



**Encontro da Sociedade
Brasileira de Economia
Ecológica**

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO
Outubro de 2011
Brasília - DF - Brasil

**REFLEXOS DA EXPANSÃO URBANA NA TENDÊNCIA CLIMÁTICA DE TERESINA – PI NO
PERÍODO DE 1977 A 2009**

Sônia Maria Ribeiro Feitosa (SEMAR/PI) - smrfeitosa@hotmail.com
*Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA/UFPI e Diretora da Gerência de
Hidrometeorologia/SEMAR/PI*

Jaíra Maria Alcobaça Gomes (UFPI) - jairamag@uol.com.br
*Doutora em Economia Aplicada ESALQ/USP e Professora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e
Meio Ambiente/PRODEMA/UFPI*

Aderson Soares de Andrade Júnior (Embrapa Meio – Norte) - aderson@cpamn.embrapa.br
Doutor em Irrigação e Drenagem/USP, Pesquisador A da EMBRAPA

REFLEXOS DA EXPANSÃO URBANA NA TENDÊNCIA CLIMÁTICA DE TERESINA – PI NO PERÍODO DE 1977 A 2009

Seção: Mudanças Climáticas

Subseção: As funções das florestas, da agricultura, da pesca e dos setores urbanos e seus reflexos nas mudanças no uso do solo e do clima

RESUMO

A urbanização em Teresina – PI, intensificada nos anos 1990, provocou modificações em suas superfícies pela supressão crescente da vegetação, nas duas últimas décadas. A partir de então, o comportamento dos elementos climáticos foi alterado, passando a população a sentir os efeitos principalmente na temperatura do ar, cujo aumento repercute em maior calor e desconforto na cidade. O objetivo geral do estudo é identificar as alterações na temperatura média do ar, temperatura mínima do ar, temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, ocorridas na dinâmica espacial e temporal do clima provocadas pela expansão urbana entre 1977 e 2009. O objetivo específico é identificar alterações nos elementos meteorológicos considerando-se o período chuvoso e o período seco. Os dados meteorológicos foram submetidos à análise estatística, cujos resultados indicaram temperaturas anuais abaixo da média em 1985, sendo 1983 e 1998, os anos mais quentes da série. De 1992 a 2009, quando a cidade já perdera parte da vegetação, a temperatura média do ar e a temperatura mínima do ar apresentaram-se mais elevadas que o período de 1977 a 1991, não se verificando mudança no comportamento da temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. O aumento da temperatura mínima do ar pode estar relacionado com evolução urbana e redução de áreas verdes, e contribui para o aumento da temperatura média do ar.

Palavras-chave: Clima, áreas verdes, temperatura do ar.

ABSTRACT

Urbanization in Teresina - PI, intensified in the 1990s, led to modifications of their surfaces by removal of vegetation growing in the last two decades. Since then, the behavior was changed from the elements, moving the population to feel the effects mainly on air temperature, which reflected an increase in the heat and discomfort in the city. The overall objective of the study is to identify changes in average air temperature, minimum temperature, maximum air temperature, relative humidity and rainfall that occurred in the spatial and temporal dynamics of the climate caused by urban sprawl between 1977 and 2009. The specific objective is to identify changes in weather elements considering the rainy season and dry season. The meteorological data were subjected to statistical analysis, the results indicated below the average annual temperatures in 1985 and 1983 and 1998 the warmest year in the series. From 1992 to 2009, when the city had lost part of the vegetation, the average air temperature and minimum air temperature were more elevated than the period from 1977 to 1991 while there was no change in the behavior of the maximum air temperature, humidity of the air and rainfall. The increase in minimum air temperature can be related to urban development and reduction of green areas, and contributes to the increase in average air temperature.

Keywords: Climate, green areas, the air temperature.

INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno que impacta o meio ambiente, em especial as condições climáticas, quando as superfícies do solo são substituídas por diferentes formas de ocupação, alterando as condições naturais do ambiente local.

Dentre as transformações ocorridas no espaço urbano pode-se citar a supressão da cobertura vegetal, um dos fatores que contribui para alterar o clima

da cidade por meio de mudanças nos seus elementos meteorológicos. Landsberg (1981), ao discutir as mudanças climáticas causadas pela urbanização, atribui à própria cidade uma das responsabilidades pelo aquecimento, já que se produz calor, metabolismo da massa dos seres humanos e dos animais, adicionado ao liberado pelas atividades urbanas domésticas e industriais e pela combustão de veículos motorizados. Mas, para o autor, a principal causa advém da substituição da vegetação por construções, que contribui para diminuir a umidade relativa do ar, devido à drenagem ou impermeabilização de áreas úmidas. Os obstáculos criados pela urbanização também modificam a velocidade e direção dos ventos.

