hídrico, realizaram-se os cálculos do balanço hídrico climatológico para os períodos estudados. Realizaram, assim, a classificação climática e as análises das indicações de mudanças climáticas no município de Recife-PE. Para tanto, as metodologias de cálculo do Balanço Hídrico Climático foram utilizados de acordo com Thornthwaite e Mather (1955) e as abordagens das mudanças climáticas e de classificação de Thornthwaite (1955). Realizou-se levantamento histórico para a área estudada, visando

entender as possíveis variações do tempo e clima com as mudanças ocorridas entre bairros, vilas, córregos e aterros que vem contribuindo para indícios de mudanças climáticas na área referenciada. As áreas estudadas mostraram oscilações diferentes na temperatura e registrou que a temperatura mínima é a que registra mais variabilidade, ou seja, as madrugadas estão ficando mais quentes. As deficiência e excedente hídrico estão relacionados com os fatores meteorológicos de larga escala atuantes durante suas variabilidades.

O estudo da pluviometria local é geralmente de interesse da hidrologia e da meteorologia, mas as informações geradas a respeito possuem importância em muitas áreas da Engenharia tais como: Ambiental, Florestal, Agronomia, Agrícola, Recurso hídricos, entre tantas aplicações e usos. A precipitação pluvial é um dos elementos essenciais nas atividades agrícolas, a partir do volume de chuva precipitado e da sua distribuição pode-se determinar quais os tipos de atividades agrícolas de certa localidade segundo Arraes *et al.* (2009).

Blain (2010) cita que a comunidade científica mundial vem se preocupando muito com o tema mudança climática. E de acordo com Costa *et al.* (2015), uma das variáveis climáticas mais importantes é a precipitação, com relação às inúmeras atividades humanas, através destas informações de precipitação pode-se realizar planejamento adequado.

Costa *et al.* (2015) avaliaram a variação da evaporação no tanque classe “A” no município de Teresina-PI em três décadas (1986-1995; 1996-2005; 2006-2011; 2012-2016) e meia e realizaram comparação com as mudanças na urbanização ocorrida em tal período, encontrando alterações nos índices evaporativos em face da ocupação do homem e suas respectivas modificações no espaço. Os índices evaporativos tiveram maiores significâncias a partir da década de 1996, devido à verticalização urbana, alteração da área vegetal, compactação do solo com a pavimentação, aterramento de lagoas e eutrofização dos espelhos da água. O estudo complementa as descobertas feitas na qual concluem que os padrões de desenvolvimento urbano em expansão têm impacto negativo sobre a cobertura de vegetação regional e aumentam a frequência de eventos extremos de calor, devido ao desmatamento em todo o município.

A evapotranspiração potencial (ETP) é o fenômeno associado à perda simultânea de água do solo pela evaporação e da planta pela transpiração. A estimativa da ETP mostra a máxima perda de água possível ocorrer em uma comunidade vegetada. Ela significa a demanda máxima de água pela cultura e vem a tornar-se o referencial de máxima reposição de água à cultura, seja pela irrigação ou pela precipitação, de acordo com Barros *et al.* (2012).

De acordo com Bezerra *et al.* (2012) a evapotranspiração das culturas é variável fundamental no planejamento e execução de um manejo de irrigação. O método proposto pela FAO-56 (Allen *et al.*, 1998) baseado no produto entre a evapotranspiração de referência e o coeficiente de cultura, característico de cada fase fenológica da cultura.

Medeiros *et al.* (2014) estudando o município de Campina Grande - PB observaram que a ETP obteve taxa anual de 1.076,8 mm, com variações de 105,4 mm no mês de dezembro a 71,3 mm no mês de agosto.

O objetivo é avaliar as condições hídricas por meio do panorama climáticas da precipitação e temperatura do ar buscando os resultados do aquecimento global no balanço hídrico climático de grande valia para o setor agrícola e conseqüentemente para a socioeconômica, favorecendo um gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Para tanto, o balanço hídrico climatológico (BHC) tem como metodologia contabilizar a eficiência e aferir a disponibilidade de água no solo. A entrada de água se dá pela precipitação ou pelo sistema de irrigação, a saída de água do sistema se dá pela evapotranspiração e/ou pela drenagem natural. Desta forma, quer se verificar as influências do fenômeno oceânico de larga escala El Niño e La Niña nas distribuições pluviais.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Procedimentos metodológicos

Área de estudo

O município de Caruaru está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião do Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Toritama, Vertentes, Frei Miguel e Taquatinga do Norte, a sul com Altinho e Agrestina, a leste com Bezerros e Riacho das Almas, e a oeste com Brejo da Madre de Deus e São Caitano. A área municipal ocupa 928,1 km² e representa 0,94% do Estado de Pernambuco, sendo que 16,6 km² estão em perímetro urbano e os 903,9 km² restantes formam a zona rural. A sede do município tem altitude de 554 metros e coordenadas geográficas de 08°17'S latitude e 35°58'W de longitude, distando 140,7 km da capital. Na figura 1 tem-se a localização do município de Caruaru.

Figura 1. Localização do município de Caruaru – PE.



Fonte: adaptada pelo autor.

O município de Caruaru está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos trata-se de bastante variada, com certa predominância de média para alta. O município é cortado por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo, (CPRM, 1972).

Por se localizar nas terras da Borborema o solo tem superfícies suaves onduladas a onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas elevações ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas, (CPRM, 1972).

A vegetação é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes. Predomina a caatinga como vegetação dominante do município, com árvores típicas, como: juazeiro, baraúna, mulungú, algaroba e imburana, arbustos do tipo velameiro, marmeleiro e urtiga, broméliaceas do tipo como o caroá, macambira, gravatá e os cactáceas do tipo facheiro, xique-xique, mandacarú, coroa-de-frade e palmatória. Possui ainda, vegetação úmida e arborizada (floresta tropical) ao sul, pois faz divisa com o brejo pernambucano no extremo sul do município, (CPRM, 1972).

