ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Classificação e Análises das Indicações de Mudanças Climáticas no Município de Sobral - Ceará

Raimundo Mainar de Medeiros[1]; Paulo Roberto Megna Francisco[2]; Alexandra Lima Tavares[3]

[1]Doutorando em Meteorologia - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Email: mainarmedeiros@gmail.com
[2]Doutorando em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
[3]Mestranda em Recursos Naturais - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Artigo recebido em 20/11/2011 e aceito em 26/12/2011

R E S U M O

A partir das séries climatológicas normais de 1931-1960 e 1961-1990 dos elementos meteorológicos realizaram-se os cálculos do balanço hídrico climatológico, a classificação e as análises das indicações de mudanças climáticas no município de Sobral, estado do Ceará, utilizando O programa do BHnorm elaborado em planilhas eletrônicas no pacote Excel por Sentelhas et al. (1999) e a metodologia de cálculo do Balanço Hídrico Climático de Thornthwaite & Mather (1955) e a classificação de Thornthwaite (1955), com o objetivo de contribuir para a sustentabilidade do homem no campo. Identificou-se que o clima da área de estudo classifica-se como Megatérmico semiárido e o tipo climático passou do tipo dw_2w_2d' para dw_2Dd' com reduções da temperatura mínima e com oscilações de -0,1 a -0,8ºC e temperatura máxima com variações de -1,7 à 2,1ºC. A umidade relativa do ar ocorreu flutuações positivas de 0,3 à 3,4%. A evapotranspiração potencial oscilou em -71,0 mm em relação aos períodos para o mês de outubro. Os índices de umidade; aridez e hídricos demonstraram valores de 28,6%, -23,9% e -47,5%, respectivamente. Observou-se que todas estas variabilidades ocorreram devido aos efeitos causados pelo homem na estrutura da cidade.

Palavras-chave: Meteorologia. Balanço Hídrico Climático. Clima.

Classification and Analysis of Indications of Climate Change in the City of Sobral – Ceará

A B S T R A C T

From the series 1931-1960 climatological normal from 1961-1990 and meteorological elements were carried out calculations of the climatic water balance, classification and analysis of the indications of climate change in the city of Sobral, Ceará State, using the program BHnorm prepared in Excel spreadsheets in the package by Sentelhas et al. (1999) and the methodology of calculation of the Climatic Water Balance of Thornthwaite & Mather (1955) and the classification of Thornthwaite (1955), in order to contribute to the sustainability of the man in the field. It was found that the climate of the study area is classified as megathermal semiarid climate and the type has type dw2w2d 'to dw2Dd' with reductions in the minimum temperature fluctuations and from -0.1 to -0.8 º C and maximum temperature variations with 2.1 to -1.7 ° C. The relative humidity was positive fluctuations of 0.3 to 3.4%. The potential evapotranspiration fluctuated -71.0 mm for the periods for the month of October. The contents of moisture, drought and water showed values of 28.6% -23.9% and -47.5%, respectively. It was observed that all these effects occurred due to variability caused by man in the structure of the city.

Keywords: Meteorology. Climatic Water Balance. Climate.

1. Introdução

O balanço hídrico climatológico é mais frequentemente apresentado na escala mensal e para um ano médio, ou seja, o

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

balanço hídrico cíclico, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura média e chuva do local. De acordo com Camargo & Camargo (1993), o balanço hídrico climatológico é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática (Vianello & Alves, 1991).

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).

Nos últimos anos, o processo de modernização trouxe o crescimento das cidades, com o aumento da urbanização e arquitetura houve uma intensa modificação no clima local, devido principalmente a construção de obras, como edificações, impermeabilização dos solos com obras de asfaltamento e calçamento, desmatamento e concentração de máquinas e pessoas.

Além da ausência do planejamento urbano excluindo os elementos naturais, as conseqüências das grandes cidades são: inundações, impermeabilização excessiva da superfície e instabilidade de vertentes, erosões e desmatamento desproporcional e sem planejamento nos campos.

Neste contexto, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabelece que para estudos comparativos de clima, sejam calculadas médias climatológicas para períodos mais longos possíveis e que existam nos dados consistência e homogeneidade na comparação dos valores observados, e, além disso, é necessário utilizar-se de um período determinado entre as mesmas séries. No entanto, períodos mais curtos de observações, desde que feitas para anos sucessivos, prestam-se para avaliar o comportamento do clima (Costa, 1994; Conti, 2000).

De acordo com Lombardo (1985) o clima urbano é a modificação do clima, por sofrer influência das condições climáticas das áreas circunvizinhas que apresentam maiores quantidades de calor em virtude da modificação na circulação local dos ventos.

Na agricultura, o conhecimento do comportamento sazonal do clima fornece informações a respeito das culturas que podem ser introduzidas com sucesso em uma região. Na construção de barragem deve-se saber qual o período hidrológico com maior significância. (Fendrich, 1998).