Lombardo (1985) atribui ao meio urbano, mudanças que ocorrem no clima, pois se observa que a camada de ar mais próxima do solo é mais aquecida na cidade que na zona rural, além do que na cidade a direção e velocidade dos ventos se alteram pelo efeito causado pelas construções, como a rugosidade das superfícies modificadas. Verificou-se na cidade de São Paulo, num dia de ventos calmos e tempo estável, diferença superior a 10,0 °C entre o centro urbano e área rural, o que a autora atribuiu à formação de uma ilha de calor, cuja intensidade e características variam de acordo com a dimensão da malha urbanizada e das várias formas de uso e ocupação do solo.

Nas cidades, a redução de áreas verdes e as superfícies modificadas do solo com elevada condutividade térmica absorvem maior quantidade de radiação solar, a ponto de gerar diferenças de temperatura superiores a 10,0 °C entre a cidade e campo. Na zona rural ou nas periferias das metrópoles, há mais água disponível para a evaporação por existir maior quantidade de vegetação e áreas permeáveis, ao contrário dos centros urbanos, onde as construções e ruas pavimentadas fazem escoar a água, que poderia ser infiltrada e servir como reserva natural para a evaporação (RITTER, 2009).

Como alterações climáticas podem interferir na condição de conforto e de vida dos seres vivos, cresce o número de pesquisas nessa temática, sendo o teste de Mann-Kendall muito utilizado em diversos estudos científicos para detectar tendências de séries temporais de elementos meteorológicos. Dentre muitos, Back (2001), Blain, Picoli e Lulu (2009), Furlan (2009), Rodrigues *et al* (2010), Silva *et al.* (2010), são alguns dos que aplicaram esse método em suas pesquisas.

Furlan (2009) identificou aumento de temperatura mínima do ar em Porto Velho - RO, a partir dos anos 1970, e de forma significativa, a partir de 2000, condição também verificada em Porto d'Oeste – RO, onde a população é em torno de dez vezes menor que a de Porto Velho. Esse fenômeno é consequência do processo de desmatamento naquela cidade, quando, em 2007 já atingia 85,1% da área total do município, o que embasa os achados deste estudo realizado em Teresina, onde a temperatura mínima aumenta de forma significativa com a supressão de áreas verdes.

Blain, Picoli e Lulu (2009) analisaram o comportamento da temperatura mínima em três cidades de grande porte e três de pequeno, em São Paulo, localizadas em coordenadas geográficas próximas e altitudes semelhantes, com a intenção de minimizarem o efeito de diferentes causas de larga escala. Observaram aumento de temperatura mínima do ar em três, das seis cidades, o que os levou à conclusão de que fatores de ordem local devem ser revistos antes de investigações em escala global. Em Piracicaba, selecionada como de grande porte, não foi verificado aumento de temperatura mínima do ar, talvez pelo fato de o vale do rio Piracicaba, de acordo com os autores, contribuir para acumular ar frio na região.

Rodrigues *et al* (2010) identificaram em Viçosa - MG, ao longo da série 1968 a 2008, tendência de aumento de temperatura mínima do ar, o que atribuíram ao aumento da população.

O presente trabalho tem como objetivo geral verificar mudanças no clima de Teresina - PI ao longo de 33 anos após a supressão de áreas verdes resultante da expansão urbana verificada na cidade. Os objetivos específicos são apresentar os valores médios de temperatura média do ar, temperatura mínima do ar, temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, por meio de análises isoladas do período anual (12 meses), da estação chuvosa (jan-fev-mar-abr-maio) e da estação seca (set-out-nov-dez) e verificar quais elementos meteorológicos analisados apresentaram alterações significativas.

METODOLOGIA

Teresina, capital do Piauí, localizada na região Norte do estado, no Nordeste do Brasil, tem coordenadas geográficas 05°05'' de latitude Sul e 42°48'' de longitude Oeste e altitude média de 74,4 m acima do nível médio do mar e área territorial do município é de 1.756 km² (IBGE, 2009). Conforme a classificação climática de Thornthwaite e Mather, Teresina possui clima C_{1s} A'a'', caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão. No trimestre setembro-outubro-novembro, a concentração da evapotranspiração potencial é de 32,1% (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR, 2008).