O clima de Caruaru, de acordo com a classificação de Köppen (1920), é do tipo semiárido (BSh), possuindo verões quentes e secos e invernos amenos e chuvosos, a

classificação climática está de acordo com Alvares *et al.* (2014) e em conformidade com a classificação realizada por Medeiros *et al.* (2018) A quadra chuvosa se inicia em fevereiro com chuvas de pré-estação (chuvas que ocorrem antes da quadra chuvosa) com seu término ocorrendo no final do mês de agosto e podendo se prolongar até a primeira quinzena de setembro. O trimestre chuvoso centra-se nos meses de maio, junho e julho e os seus meses seco ocorrem entre outubro, novembro e dezembro. Os fatores provocadores de chuvas no município são a contribuição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), formação dos vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAS), contribuição dos ventos alísios de nordeste no transporte de vapor e umidade as quais condensam e forma nuvens provocando chuvas de moderadas a fortes, formações das linhas de instabilidades, orografia e suas contribuições local e regional (Medeiros, 2016).

Os dados pluviométricos foram adquiridos da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990), Agencia Pernambucana de Água e Clima (APAC, 2017) compreendido entre os anos de 1913 a 2016. Utilizou-se de cálculos simplificados estatisticamente para definir, média, desvio padrão, coeficiente de variância, máximos e mínimos valores absolutos ocorridos, definiu-se a quadra chuvosa e seca, o trimestre seco e chuvoso além do mês seco e chuvoso.

Os dados utilizados neste estudo foram às médias mensais de temperaturas do ar (°C) do período de 1913 a 2016, estes dados foram estimados através do *software*, Estima_T, que faz estimativas de temperaturas do ar na Região Nordeste do Brasil. Este *software* divide a região nordeste em três áreas: 1- Maranhão e Piauí; 2- Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco e 3- Alagoas; Sergipe e Bahia. Segundo Cavalcanti *et al.* (1994), Cavalcanti *et al.* (2006) e Silva *et al.* (2006), para cada uma das regiões foram determinados os coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude.

Na metodologia adotada utilizou-se dos valores da temperatura média do ar estimados pelo software Estima_T (Cavalcanti e Silva, 1994; Cavalcanti et al., 2006). O modelo empírico de estimativa da temperatura do ar é uma superfície quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal, em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude de conformidade com os autores Cavalcanti et al. (2006), dada por:

$$T = C_0 + C_1 \lambda + C_2 \varnothing + C_3 h + C_4 \lambda_2 + C_5 \varnothing_2 + C_6 h_2 + C_7 \lambda \varnothing + C_8 \lambda h + C_9 \varnothing h$$

Onde:

C_0, C_1, \dots, C_9 são as constantes;

$\lambda, \lambda_2, \lambda \emptyset, \lambda h$ longitude;

$\emptyset, \emptyset_2, \lambda \emptyset$ latitude;

$h, h_2, \lambda h, \emptyset h$ altura.

Utilizou-se ainda da série temporal de temperatura, adicionando a esta a anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical de acordo com Cavalcanti et al. (2006).

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij}$$

Onde:

$i = 1, 2, 3, \dots, 12$

$j = 1950, 1951, 1952, 1953, \dots, 2014$.

O resultado do balanço hídrico (BH) foi obtido através das climatológicas de temperatura e da precipitação média da área municipal. Utilizou-se das capacidades de campo de 25 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm e 150 mm, realizou-se o BH com aumento de 1°C e 4°C com redução de 10% e 20% nos valores pluviais visando variabilidade de aquecimento na região de estudo. A metodologia utilizada foi à proposta por Thornthwaite e Mather (1948, 1955).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima global vem sofrendo modificações ao longo dos anos, o que leva a se pensar nas ações do homem, quando altera o ambiente, e através de novas tecnologias busca atender às pressões dos padrões de consumo, cada vez mais exigentes. Em Caruaru, o resultado pode ser observado no comportamento do clima, mais precisamente na temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, por se manifestarem mais diretamente no cotidiano da população. O padrão de consumo é proporcionalmente as variabilidades climáticas.

O resultado do balanço hídrico foi obtido através das climatológicas de temperatura e da precipitação média da área municipal de Caruaru para a capacidade de campo de 25 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm e 150 mm, realizou-se o BH com aumento de 1°C e 4°C e com redução de 10% e 20% nos índices pluviais.

Na tabela 1 tem-se o demonstrativo do balanço hídrico para a capacidade de campo (CAD) de 25, 50, 75, 100, 125 e 150 mm, para o município de Caruaru – PE.

Observando-se a tabela 1 das CAD's estudadas não se registrou variabilidades na evapotranspiração, em ambas as CAD's, o total anual evapotranspirados foi de 1.130,3 mm. A

precipitação média é de 516,4 mm, portanto evapotranspirou 45,68% acima do valor da precipitação para todas as CAD's estudadas.

Tabela 1. Balanço hídrico climatológico com a capacidade de campo de 25, 50, 75, 100, 125 e 150 mm, para o município de Caruaru – PE.

CAD	25				50				75			
	ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC
Jan	107,2	33,5	73,7	0,0	107,2	33,5	73,7	0,0	107,2	33,6	73,6	0,0
Fev	101,4	47,5	53,9	0,0	101,4	47,5	53,9	0,0	101,4	47,6	53,8	0,0
Mar	110,6	63,7	46,9	0,0	110,6	63,7	46,9	0,0	110,6	63,7	46,9	0,0
Abr	99,1	73,4	25,7	0,0	99,1	73,4	25,7	0,0	99,1	73,4	25,7	0,0
Mai	90,4	80,1	10,3	0,0	90,4	80,1	10,3	0,0	90,4	80,1	10,3	0,0
Jun	75,4	75,4	0,0	0,0	75,4	75,4	0,0	0,0	75,4	75,4	0,0	0,0
Jul	68,3	68,3	0,0	3,7	68,3	68,3	0,0	0,0	68,3	68,3	0,0	0,0
Ago	71,8	59,6	12,2	0,0	71,8	55,1	16,7	0,0	71,8	51,6	20,2	0,0
Set	78,3	30,5	47,8	0,0	78,3	34,3	44,0	0,0	78,3	33,7	44,6	0,0
Out	97,8	9,7	88,0	0,0	97,8	13,3	84,5	0,0	97,8	15,4	82,4	0,0
Nov	115,6	12,4	103,2	0,0	115,6	13,2	102,5	0,0	115,6	14,5	101,1	0,0
Dez	114,4	15,9	98,5	0,0	114,4	16,0	98,4	0,0	114,4	16,4	98,0	0,0
anual	1130,3	570,1	560,2	3,7	1130,3	573,8	556,5	0,0	1130,3	573,8	556,5	0,0