Tem-se como objetivo adaptar a realização de todas essas atividades às características do clima da área estudada contribuindo para a sustentabilidade do homem no campo.

2. Metodologia

A área de estudo encontra-se localizada no município de Sobral no Estado do Ceará e apresenta uma área de 2.122,99 km² (Figura 1). Seu posicionamento encontra-se entre a Latitude de 3° 41' 10"S e Longitude

de 40° 20' 59"W. Está inserido na microrregião de Sobral, nas bacias hidrográficas de Acaraú e do Litoral, limitando-se ao norte com os municípios de Massapê, Santana do Acaraú e Meruoca, ao sul com Santa Quitéria, Groaíras e Cariré, a leste com Itapipoca, Irauçuba e Canindé, e a oeste com os municípios de Coreaú, Mucambo e Alcântara. Sua altitude media está entre os 63 metros acima do nível do mar. Com uma população de 188.271 habitantes é a quinta cidade mais povoada do estado (Ceará, 2011; CPRM, 1998).

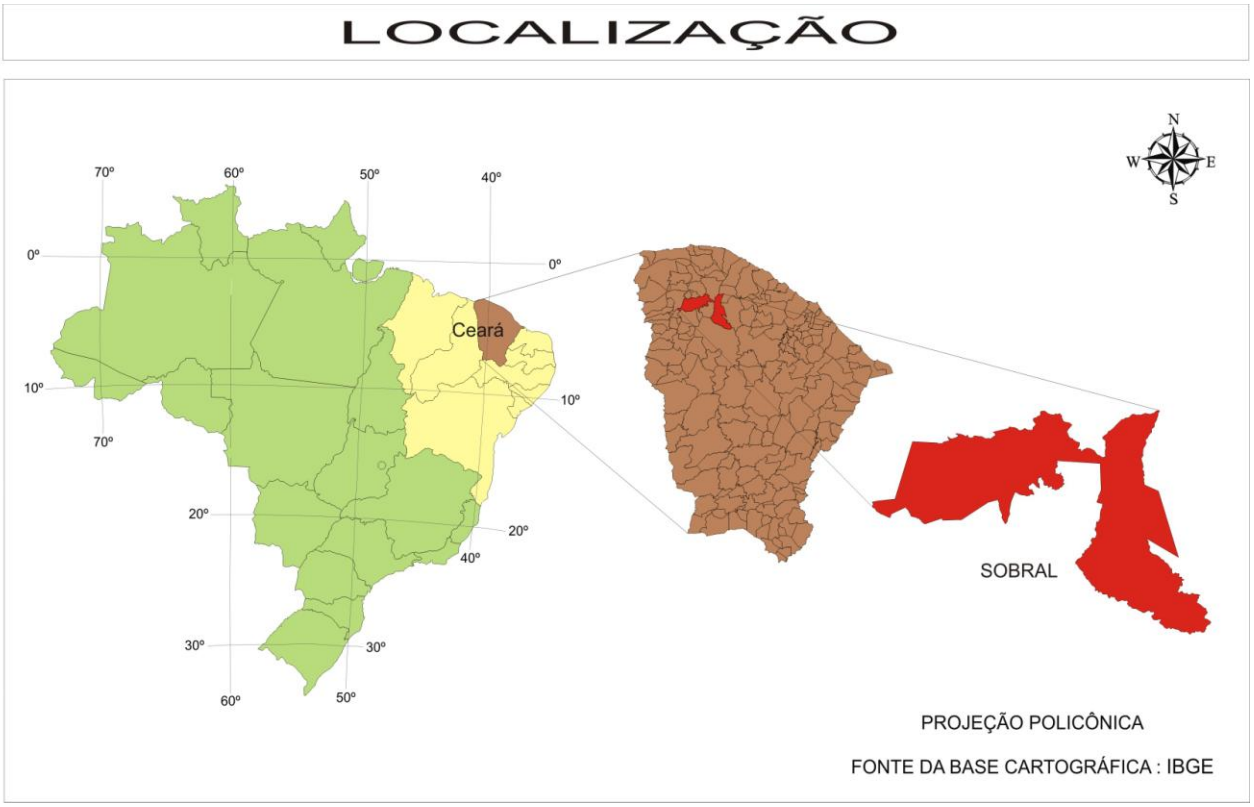


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

O clima da área de estudo é considerado Tropical quente semiárido e Tropical quente semiárido brando com chuvas de janeiro a maio. De acordo com os Atlas dos órgãos estaduais IPLANCE (1997) e SRH-CE (PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS, 1992), o clima do município apresenta temperaturas entre os extremos de 21°C, no inverno, e 36°C no verão, e precipitações pluviométricas anuais variando no intervalo de 600 a 1.100 mm.ano^{-1}.