Utilizaram-se séries históricas de 1977 a 2009 com dados de temperatura média do ar, temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, fornecidos pela Estação Meteorológica Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sob a responsabilidade e operação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio-Norte), localizada na zona Norte da cidade de Teresina – PI.

Aplicaram-se as estatísticas de Mann-Kendall para se detectar o comportamento das médias anuais de cada elemento meteorológico, utilizando-se o *software* MAKESENS 1.0 (2002) para determinar a tendência temporal anual dos elementos meteorológicos selecionados no estudo, comparando-se cada valor da série com os valores subsequentes e de forma sucessiva.

O teste de Mann-Kendall, de acordo com Goossens e Berger (1986), é indicado para se determinar mudanças climáticas em séries meteorológicas, permitindo, ainda, identificar quando se deu o marco inicial da mudança, o que o torna mais importante na análise. O início da mudança ocorre, aproximadamente, no cruzamento das retas que determinam os intervalos de confiança de 95% (máximo e mínimo) dos gráficos produzidos a partir das séries utilizadas na análise.

As tabelas e gráficos foram construídos a partir da análise dos elementos meteorológicos, considerando-se os períodos anual (12 meses do ano), chuvoso (jan-fev-mar-abr-maio) e seco (set-out-nov-dez).

A estação chuvosa adotada neste estudo corresponde ao período compreendido pelos meses cujas temperaturas apresentam-se mais baixas (jan-fev-mar-abr-maio) e quando ocorrem as chuvas em Teresina, sendo a estação seca

ou “B-R-O-BRÓ” (set-out-nov-dez) aquela com as temperaturas mais altas do ano e pouca ou nenhuma ocorrência de chuvas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima global vem sendo modificando 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 Teresina, o resultado dessas práticas pode ser observado no comportamento do clima, mais precisamente no da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, por se manifestarem mais diretamente no cotidiano da população.

Teresina é dotada de altas temperaturas até por localizar-se próxima ao Equador terrestre, à latitude de 05°05' Sul (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR, 2008), o que contribui para receber grande quantidade de radiação solar. A baixa altitude é outro parâmetro com influência sobre a temperatura do ar, como afirmam Monteiro (1976), Tubelis e Nascimento (1992), Landsberg (2006) e Ayoade (2006), dentre outros. A baixa altitude de Teresina (74,4 m) é outro parâmetro que também contribui para que a cidade detenha altas temperaturas, embora somente esse parâmetro não seja capaz de definir o clima de um local. Concomitante a essa característica, a cidade já possui nível de urbanização alto, o que pode estar contribuindo para o aumento da temperatura do ar.

Assim como em muitas cidades de médio e grande porte, o crescimento populacional e a expansão urbana provocaram mudanças ambientais tanto no espaço físico, quanto no clima de Teresina, quando os elementos meteorológicos foram alterados pelas formas de ocupação do solo e materiais usados no ambiente construído.

Os resultados do estudo das séries temporais da temperatura média do ar, temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, realizados pelo teste de Mann-Kendall, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Testes de tendência anual dos elementos meteorológicos referentes aos 12 meses do período de 1977 a 2009.

Séries temporais anuais	Média anual	Test Z	Q
Temperatura média do ar anual (°C)	28,0	2,43*	0,018
Temperatura máxima do ar anual (°C)	33,7	1,31	0,017
Temperatura mínima do ar anual (°C)	22,2	1,80+	0,015
Umidade relativa do ar (%)	69,9	1,22	0,061
Precipitação pluviométrica (mm)	1.396,0	0,54	5,009

(*) Aumento significativo a 5%;(**) Aumento significativo a 1%; (+) Média em elevação.

Analizando-se os elementos meteorológicos da série de 33 anos referentes aos 12 meses do ano, a temperatura média do ar e a temperatura mínima do ar apresentaram tendência significativa de elevação, quando se realizou o teste Z entre as médias anuais. A temperatura máxima do ar, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica mantiveram o mesmo comportamento ao longo do período analisado, não apresentando tendência significativa. O aumento de 0,6 °C verificado na temperatura média e de 0,5 °C na temperatura mínima apresentam-se próximos porque a análise torna-se mascarada pelo efeito da sazonalidade que existe entre os meses mais quentes e os menos quentes.