Continuação

CAD	100				125				150			
	ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC	ETP	EVR	DEF	EXC
Jan	107,2	33,8	73,3	0,0	107,2	34,1	73,1	0,0	107,2	34,4	72,8	0,0
Fev	101,4	47,6	53,7	0,0	101,4	47,8	53,6	0,0	101,4	48,0	53,4	0,0
Mar	110,6	63,8	46,8	0,0	110,6	63,8	46,7	0,0	110,6	64,0	46,6	0,0
Abr	99,1	73,5	25,6	0,0	99,1	73,5	25,6	0,0	99,1	73,6	25,5	0,0
Mai	90,4	80,1	10,3	0,0	90,4	80,1	10,3	0,0	90,4	80,2	10,3	0,0
Jun	75,4	75,4	0,0	0,0	75,4	75,4	0,0	0,0	75,4	75,4	0,0	0,0
Jul	68,3	68,3	0,0	0,0	68,3	68,3	0,0	0,0	68,3	68,3	0,0	0,0
Ago	71,8	49,6	22,1	0,0	71,8	48,4	23,4	0,0	71,8	47,5	24,3	0,0
Set	78,3	32,7	45,6	0,0	78,3	31,8	46,5	0,0	78,3	31,0	47,3	0,0
Out	97,8	16,2	81,6	0,0	97,8	16,4	81,4	0,0	97,8	16,3	81,4	0,0
Nov	115,6	15,7	100,0	0,0	115,6	16,4	99,2	0,0	115,6	17,0	98,7	0,0
Dez	114,4	17,0	97,4	0,0	114,4	17,6	96,8	0,0	114,4	18,1	96,3	0,0
anual	1130,3	573,8	556,5	0,0	1130,3	573,8	556,5	0,0	1130,3	573,8	556,5	0,0

Legenda: CAD=Capacidade de campo; ETP=Evapotranspiração (mm); EVR=Evaporação (mm); DEF=Deficiência hídrica (mm) e EXC=Excedente hídrico (mm).

Registraram-se oscilações mensais da evaporação em todas as CAD's, porém os seus valores anuais foram de 573,8 mm, com exceção a CAD de 25 mm com registro de 570,1 mm, salienta-se que as chuvas ocorridas para CAD de 25 mm foram em curto intervalo de tempo e o solo já se encontrava em capacidade de campo máxima, fato que contribuiu para reduzir seu índice evaporativo, evaporou 9,10% acima do valor anual pluviométrico. Evaporou 11,10% acima do valor precipitado (516,4 mm) para as CAD's de 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm e 150 mm respectivamente.

As deficiências hídricas registraram-se entre os meses de agosto a maio com variabilidades mensais diferentes entre as CAD's. Na CAD de 25 mm registrou-se DEF de 560,2 mm e suas oscilações mensais fluíram entre 10,3 mm no mês de maio a 103,2 mm em novembro. Nas CAD's de 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm e 150 mm o total anual das deficiências hídricas foi de 556,5 mm e suas flutuabilidades mensais ficaram sobre as flutuações dos fatores sinóticos atuante na área do município de Caruaru.

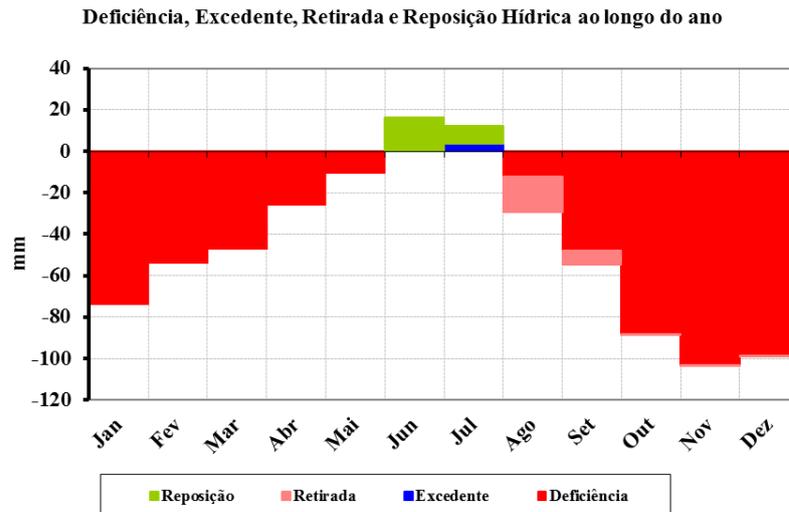
Trabalhos semelhantes foram desenvolvidos por Silva *et al.* (2011) e por Medeiros *et al.* (2012) os quais conseguiram resultados análogos ao desenvolvimento deste trabalho.

Os excedentes hídricos não se registrou nas CAD's estudadas exceto a CAD de 25 no mês de julho que apresentou 3,7 mm de excedente, visto que as chuvas ocorridas para CAD de 25 mm foram em curto intervalo de tempo e o solo já se encontrava em capacidade de campo máxima, fato que contribuiu para registro do excedente hídrico.

As figuras 2 a 9 representam os gráficos dos balanços hídricos com as de 25, 50, 75, 100, 125 e 150 mm respectivamente.