Seus recursos hídricos são constituídos pelos açudes de Bom Jesus I, Mucambinho, Patos, Santa Maria de Aracatiaçu, Sobral, Poço Salgado, Santo Antônio Aracatiaçu, Ayres de Sousa, como podemos observar na Figura 2.

A principal atividade econômica reside na agricultura de subsistência de feijão,

milho, mandioca, monocultura de algodão, banana, abacate, cana-de-açúcar e castanha de caju. Na pecuária extensiva cita-se a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal baseia-se na extração de madeiras diversas para uso como lenha, construção de cercas e fabricação de carvão vegetal, além de atividades com oiticica e carnaúba (CPRM, 1998).

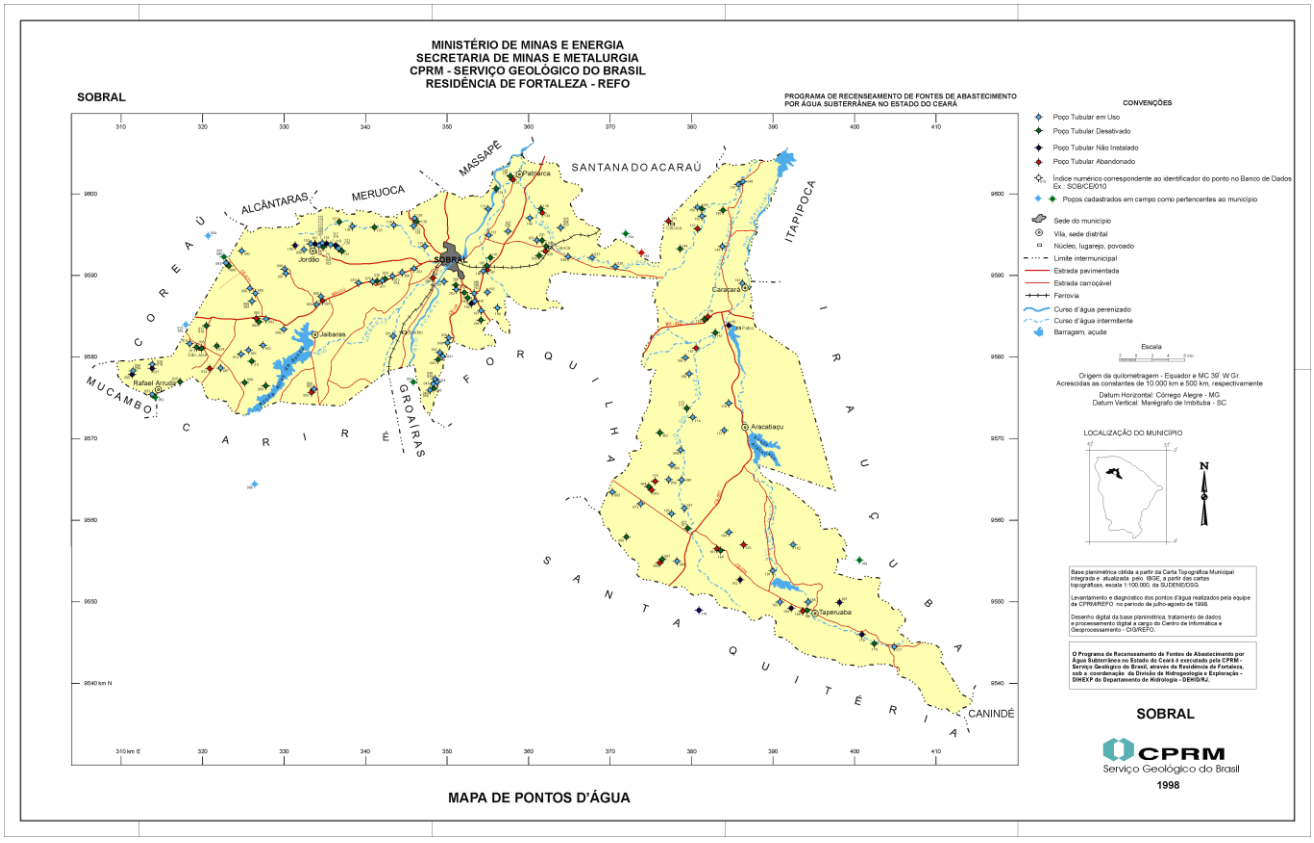


Figura 2. Mapa de pontos d'agua da área de estudo. Fonte: CPRM (1998).

Sua vegetação é composta por Caatinga, Florestas mista dicotillo-palmácea, caducifólia espinhosa e subcaducifólia tropical pluvial. Predominantemente a região exibe uma cobertura vegetal com predomínio da caatinga arbustiva aberta; ocorrem, também, núcleos com mata seca (floresta subcaducifólia tropical pluvial), mata úmida (floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular) e mata ciliar (floresta mista dicótilo-palmácea).