Existem dificuldades na detecção de tendência climática, o que Back (2001) atribui principalmente à variabilidade natural dos dados meteorológicos, mas apesar de não se verificarem alterações significativas na quantidade de chuvas em Teresina, é importante ressaltar que sua distribuição é irregular, podendo acontecer que totais pluviométricos esperados no mês, concentrem-se em poucos dias. Em outros casos, períodos de estiagem ao longo da estação chuvosa.

No Gráfico 1 é observada a regressão e variação anual (12 meses) do comportamento da temperatura mínima do ar e da temperatura média do ar, apresentando significativa tendência de aumento ao longo da série estudada.

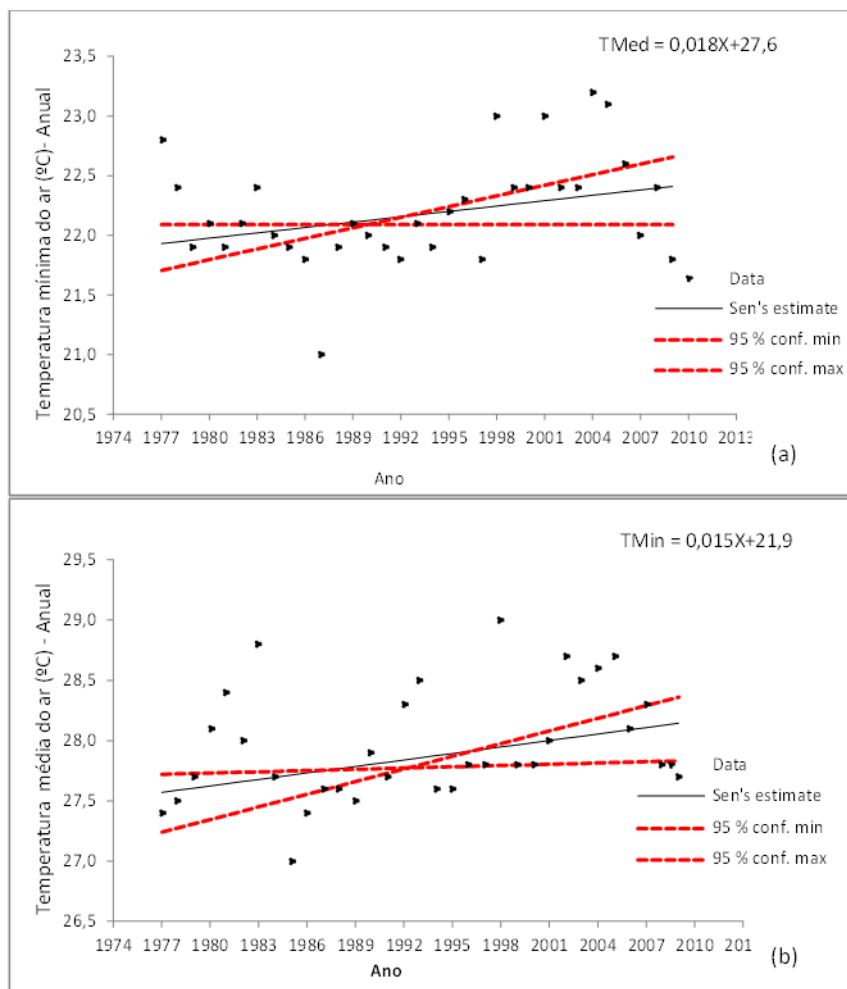


Gráfico 1 – Temperatura média do ar (a) e temperatura mínima do ar (b) acompanhadas das estatísticas $u(t)$ e $u^*(t)$ do teste de Mann-Kendall referentes aos 12 meses do ano.

Detectou-se tendência positiva de aumento da temperatura média do ar, com marco inicial aproximadamente no ano de 1992 (ponto de cruzamento das retas), o que pode ser atribuído aos efeitos do processo do crescimento da população e da urbanização, intensificado desde os anos 1980, contribuindo assim, com as formas de ocupação do solo, para maior aquecimento da cidade.