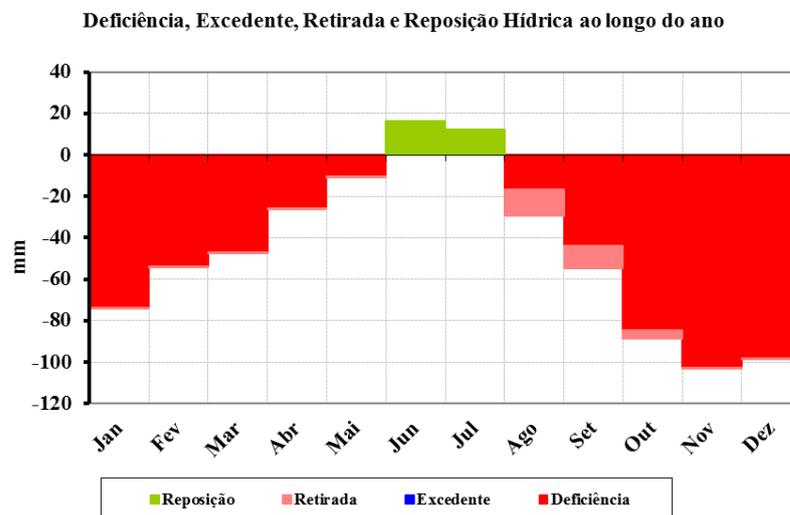
Figura 2 tem-se a representatividade do BH com a CAD 25 mm, apresenta pequena reposição de água no mês de julho, reposição de água nos meses de junho e julho, estas reposições foram realizadas por chuvas moderadas registradas nos referidos meses, retirada de água entre os meses de agosto a setembro e as deficiências hídricas registra-se ente os meses de agosto a maio.

Figura 2. Gráfico do balanço hídrico climatológico (CAD 25 mm) para o município de Caruaru – PE.



Reposição de água nos meses de junho e julho, nos referidos meses as chuvas ocorridas superaram a CAD de 25 e ocorreu a reposição e o excedente hídrico, retirada de água do solo entre os meses de agosto a outubro e deficiências hídricas entre setembro e maio conforme figura 3 para a CAD de 50 mm.

Figura 3. Gráfico do balanço hídrico climatológico (CAD 50 mm) para o município de Caruaru – PE.



Analisando a Figura 4 (CAD 75 mm) e figura 5 (CAD 100 mm) ambas as figuras têm deficiências hídricas entre os meses de agosto a maio e reposição ocorrendo nos meses de junho e julho, as CAD estabelecidas não foram necessárias para repor água no solo e causar excedentes, estas flutuações estão interligadas aos fatores climáticos de meso e grande escala conforme Marengo (2014). Salienta-se ainda que a reposição das águas ocorreram em apenas

um dia devido, ao volume precipitado que ultrapassaram a capacidade de campo e fetuou a reposição de água.

Figura 4. Gráfico do balanço hídrico climatológico (CAD 75 mm) para o município de Caruaru – PE

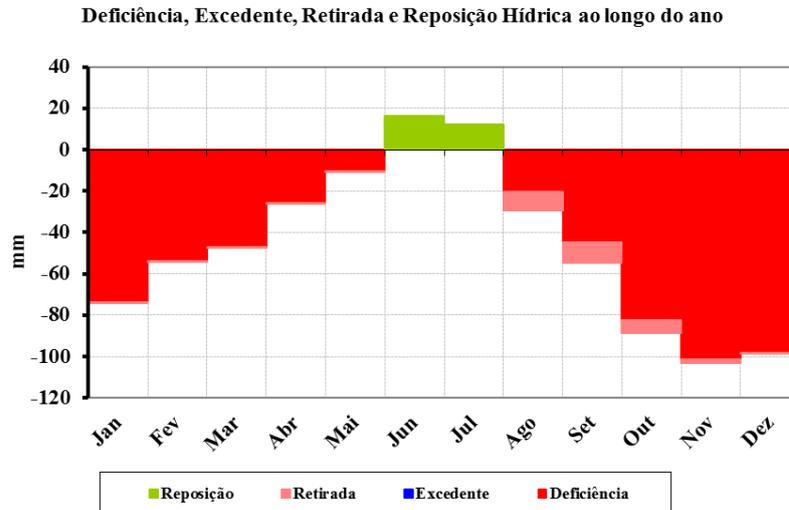
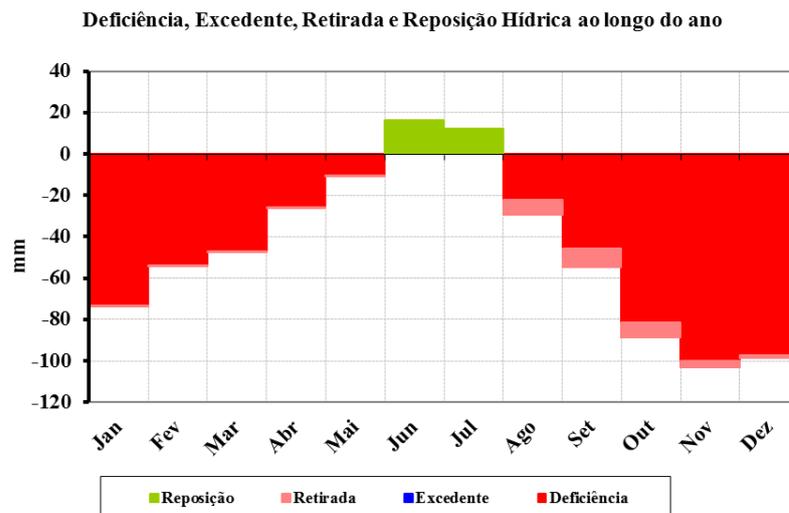


Figura 5. Gráfico do balanço hídrico climatológico (CAD 100 mm) para o município de Caruaru – PE.



Estudo como o de Assis *et al.* (2015) que afirmaram as mudanças do clima vêm intensificando cada vez mais a problemática da escassez hídrica, sobretudo em áreas áridas e semiáridas do planeta, destacando o semiárido do Nordeste do Brasil, por apresenta grande tendência à aridização, acompanhada de redução da oferta hídrica em função da alteração nos padrões pluviométricos com redução da frequência e intensidade das chuvas. Segundo ainda os autores, a região também é caracterizada com alto potencial para evaporação da água, em função da grande disponibilidade de energia solar, das temperaturas elevadas e da baixa umidade do ar. O Trabalho vem corroborar com os resultados a pesquisa em desenvolvimento.

Os índices pluviiais para as CAD de 125 mm e 150 mm fluíram abaixo da normalidade, visto que as chuvas registradas foram abaixo das CAD estudadas provando deficiências hídricas acentuadas e pequenas reposição de água do solo conforme as figura (6 e 7).