O substrato geológico da região é constituído, essencialmente, por rochas do embasamento cristalino, representadas por gnaisses, xistos, quartzitos, calcários e granitos, de idade pré-cambriana, sotopostas por conglomerados, arenitos, grauvacas, argilitos e rochas vulcânicas do Eo-Cambriano, além de sedimentos arenosos a areno-argilosos, inconsolidados, que constituem as coberturas elúvio-coluviais e aluviais cenozóicas (CPRM, 1998).

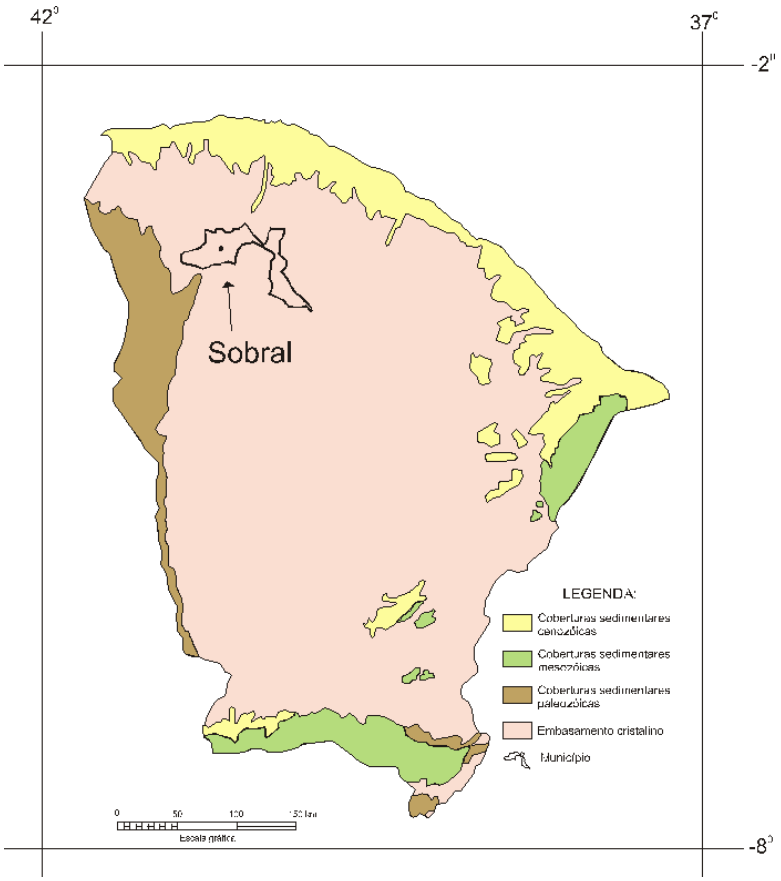


Figura 3. Localização do município de Sobral em relação aos domínios sedimentares e cristalinos do estado do Ceará. Fonte: CPRM (1998).

As terras de Sobral fazem parte da Depressão Sertaneja. O relevo com formas suaves tem como ápice o maciço residual granítico (serra da Meruoca) e uma planície aluvial (rio Acaraú). As principais elevações possuem altitudes entre 200 e 700 metros acima do nível do mar (CPRM, 2011).

Na área do município de Sobral são encontrados solos dos tipos Bruno Não-Cálcicos (NC7, NC15), Litólicos Eutróficos (Re3, Re6, Re14, Re15, Re25, Re26), Planossolos (PL6), Podzólicos Vermelho Amarelo (PE5, PE14, PE27), Regossolos (REe3), Aluviais Eutróficos (Ae3) e Afloramentos de Rochas (BRASIL, 1973; EMBRAPA, 2001) como podemos observar na Figura 4.

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se dos dados das séries normais de temperaturas máximas (T_X), mínimas (T_N) e médias (T_M), precipitação (PREC) mensal e anual e os valores da umidade relativa do ar (UR) e dos cálculos dos balanços hídricos climáticos dos períodos: de 1931-1960 (Tabela 1/n1) e 19961-1990 (Tabela 2/n2), com suas representações das deficiências e excedentes hídricos foram usados na classificação climática e na análise de indícios de mudanças climáticas em Sobral - CE.

Para a análise de indícios de sustentabilidade e de mudanças climáticas, foram efetuadas as classificações climáticas

segundo os critérios de Thornthwaite (1955). Os resultados do balanço hídrico calculados pela metodologia de Thornthwaite & Mather (1948; 1955). A classificação do clima de Sobral baseou-se nos dados climatológicos das séries normais. Em se comparando os dois períodos de 1931-1960 e 1961-1990.