O aumento da temperatura média do ar em Teresina foi de $0,018^{\circ}\text{C}$ por ano e da temperatura mínima do ar, de $0,015^{\circ}\text{C}$, enquanto Back (2001) encontrou em Urussanga, SC, somente $0,0098^{\circ}\text{C}$ de aumento por ano na temperatura média do ar. Ressalte-se que a população dessa cidade em 2010, de acordo com o IBGE

(2010) é de 20.222 habitantes enquanto a de Teresina no mesmo ano é de 814.439 habitantes, um contingente populacional bem superior ao da cidade comparada.

Entre 1977 e 2009 houve tendência de aumento da temperatura mínima do ar estatisticamente significativa no período. Essa tendência teve início aproximadamente no ano de 1990, o que confirma a hipótese de ser o ambiente construído, responsável por alterações no clima urbano.

Utilizando também o teste de Mann-Kendall, Furlan (2009) identificou aumento de temperatura mínima do ar em Porto Velho - RO, a partir dos anos 1970, e de forma significativa, a partir de 2000, condição também verificada em Porto d'Oeste – RO, onde a população é em torno de dez vezes menor que a de Porto Velho.

Esse fenômeno é consequência do processo de desmatamento naquela cidade, que em 2007 já atingia 85,1% da área total do município (FURLAN, 2009), o que embasa os achados deste estudo realizado em Teresina, onde a temperatura mínima aumenta de forma significativa com a supressão de áreas verdes.

A variação anual referente aos 12 meses do ano e a tendência da temperatura máxima do ar, da umidade relativa do ar e da precipitação pluviométrica ao longo dos 33 anos analisados são apresentadas no Gráfico 2.