França *et al.* (2018) constataram que o El Niño(a) influenciaram nos índices pluviométricos dos municípios São Bento Una e Serra Talhada, observaram que em todos os anos de atuação dos fenômenos, as chuvas foram irregulares e abaixo do esperado. Deste modo, os resultados dos balanços hídricos apresentaram deficiências hídricas, altas evapotranspiração e conseqüente elevação da temperatura. Este estudo vem a corroborar com os resultados encontrados neste trabalho.

Figura 6. Gráfico do balanço hídrico climatológico (CAD 125 mm) para o município de Caruaru – PE.

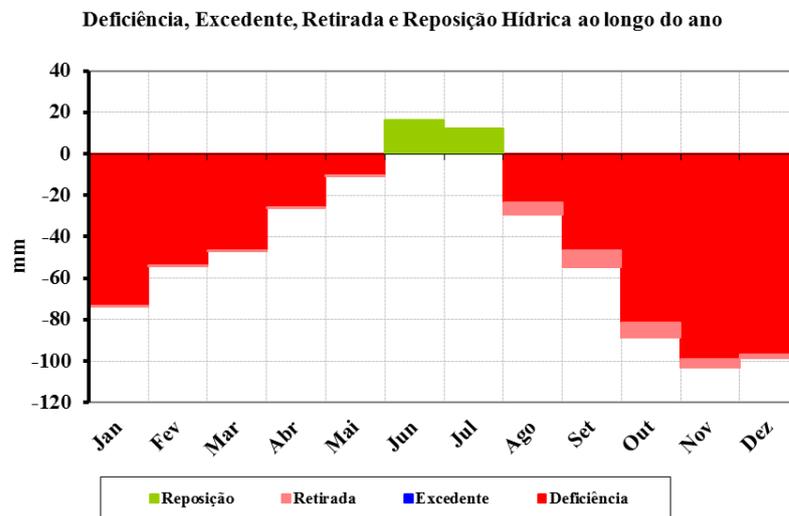
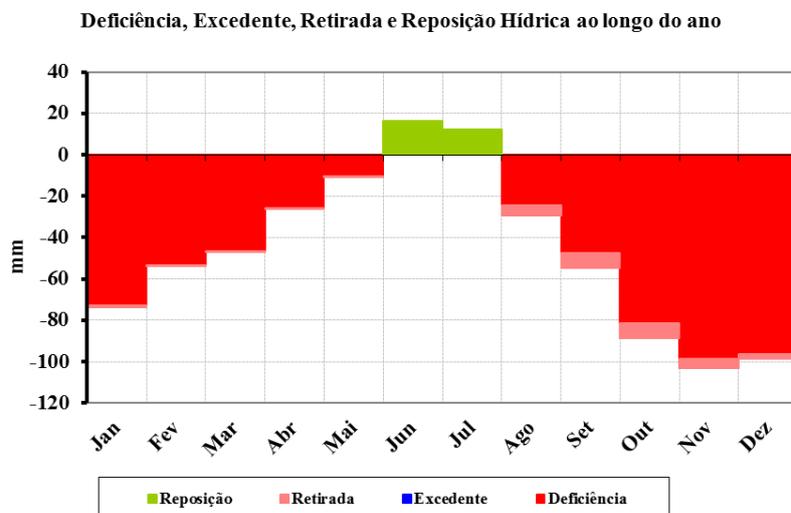


Figura 7. Gráfico do balanço hídrico climatológico (CAD 150 mm) para o município de Caruaru – PE.



Na Tabela 2 tem-se a variabilidade do balanço hídrico climatológico com a capacidade de campo de 100 mm e com aumento de temperatura de 1 °C e 4°C e redução de chuva em 10% e 20% para o município de Caruaru – PE. Com precipitação anual de 516,4 mm e temperatura média do ar de 23,9 °C para o cenário de aumento de 1 °C e redução nos índices pluviométricos de 10%. A evaporação real torna-se igual aos índices pluviométricos, ou seja, tudo que precipita é automaticamente evaporado. Os índices evapotranspirados são praticamente duas vezes e meia aos valores da precipitação ocorrida. Os excedentes hídricos não ocorrem durante nenhuns meses, às flutuações das deficiências hídricas mensais oscilam de 26,9 mm no mês de maio a 116,7 mm no mês de novembro. A deficiência hídrica anual 723,7 mm, correspondendo a 7,15% dos valores acima do total anual das precipitações. Os excedentes hídricos não ocorrerá para nenhum mês.

Para a redução dos índices pluviométricos de 20% e com aumento de 4 °C na temperatura registra-se temperatura média de 26,9 °C , o índice pluviométrico é reduzido de 516,4 mm/ano para 459 mm/ano, correspondendo a 11,12% de redução pluviométrico em relação a climatologia. A evaporação tem a mesma intensidade dos índices pluviométricos. A evapotranspiração ocorrerá com aumento significativo de duas vezes e meia em relação ao índice pluviométrico. Não ocorre excedentes hídricos em nenhuns dos meses, os índices de deficiências hídricas (DEF) fluirão de 34,5 mm no mês de julho a 176 mm no mês de novembro a DEF anual será de 1289,1 quase três vezes o valor da precipitação anual.

Tabela 2. Balanço hídrico climatológico com a capacidade de campo de 100 mm, com aumento de temperatura de 1 °C e 4°C e redução de chuva em 10% e 20% para o município de Caruaru – PE.