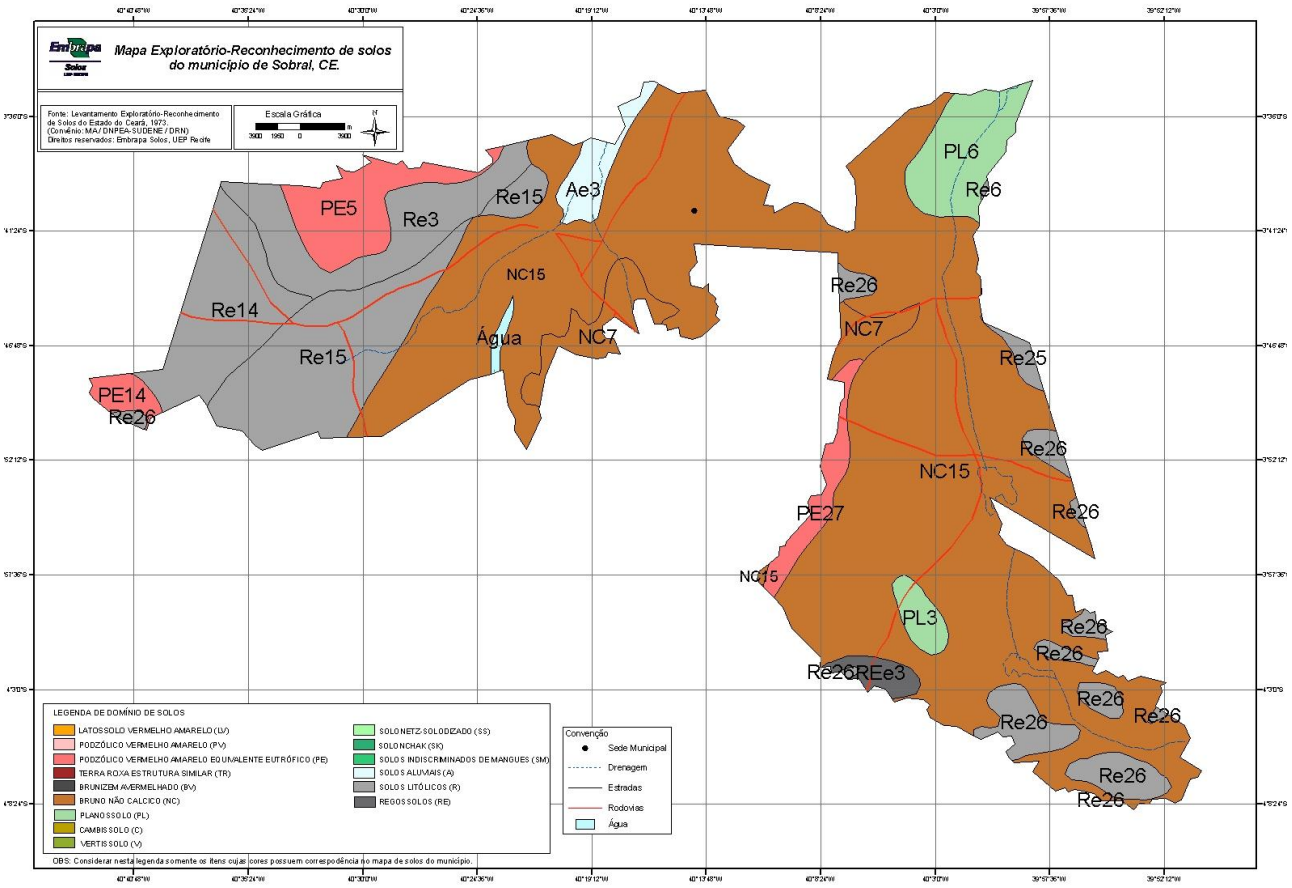


Figura 4. Mapa de solos do município de Sobral. Fonte: EMBRAPA Solos (2001).

Utilizou-se do programa do BHnorm elaborado em planilhas eletrônicas por Sentelhas et al. (1999) e o nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível apropriada (CAD) ao estudo foi de 100mm capaz de atender uma grande variedade de culturas e diversas aplicações hidrológicas.

Para permitir melhor visualização foram gerados gráficos do comportamento da água no solo e variação do armazenamento no seu interior ao longo do ano, os quais revelam o período de excesso e deficiência hídrica.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a análise da Tabela 1, série de 1931 a 1960 comparando-se com a Tabela 2, série de 1961 a 1960, as variações das temperaturas máximas e mínimas oscilam bruscamente, sendo que a maiores variações estão ocorrendo na temperatura mínima.