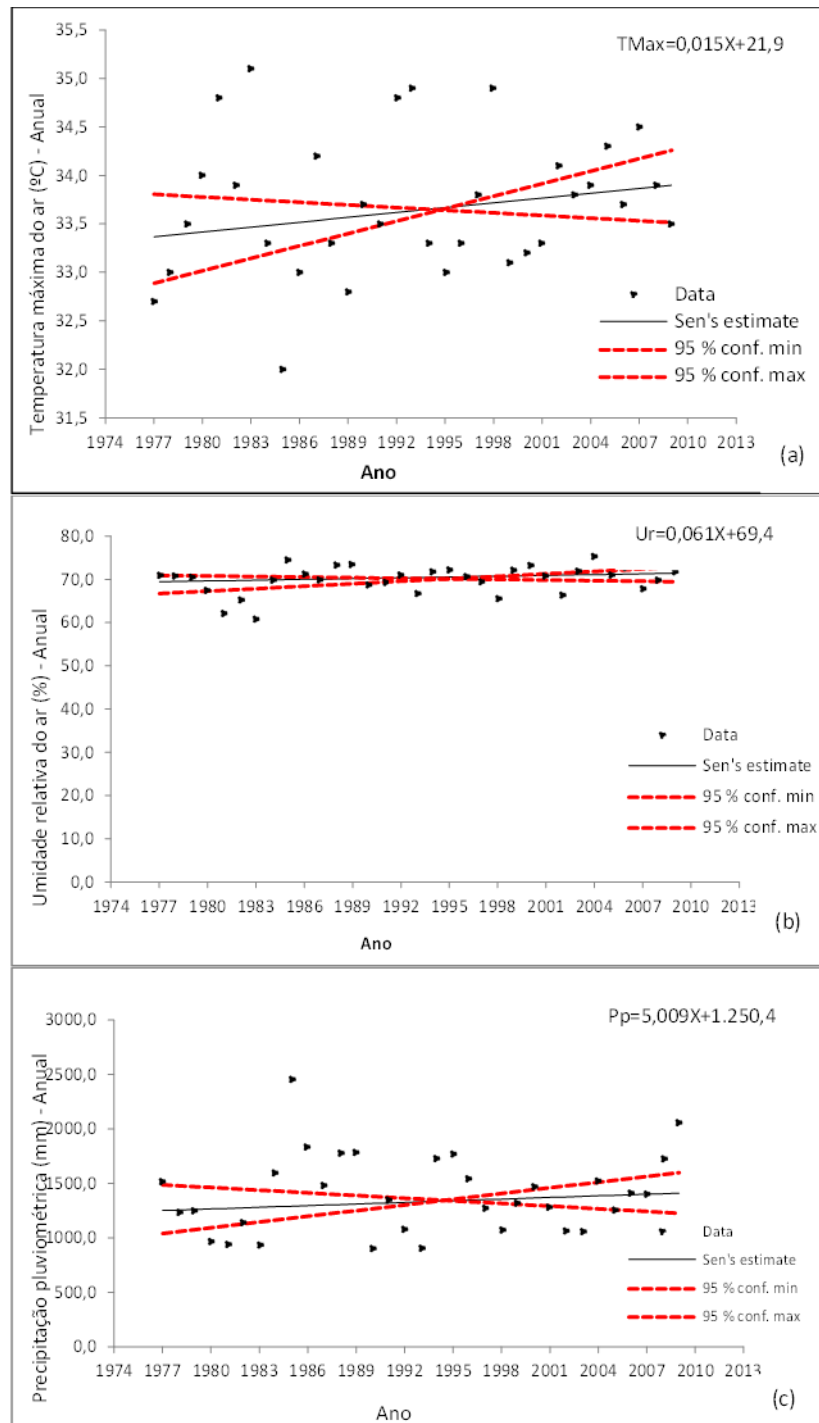


Gráfico 2 – Temperatura máxima do ar (a), umidade relativa do ar (b) e precipitação pluviométrica (c) (regressão linear) e estatísticas $u(t)$ e $u^*(t)$ do teste de Mann-Kendall referentes aos 12 meses do ano.

De acordo com estudos do IPCC (2007) o padrão das chuvas será alterado, afetando de forma significativa a disponibilidade de água para o consumo humano, agricultura, comprometendo ainda a geração de energia elétrica. Apesar desse prognóstico, a precipitação pluviométrica em Teresina não apresentou tendência significativa de aumento ou redução no período analisado.

As séries temporais quando analisadas por ano, apresentaram resultados diferentes daqueles analisados por estação ou por meses.

Quando se analisou isoladamente a estação chuvosa referente ao mesmo período (1977 a 2009) não foi detectada nenhuma tendência significativa nas séries temporais dos elementos meteorológicos estudados, como é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Testes de tendência dos elementos meteorológicos referentes à estação chuvosa do período de 1977 a 2009.

Séries temporais (jan-fev-mar-abr-maio)	Média anual	Test Z	Q
Temperatura média do ar (°C)	27,3	1,24	0,010
Temperatura máxima do ar (°C)	31,9	1,15	0,012
Temperatura mínima do ar (°C)	22,6	1,36	0,009
Umidade relativa do ar (%)	81,0	1,46	0,072
Precipitação pluviométrica (mm)	1.155,6	0,88	6,396

(*) Aumento significativo a 5%; (**) Aumento significativo a 1%; (+) Média em elevação.

O teste de Mann-Kendall não detectou mudanças significativas na série anual completa (12 meses) dos elementos meteorológicos analisados durante a estação das chuvas.

A condição de homogeneidade entre os elementos meteorológicos analisados na estação chuvosa não foi identificada durante a estação seca como demonstrado na Tabela 3. É apresentando o teste de Mann-Kendall realizado somente com os meses compreendidos de setembro a dezembro, adotados como estação seca, onde são apontados os elementos meteorológicos que apresentaram diferenças significativas em 33 anos.

Tabela 3 - Testes de tendência dos elementos meteorológicos referentes à estação seca (set-out-nov-dez) do período de 1977 a 2009.

Séries temporais (set-out-nov-dez)	Média anual	Test Z	Q
Temperatura média do ar (°C)	29,1	2,81**	0,030
Temperatura máxima do ar (°C)	35,9	1,83 +	0,026
Temperatura mínima do ar (°C)	22,8	2,90**	0,034
Umidade relativa do ar (%)	59,1	0,60	0,042
Precipitação pluviométrica (mm)	196,7	0,73	1,061

(*) Aumento significativo a 5%; (**) Aumento significativo a 1%; (+) Média em elevação.

Na estação seca (set-out-nov-dez) de Teresina, verificou-se aumento significativo de temperatura média do ar e temperatura mínima do ar, estando também em elevação a temperatura máxima do ar, que apresentou aumento somente no mês de outubro, mas repercutindo na média de todo período, por ser um aumento de magnitude significativa. Também, nesta estação, o aumento da temperatura média do ar teve maior participação da temperatura mínima do ar com 0,034 °C por ano, como mostram os resultados dos testes estatísticos.