Meses	+1°C -10%						+4°C -20%					
	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,9	30,1	118,0	30,1	87,9	0,0	27,9	26,8	168,9	26,8	142,1	0,0
Fev	25,1	42,8	111,8	42,8	69,0	0,0	28,1	38,0	160,6	38,0	122,5	0,0
Mar	25,1	57,3	121,9	57,3	64,6	0,0	28,1	50,9	175,1	50,9	124,1	0,0
Abr	24,6	66,1	109,0	66,1	42,9	0,0	27,6	58,8	154,9	58,8	96,2	0,0
Mai	23,7	72,1	99,0	72,1	26,9	0,0	26,7	64,1	138,2	64,1	74,1	0,0
Jun	22,6	82,8	82,1	82,1	0,0	0,0	25,6	73,6	112,0	73,6	38,4	0,0
Jul	21,6	72,4	74,0	72,4	1,5	0,0	24,6	64,4	98,9	64,4	34,5	0,0
Ago	21,9	38,1	77,8	38,2	39,6	0,0	24,9	33,8	104,7	33,8	70,8	0,0
Set	22,7	21,3	85,2	21,5	63,7	0,0	25,7	18,9	116,5	18,9	97,6	0,0
Out	24,1	8,0	107,2	8,2	99,1	0,0	27,1	7,1	150,9	7,1	143,8	0,0
Nov	25,7	11,1	127,9	11,2	116,7	0,0	28,7	9,9	185,9	9,9	176,0	0,0
Dez	25,2	14,3	126,2	14,3	111,8	0,0	28,2	12,7	181,6	12,7	168,9	0,0
anual	23,9	516,4	1240,1	516,4	723,7	0,0	26,9	459,0	1748,1	459,0	1289,1	0,0

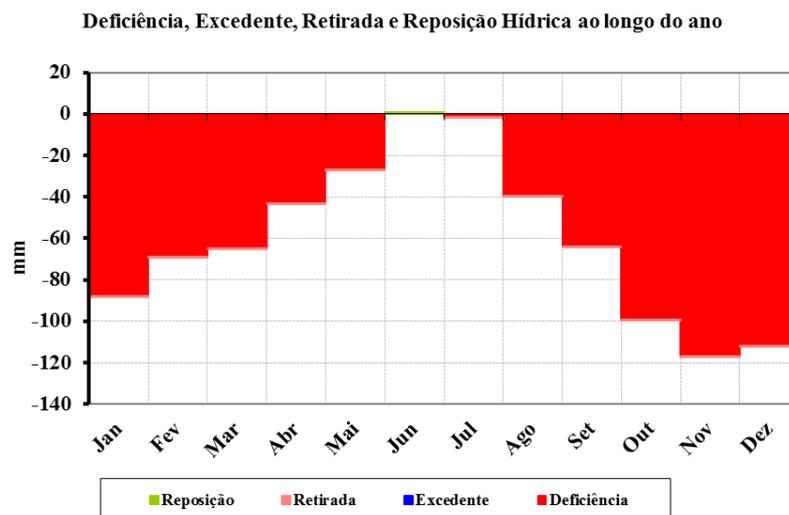
Legenda: T= Temperatura média (°C); P= Precipitação histórica (mm); ETP= Evapotranspiração (mm); EVR= Evaporação (mm); DEF= Deficiência hídrica (mm); EXC= Excedente hídrico (mm). Aumento de temperatura de +1 e +4°C: Redução de chuva de 10% e 20%.

Comparando-se os valores da tabela 1 com a tabela 2 registram-se aumentos na evapotranspiração, reduções na evaporação, às deficiências eleva-se gradativamente e não ocorrerá excedente como já se registrou nas outras CAD's.

Segundo Oliveira *et al.* (2015) a redução do índice pluvial sob o efeito do El Niño na região Nordeste é um fenômeno climatológico natural que reduz os índices pluviais na área referenciada. O estudo corrobora com os resultados deste artigo. Os resultados dos estudos de Marengo *et al.* (2016; 2014) vem a corroborar com os resultados deste estudo.

Na figura 8 tem-se a variabilidade do balanço hídrico climatológico referente à reposição e retirada de água do solo, excedente e deficiência hídrica com aumento de temperatura de 1 °C e redução de chuva em 10%, para o município de Caruaru – PE referente ao período de 1962-2015.

Figura 8. Gráfico do balanço hídrico (CAD 100 mm) com aumento de temperatura de 1 °C e redução de chuva em 10%, para o município de Caruaru – PE.



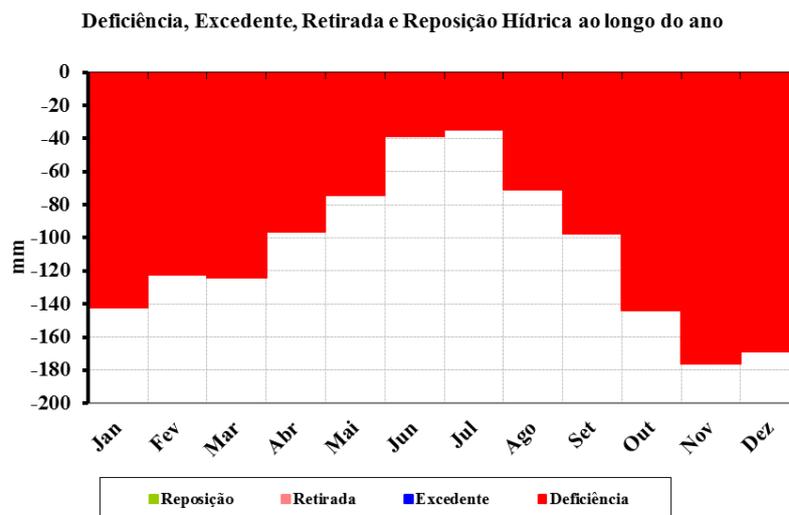
Com o aumento de 1°C e redução de chuva em 10% as deficiências hídricas se ampliam e provocam desates nos níveis de represas, açudes, agronegócios, agropecuária entre tantas outras áreas. Ocorreu pequena reposição de água mês de junho, esta reposição foi ocasionada por chuvas de forte magnitude e em curto intervalo de tempo. Ficando crítico o represamento de água e a sobrevivência de algumas espécies de fauna e flora.

As flutuações dos índices de chuvas podem estar sendo causadas por fatores de grande escala, como Zona de Convergência Intertropical e dos eventos climáticos extremos como movimentos convectivos, linhas de instabilidades que ocorreram nos períodos estudados; e

por fatores de microescala, como os efeitos locais e o crescimento urbano desordenado, provocando aquecimento da superfície, e a formação de nuvens na área de estudo.

Figura 9 tem-se a variabilidade do balanço hídrico climatológico referente à reposição e retirada de água do solo, excedente e deficiência hídrica com aumento de temperatura de 4 °C e redução de chuva em 20%, para o município de Caruaru – PE referente ao período de 1962-2015.

Figura 9. Gráfico do balanço hídrico (CAD 100 mm) com aumento de temperatura de 4 °C e redução de chuva em 20%, para o município de Caruaru – PE.