Tabela 1. Elementos meteorológicos médios do período de 1931-1960

Parâmetros/meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Temperatura máxima	35,5	34,1	32,4	32,4	32,5	33,7	34,7	36,0	36,8	37,1	37,0	36,3	34,9
Temperatura mínima	23,7	23,4	23,2	23,1	22,6	22,0	21,7	22,2	22,9	23,2	23,4	23,6	22,9
Temperatura média	29,6	28,8	27,8	27,8	27,6	27,9	28,2	29,1	29,9	30,2	30,2	30,0	28,9
Umidade relativa	67,1	74,6	81,3	81,6	78,6	72,3	65,7	61,7	60,5	60,3	61,5	63,2	69,0
Precipitação	59,6	135,3	210,9	188,1	100,4	27,7	8,7	1,4	1,5	1,8	4,2	19,2	758,8
Evapotranspiração	213,3	173,0	162,6	154,8	153,4	155,3	170,0	197,8	217,2	237,1	233,0	232,7	2300,3
Deficiência hídrica	153,7	37,7	0,0	0,0	19,4	93,0	150,6	194,1	215,4	235,3	228,8	213,5	1541,5
Excedente hídrico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: INMET (2009).

Tabela 2. Elementos meteorológicos médios do período de 1961–1990

Parâmetros/meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Temperatura máxima	33,8	32,3	31,4	31,1	31,2	31,6	33,0	34,8	35,8	35,9	35,6	35,5	33,5
Temperatura mínima	23,6	22,6	22,5	22,6	21,9	21,5	21,2	21,4	22,4	22,8	22,9	23,3	22,4
Temperatura média	27,5	26,7	26,1	26,0	26,0	26,0	25,9	26,8	27,5	27,8	28,1	28,1	26,9
Umidade relativa	69,0	74,0	81,0	85,0	80,0	74,0	66,0	55,0	55,0	58,0	57,0	61,0	67,9
Precipitação	100,3	138,6	253,5	210,9	168,0	52,1	31,8	4,7	2,3	4,5	4,7	24,2	995,6
Evapotranspiração	156,2	129,6	130,6	123,5	126,6	121,9	123,9	142,0	152,9	166,1	168,8	175,3	1717,3
Deficiência hídrica	55,9	0,0	0,0	0,0	0,0	19,5	62,2	122,5	146,7	160,7	163,9	151,1	882,5
Excedente hídrico	0,0	0,0	32,0	87,4	41,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	160,8

Fonte: INMET (2009).

A variabilidade da temperatura mínima entre as séries estudadas para o elemento meteorológico referenciado apresentou reduções em todos os meses do ano, com oscilações de -0,1 a -0,8ºC, sendo este o elemento indicador de mudanças climáticas regionais, conforme sua variabilidade que vem ocorrendo, ou seja, a temperatura mínima sofre oscilações de acrescimentos entre os períodos e sua tendência é aumentar a sua amplitude com o passar do tempo.

Tabela 3. Balanços Hídricos e Índices climáticos associados para as normais de 1931-1960(n1) e 1961-1990(n2)

Normais climatológicas	EXC mm	DEF mm	ETR mm	ETP mm	I_u %	I_A %	I_H %
(n1)1931-1960	0,0	1541,5	758,5	2300,3	0,1	0,7	-0,4
(n2)1961-1990	160,8	882,5	834,8	1717,3	0,1	0,5	-0,2
VARIAÇÂO PERCENTUAL	-100,0	-42,8	10,1	-25,3	28,6	-23,9	-47,5

Na Tabela 4 observamos que ocorreu um aumento dos valores normais anuais das séries de Excedente Hídrico (EXC) de 0,0 mm para 160,8 mm indicando que teve uma maior urbanização que intensifica a convecção na região resultando em maiores índices pluviométricos anuais de 758,8 mm para 995,6 mm. Observam-se ainda flutuações significativas entre as séries estudas de (-97,8 mm) para a deficiência hídrica associada ao acréscimo de precipitação de -583,0 mm e na evapotranspiração Real (ETr). Assim, os Índices de Umidade (Iu); índices de aridez (Ia) e o índice hídrico (Ih), apresentarem variações percentuais de 28,6%; -23,6% e -47,5% respectivamente.

Tabela 4. Classificação climática baseada no índice de umidade (Iu) para as normais de 1931-1960 (n1) e 1961-1990 (n2)

Normais climatológicas	Tipo climático	Tipo climático (I_u)	Vegetação associada	Subdivisão climática
(n1) 1931-1960	dw_2w_2d'	Semiárido	Caatinga arbustiva	Precipitação insuficiente em todas estações
(n2) 1961-1990	dw_2Dd'	Semiárido	Caatinga arbustiva	Precipitação insuficiente em todas estações

Nota-se que os valores de temperaturas máximas apresentaram reduções em todos os meses com oscilações entre -0,8 a 2,1ºC. Para a temperatura mínima observam-se reduções em todos os meses com oscilações de -0,1 a -0,8°C, sendo este um elemento indicativo de mudanças climáticas locais. A classificação climática segundo Thornthwaite (1955), baseada no Índice de Eficiência Térmica (ETP), demonstra que o clima de Sobral continua Megatérmico (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação climática baseada no índice de umidade (Iu) para as normais de 1931-1960 (n1) e 1961-1990 (n2)