Consoante com a análise dos dados anuais, referentes aos 12 meses do ano, a umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica não apresentaram diferenças na série temporal da estação seca (set-out-nov-dez).

A temperatura média do ar durante a estação seca (set-out-nov-dez) teve um aumento de 1,0 °C entre 1977 e 2009, enquanto a temperatura mínima do ar aumentou 1,1 °C. O crescimento de áreas urbanizadas e a redução das vegetadas foram fatores propulsores para o aumento da temperatura média do ar, principalmente da temperatura mínima do ar. O aumento da temperatura média do ar verificado no período teve a contribuição principalmente do acréscimo da temperatura mínima do ar.

Folhes e Fisch (2006) utilizando o teste de Mann Kendall, não detectaram tendência significativa nas séries anuais de temperatura média do ar e na precipitação pluviométrica, em Taubaté – SP, devido à variabilidade sazonal. Entretanto, a análise da série temporal de 1983 a 2005 identificou tendência

significativa de redução das chuvas no mês de abril e aumento significativo em novembro. Nesse caso também, a população da cidade é menor que a população de Teresina.

A temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica não apresentaram tendência significativa, permanecendo, assim, sem alterações em suas séries temporais.

CONCLUSÃO

Ao longo dos 33 anos analisados, houve aumento da temperatura mínima do ar e da temperatura média do ar, sendo significativamente maior no período seco (set-out-nov-dez), e tendo outubro como o mês mais quente do ano. O acréscimo na temperatura do ar pode estar relacionado com a supressão de áreas arborizadas decorrente do processo de expansão urbana.

Não se observou redução de umidade relativa do ar, evidenciando que o aumento de temperatura na cidade não está tendo influência sobre a umidade relativa do ar. Essa situação talvez se justifique pelo fato de as observações dos elementos meteorológicos utilizados na pesquisa terem sido realizadas numa área vegetada e afastada do centro urbano. Outro ponto a se considerar é o fato de existirem na cidade dois rios perenes que podem contribuir para tornar o ar mais úmido.

As médias anuais de precipitação pluviométrica não apresentaram mudança significativa, o que evidencia que o processo de expansão urbana não teve influência no regime de precipitação pluviométrica de Teresina, no período analisado.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.

BASTOS, A. E.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Boletim agrometeorológico de 2007 para o Município de Teresina, PI**. Embrapa Meio-Norte. Documentos, 132. Teresina, 2008.

BLAIN, G. C.; PICOLI, M. C. A.; LULU, J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.807, 2009.

FOLHES, M. T; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Revista Ambi-Água**, Taubaté. v.1, n.1, p.61-71, 2006.

FURLAN, D. N. **Variabilidade temporal e espacial das chuvas e do balanço hídrico no estado d Rondônia**: caracterização análise de tendência. Piracicaba, 2009. Dissertação (Mestrado) 129 p. Dissertação (Mestrado). ESALQ/USP. Piracicaba, 2009.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v. 4, n. B4, p. 385-400, 1986.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área total do município em 2008**. Disponível em: < <http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primeiros Resultados do Censo 2010**. 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.org.br> >. Acesso em: 11 dez. 2010.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: The Fisical Science Basis**. Summary for Policymakers. Disponível em: < <http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York: Academic Press, 285p., 1981.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. Hucitec: São Paulo, 1985.

MAKESENS 1.0. Mann-Kendall. Test and Sen's Slope Estimates for the Trend of Annual Data. Version 1.0 Freeware. Copyright Finnish Meteorological Institute, 2002.

MONTEIRO, C. A de F. **Teoria e clima urbano**. IGEG-USP. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, série Teses e Monografias, n. 25, São Paulo: 1976.

RITTER, M. E. The Physical Environment: an Introduction to Physical Geography. **Climate**. Disponível em: < http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/climate_systems/urban_climate.html >. Acesso em: 17 dez. 2009.

RODRIGUES, J. M; RODRIGUES, R. A; JUSTINO, F. B; COSTA, L. C; AMORIM, M. C. Efeitos locais e de larga escala na dinâmica climática do município de Viçosa – MG. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.22, n.3, p. 593-610, 2010.

SILVA, R. A; SILVA, V. P. R. da; CAVALCANTI, E. P.; SANTOS, D. N. Estudo da variabilidade da radiação solar no Nordeste do Brasil. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.14, n.5, p.501–509, 2010.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva**. Nobel, São Paulo, 1992.