Na figura 9 tem-se aumento de 4 °C e redução de chuva em 20%, observa-se que as deficiências hídricas foram totais e de maiores intensidades, os quais poderá ocasionar desgastes nos níveis de represas, açudes, agronegócios, agropecuária, geração de energia, escassez dos recursos hídricos, entre tantas outras áreas. A população deverá recorrer ao armazenamento de água de chuva cotidianamente, no setor agrícola deverão plantar-se sementes precoces e supre precoce e resistente a baixos índices pluviais.

Resultados semelhantes ou análogos que corroboram com o presente estudo foram definidos por Medeiros *et al* (2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aumentos dos índices pluviométricos podem ser justificados, porque os grandes centros urbanos, devido o desmatamento e a expansão do crescimento urbano desordenado, se tornam mais quentes e isso causa aumento de temperatura do ar, podendo causar tempestades mais severas e na época menos chuvosa, essas tempestades podem ocorrer com rajadas de vento fortes, chuvas isoladas e de alta magnitude e de curta duração, seguidos de descargas elétricas.

Na parte agrícola correm-se os riscos de maiores estresses com o aumento da evapotranspiração e evaporação.

As mudanças de CAD praticamente não alteram os poderes evaporativos, as deficiências e excedentes hídricos excetos para os aumentos de temperatura e redução de chuvas.

Com aumento na temperatura e redução na precipitação as deficiências hídricas sem ampliam e provocam desates maiores desgastes nos níveis de represas, açudes, agronegócios, agropecuária entra tantas outras áreas. A população deverá recorrer ao armazenamento de água de chuva cotidianamente, no setor agrícola deverá plantar com sementes supre precoce resistente a baixos índices pluviais.

Com a média de precipitação anual de 516,4 mm por ano e a média de temperatura acima dos 21,6°C resultou numa entrada de água em menor quantidade e uma saída em um nível mais elevado decorrente de uma maior evapotranspiração acarretando no déficit hídrico climatológico impactando em secas, o que pode acarretar em prejuízos para a agricultura e a economia local.

Observou-se que os fenômenos climatológicos El Niño e La Niña influenciaram de forma significativa nos índices pluviométricos das localidades estudadas.

Trabalho enviado em setembro de 2018
Trabalho aceito em novembro de 2018

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.2014>.

ARAI, F. K.; PEREIRA, S. B.; GONÇALVES, G.; DANIEL, O.; PEIXOTO, P.; VITORINO, A. C. T. **Espacialização da precipitação pluvial na Bacia do Rio Dourados**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2-7 ago., Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, CD-ROM. 2009.

ARRAES, F. D. D.; LOPES, F. B.; SOUZA, F.; OLIVEIRA, J. B. **Estimativa do Balanço Hídrico para as condições climáticas Iguatu, Ceará, usando Modelo Estocástico**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada. Fortaleza, v.3, n.2, p.78–87, 2009.

ARAUJO, R. R. **O conforto térmico e as implicações na saúde: uma abordagem preliminar sobre os seus efeitos na população urbana de São Luís-Maranhão**. Caderno de Pesquisa, São Luís, v. 19, n. 3, 2012.

ASSIS, J. M. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. M. **Climate analysis of the rainfall in the lower-middle stretch of the São Francisco river basin based on the rain anomaly index**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 2, p. 188- 202. 2015.

AYOADE, J. O. **Umidade atmosférica**. In: AYOADE, J.O. A climatologia para a introdução os trópicos. Rio de Janeiro: Beltrand Brasil, 1996. p.128-154.

BARCELLOS, C. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. Epidemiologia e Serviços de Saúde. v. 18, n. 3, p. 285- 304, 2009.

BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, A. B.; SANTIAGO. G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 211. Recife: EMBRAPA Solos, 32p. 2012.

BATES, B.C.; KUNDZEWICZ, Z.W.; WU, S.; PALUTIKOF, J.P. **Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, IPCC Secretariat, Geneva, 2008. 210p.

BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B.; BEZERRA, J. R. C.; SOFIATTI, V.; SANTOS, C. A. C. **Evapotranspiration and crop coefficient for sprinkler-irrigated cotton crop in Apodi Plateau semiarid lands of Brazil**. Agricultural Water Management, v.107, p.86-93, 2012.

BLAIN, G. C. **Precipitação pluvial e temperatura do ar no estado de São Paulo: periodicidades, probabilidades associadas, tendências e variações climáticas**. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós. USP. 194 p. 2010.

BRASIL. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Participação das atividades econômicas no valor adicionado bruto, por Unidade da Federação - 2001-2004**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 2017.

COSTA, M. N. M.; MEDEIROS, R. M.; GOMES FILHO, M. F. **Variabilidade da evaporação no tanque classe “A” entre o período de 1976 a 2011 e suas comparações com as três décadas e meia e com o ano de 2011, no município de Teresina, Piauí**. 7º Workshop de Mudanças Climáticas do Estado de Pernambuco e 4ºWorkshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade. Recife-PE, 27 a 29 de outubro de 2015. CD RON. p. 107-123. 2015.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. **Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais...,Belo Horizonte: SBMET, v.1, p.154-157. 1994.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. **Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 10 (1), p. 140-147. 2006.

CPRM. **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**. Serviço Geológico do Brasil, 1972.

FRANÇA, M. V.; FERRAZ, J. X. V.; MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; NETO, F. C. R. **El niño e La Niña e suas contribuições na disponibilidade hídrica dos municípios de São Bento do Una e Serra Talhada – PE, Brasil**. REVISTA BRASILEIRA DE AGROTECNOLOGIA (BRASIL) ISSN: 2317-3114. v. 8, n. 1, p.15 – 21.2018.

GALVÍNCIO, J. D. SOUSA, F. A. S.; SRINIVASAN, V. S. **Balço hídrico à superfície da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 11 N.3 JUL/SET. p.135-146, 2006.

HOLANDA, R. M.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, V. P. R. **Recife-PE, Brasil e suas flutuabilidades da precipitação decadal**. Natureza, Sociobiodiversidade e Sustentabilidade, 26 a 29 de outubro, 2016. Universidade Nacional, Sede Chorotega Nicoya, Costa Rica. P.230-245. 2016.