Normais climatológicas	Tipo climático	Vegetação associada
(n1) 1931-1960	Megatérmico	Caatinga arbustiva
(n2) 1961-1990	Megatérmico	Caatinga arbustiva

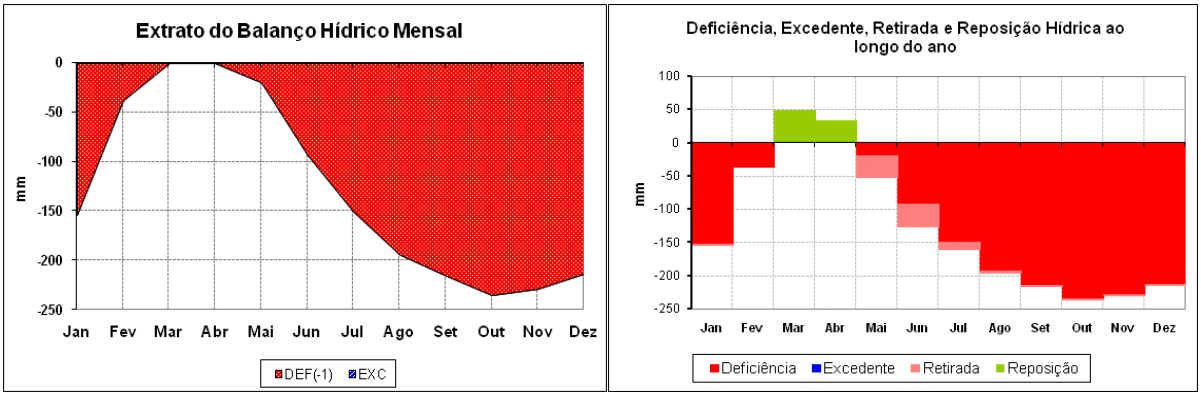
Observa-se que o clima de Sobral torna-se mais úmido e quente, como por ser analisado nas Tabelas 3, 4 e 5, em virtude da mudança de classificação climática através do balanço hídrico e suas variações nos seus respectivosíndices passando de semiárido (dw_2w_2d') para Úmido Seco (dw_2Dd') (Tabela 4).

O clima da cidade de Sobral segundo Thornthwaite (1955) classifica-se como Megatérmico semiárido para os dois períodos em estudo, com precipitação insuficiente em todas as estações do ano, tendo como vegetação associadas Caatinga arbustiva.

Assim, o tipo climático, passou do tipo dw_2w_2d' para dw_2Dd', resultando em uma tendência em direção ao clima mais seco, concluindo que teve uns indícios de mudança climática em alguns elementos estudados.

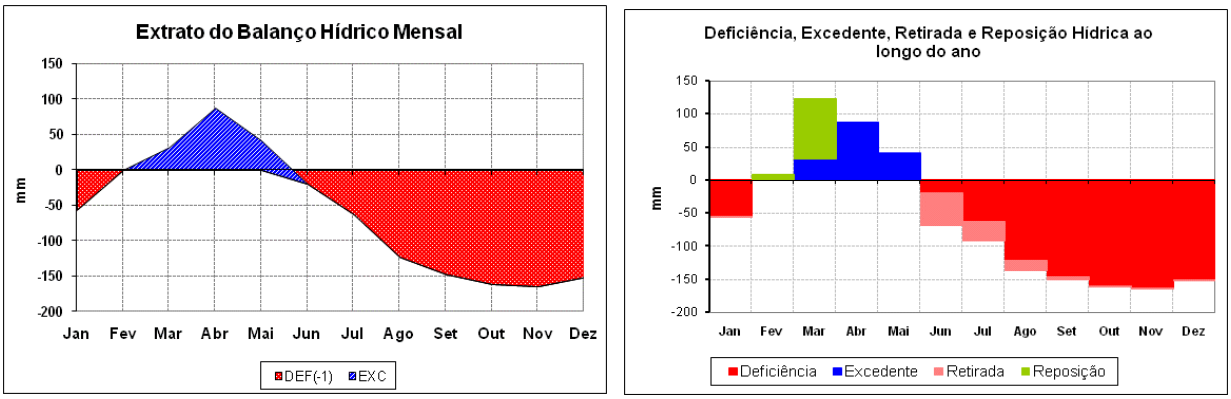
A umidade relativa do ar sofreu elevação nos meses de janeiro, abril, maio, junho e julho com flutuações positivas de 0,3 a 3,4%, quando comparadas entre os períodos estudados, estas elevações observadas foram decorrentes dos sistemas sinóticos transientes que ocorreram na atmosfera.

O balanço hídrico apresentado nas Figuras 5a, 5b, 6a e 6b demonstram que não houve excedente hídrico para a série de 1931–1960, ao passo que para a série de 1961–1990 os excedentes ocorreram entre os meses de março a maio, as deficiências entre as séries estudadas estão flutuando entre os meses de setembro a janeiro, ou seja, há deficiência hídrica ocorre na metade dos meses do ano, o que é característico de clima semiárido. Os meses mais quentes (agosto a dezembro–1931-1960) e para a série de 1961–1990 os meses mais quentes ocorreram entre setembro a dezembro são apresentados nas Tabelas 1 e 2.



(a) **(b)**

Figura 5. Extrato do balanço hídrico mensal (a) e deficiência, excedente, reposição e retirada ao longo do ano (b) para o período de 1931-1960.



(a) **(b)**

Figura 6. Extrato do balanço hídrico mensal (a) e deficiência, excedente, reposição e retirada ao longo do ano (b) para o período de 1961-1990.

A variabilidade da evapotranspiração potencial foi de -25,3%, demonstrando que ocorreu reduções nos índices evapotranspirados, ao passo que para o valor evaporado observou-se um acréscimo de 10,1% para o mês de outubro.

Os índices de umidade; aridez e hídricos entre as séries estudadas demonstraram valores de 28,6%, -23,9% e -47,5%, respectivamente.

A variabilidade da temperatura mínima vem ocorrendo com maior significância, demonstrando que seus aumentos vêm ocorrendo gradativamente e em alternância de horário.

Estas variabilidades ocorreram devido aos efeitos antrópicos tais como: asfaltamento desproporcional causando a impermeabilização do solo provocando enchentes, alagamento, inundações; calçamentos inadequados; derrubada de áreas verdes para urbanização vertical; represamento dos ventos a partir de edifícios com mais de sete andares provocando as ocorrências de redução na ventilação entre ruas e bairros; sistema de coleta de dado inadequado de observações e de registros das inundações e das cheia máximas; entupimento das bocas de lobos por lixos ocasionando possível poluição dos lagos, lagoas, rios, riachos e córregos, facilitando com isto o desenvolvimento de pragas, fungos e insetos.

Outro fator ambientalmente desastroso ao meio ambiente, são os altos índices de queimadas e desmatamento das áreas verdes para implante de projetos agropecuários e de projetos para edificações.

4. Conclusões

1 - O clima da área de estudo classifica-se como Megatérmico semiárido passando do tipo climático de dw_2w_2d' para dw_2Dd'.

2 - A variabilidade da temperatura mínima apresentou oscilações de -0,1 a -0,8ºC.

3 - A temperatura máxima ocorrida entre as séries demonstra índices negativos nos meses de janeiro, junho e julho com variações de -1,7 a 2,1ºC.

4 - A umidade relativa do ar sofreu elevação nos meses de janeiro, abril, maio, junho e julho com flutuações positivas de 0,3 a 3,4%.

5 - A variabilidade da evapotranspiração potencial foi de -25,3%, e no valor evaporado observou-se um acréscimo de 10,1% para o mês de outubro.

7 - Os índices de umidade; aridez e hídricos entre as séries estudadas demonstraram valores de 28,6%, -23,9% e -47,5%, respectivamente.

5. Referências

BRASIL. (1973). Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado do Ceará. Recife. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL (Boletins DPFS-EPE-MA, 28 - Pedologia, 16).

Camargo, M. B. P.; Camargo, A. P. (1993). Representação gráfica informatizada do

extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. Bragantia, Campinas, v.52, p.169-172.

CEARÁ, Governo do Estado do. (1998). Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará: Diagnóstico Geoambiental. v.1. Fortaleza: Convênio FCPC/SEMACE.

CEARÁ, Governo do Estado do. (1992). Programa de gerenciamento hídrico. Secretaria de Recursos hídricos. Fortaleza.

Conti, J. B. (2000). Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: Sant´ana Neto, J. L. & Zavatini, J. A. (org). Variabilidade e mudanças climáticas. Maringá: Eduem, p. 17–28.

Costa, M. H. (1994). Balanço Hídrico, Caderno Didático nº 19, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Costa, M. H. (1994). Classificação Climática, Caderno Didático nº18, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

CPRM. (1998). Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Diagnóstico do município de Sobral.

Fendrich, R. (1998). Chuvas intensas para obras de drenagens do Estado do Paraná. Curitiba: Champagnat, 99p.

Lombardo, M. A. (1985). Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo. Ed. Hucitec. São Paulo. 244p.

INMET. (2009). Normais Climatológicas do Brasil 1931-1960. Brasília, DF, p. 465.

INMET. (2009). Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Org, Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. Brasília, DF, 465 p.

IPLANCE. (1995). Atlas do Ceará. Fortaleza, 64 p.

Oliveira, P. M. de. (1988). Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Brasília: UNB. 134p.

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

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

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. (1955). The water balance. Publication in

Climatology N° 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J.

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

Vianello, R. L.; Alves, A. R. (1991). Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 449 p.