IBGE. **Estimativa Populacional 2014**. Estimativa Populacional 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2017

INMET. **Dados da rede do Instituto Nacional de Meteorologia**. Normais climatológicas. 2017.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. **Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: University Press, Cambridge: United Kingdom. 976p. 2007.

KOZMHINSKY, M.; PINHEIRO, S. M. G.; EL-DEIR, S. G. **Telhados Verdes: uma iniciativa sustentável**. I. ed. Recife: EDUFRPE, 2016.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. “**Klimate der Erde. Gotha**: Verlag Justus Perthes”. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

LUCENA, D. B.; GOMES FILHO, M. F.; SERVAIN, J. **Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 2, p. 297-312, 2011.

MEDEIROS, R. M.; BORGES, C. K.; VIEIRA, L. J. S. **Análise climatológica da precipitação no município de Bananeiras - PB, no período de 1930-2011 como contribuição a Agroindústria**. In: Seminário Nacional da Agroindústria - V Jornada Nacional da Agroindústria. Bananeiras - Paraíba. 2012.

MEDEIROS, R. M.; BORGES, C. K.; LIMA, A. T.; MELO, A. S. **Avaliação das condições hídricas por meio do panorama de mudanças climáticas em Cabaceiras - PB**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.6, nº. 3, p. 227 - 239, 2012.

MEDEIROS, R. M.; SOUSA, F. A. S.; GOMES FILHO, M. F. **Variabilidade da umidade relativa do ar e da temperatura máxima na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto**. Revista Educação Agrícola Superior Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.28, n.1, p.44-50, 2013. ISSN - 0101-756X - DOI: <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756X.v28n01a07>.

MEDEIROS, R. M.; BORGES, C. K.; GOMES FILHO, M. F. **Variabilidade e Mudanças Climáticas em Séries de Temperatura Máxima do Ar, Umidade Relativa do Ar e Precipitação em Brasília-DF**. Revista Brasileira de Geografia Física V. 07 N. 02.p. 211-222. 2014.

MEDEIROS, R. M. **Planilhas do Balço Hídrico Normal segundo Thornthwaite & Mather (1955)**. s.n. 2016.

MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R. M.; VIANA, M. A.; SILVA, V. P. **Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco - Brazil**. REVISTA DE GEOGRAFIA (RECIFE). , v.35, p.219 - 234, 2018.

MELO, V. S.; MEDEIROS, R. M.; SOUZA, F. A. S. **Variação média mensal e anual da umidade relativa do ar para 11 municípios no estado de Pernambuco, Brasil**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC' 2015. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE. 15 a 18 de setembro de 2015. 2015.

MELO, V. S.; MEDEIROS, R. M.; SOUZA, F. A. S. **Flutuabilidade da temperatura máxima e mínima do ar mensal e anual de 10 municípios do estado de Pernambuco**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC' 2015. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE. 15 a 18 de setembro de 2015. 2015.

MORENO, N. B. C.; SILVA, A. A.; SILVA, D. F. **Análise de variáveis meteorológicas para indicação de áreas agrícolas aptas para banana e caju no estado do Ceará**. Revista brasileira de geografia física, v. n. 1, p. 1-15, 2016.

OLIVEIRA, N. L.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, R. G. **Influência do El Niño e La Niña no número de dias de precipitação pluviométrica no Estado do Mato Grosso**. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37 n. 4, p. 284-297, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/105902/2179460X12717>.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. **Influência dos fatores climáticos na produção. Ecofisiologia da Produção Agrícola**. Piracicaba: Potafos, 249 p. 1987.

PARKER, D. **Urban Heat Island Effects on Estimates of Observed Climate Change**. Interdisciplinary Review, 1, 123-133. CrossRef. 2010.

PAULA, R. K.; BRITO, J. I. B.; BRAGA, C. C. **Utilização da análise de componentes principais para verificação da variabilidade de chuvas em Pernambuco**. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais... Belém do Pará, PA. 2010, CD Rom.

PINTO, H. S.; ZULLO-JR, J.; AVILA, A. M. H. **Umidade do ar: saúde no inverno**. Setembro de 2008..

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCIL, L. R.; CENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária. 2001.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. **Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano**. CEP, 13565, 905. 2011.

SANTANA, M. O.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; SILVA, D. D. **Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.15, n.1, p.114-120, 2007.

SILVA-JUNIOR, J. L. R. Efeito da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas respiratórios em uma cidade de clima tropical. Jornal Brasileiro de Pneumologia, v. 37, n.6, p.759-767, 2011.

SILVA, I. M.; GONZALEZ, L. R.; SILVA FILHO, D. F. **Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano**, 2011. Revsbau, Piracicaba - SP, v.6, n.4, p. 35-50, 2011.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. **Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 131-138, 2011.

SILVA, V. M. A.; MEDEIROS, R. M.; PATRICIO, M. C. M.; TAVARES, A. L.; MELO, M. M. S. **Estimativa de mudanças climáticas a partir da classificação do balanço hídrico em Recife (PE)**. III Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e I Workshop da Rede PELD SerCaatinga , v.01,p. 143 – 158. 2011.

SILVA, J. A. S.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, A. O.; SILVA, J. W. O. S.; MATOS, R. M. **Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha - CE**. I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS, 22 a 24 de maio de 2013, Iguatu – CE, Brasil.

SILVA, V. P. R. **On climate variability in Northeast of Brazil**. Journal of Arid Environments n.58, p.575-596, 2004.

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

SOUSA, N. M. N.; DANTAS, R. T.; LIMEIRA, R. C. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.2, p. 183-192, 2007.

THORNTHWAITE, C. W. **Na approach TOWARD A ROTIONAL CLASSIFICATION OF CLIMATE**. The Geogr. Ver. 38(1). 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. **The water balance climatology**. Caterton. New Jersey, 8(1). 1-104 pp. 1955.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balence**. In climatology, caterton. New Jersey. 10(3). 1957. 185-p.311.

VALÉRIO, M. M. T. B. **Crítérios da Sustentabilidade da Ocupação Urbana**. Caso de estudo da cidade de Aveiro. Universidade de Coimbra. Minas Gerais, 2010.