



## RELAÇÃO DO CLIMA DE TERESINA COM A SUPRESSÃO DE ÁREAS VERDES

Sônia Maria Ribeiro Feitosa<sup>1</sup>  
José Machado Moita Neto<sup>2</sup>  
Carlos Sait Pereira Andrade<sup>3</sup>  
Jaíra Maria Alcobaça Gomes<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

O crescimento populacional gera transformações não somente do ambiente urbano, mas também, nas condições climáticas locais, por meio dos impactos que são intensificados pelas constantes mudanças do espaço, causando um desequilíbrio na natureza e nas interações atmosfera-Terra. O novo espaço construído e constantemente modificado pelas variadas formas de ocupação do solo, gera desequilíbrios provocados pela impermeabilização deste, pelos materiais condutores de energia, pela poluição do ar, pelo aumento das edificações e, principalmente, pela redução da vegetação que altera os elementos meteorológicos formando diferentes microclimas.

As modificações relacionadas com a forma de crescimento das cidades e com a redução da arborização provocam mudanças no clima, e fazem com que o crescimento populacional e o novo espaço construído tornem-se pautas de discussão sobre o meio ambiente e os problemas advindos do meio urbano, principalmente, quando este cresce de forma desordenada. A cidade de Teresina - PI possui como característica climática, altas temperaturas do ar durante todo o ano, determinadas, sobretudo, por condições naturais. Mas, ao longo dos anos, a cidade foi se expandindo, fazendo desaparecer parte de sua

<sup>1</sup> CV: <http://lattes.cnpq.br/8967477553916515>; E-mail: [smrfeitosa@hotmail.com](mailto:smrfeitosa@hotmail.com)

<sup>2</sup> CV: <http://lattes.cnpq.br/5047924139977100>; E-mail: [jmoita@ufpi.edu.br](mailto:jmoita@ufpi.edu.br)

<sup>3</sup> CV: <http://lattes.cnpq.br/0005025648896483>; E-mail: [carlossait@yahoo.com.br](mailto:carlossait@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> CV: <http://lattes.cnpq.br/1062706664834278>; E-mail: [jairamag@uol.com.br](mailto:jairamag@uol.com.br)





vegetação, parâmetro importante para promover a manter a umidade relativa do ar, promover o sombreamento e conforto térmico.

A alteração na temperatura do ar de Teresina-PI é provocada, principalmente pela urbanização, que reduz a vegetação e traz novas práticas e atividades humanas, gerando mudanças no meio ambiente e nas condições climáticas locais.

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: identificar os elementos meteorológicos que foram alterados no período compreendido de 1977 a 2009, dentre aqueles selecionados na pesquisa e quantificar as áreas verdes e áreas urbanizadas.

## URBANIZAÇÃO E ALTERAÇÕES NO CLIMA

A urbanização preocupa a humanidade diante da forma como crescem as cidades e pela forma como a resposta aos modernos comportamentos de vida adotados interferem no ambiente, não só modificando as condições naturais, mas também alterando o clima. Muitos estudos como os de Lombardo (1985), Romero (2001), Landsberg (2006) e Sorre (2006) comprovam que o excesso de atividades praticadas pela sociedade é responsável pela degradação do ambiente natural, podendo formar um novo clima ou vários microclimas.

Lombardo (1985) observou que nas cidades, a camada de ar próxima do solo é mais aquecida do que na zona rural. E ainda, que tanto a direção dos ventos, quanto a velocidade são alteradas pelo efeito das construções, como por exemplo, a rugosidade das superfícies modificadas. Na pesquisa, observou diferença de até 10,0 °C entre o centro da cidade de São Paulo e a área rural ao que a autora atribui como sendo uma ilha de calor urbana. Para a autora, a intensidade e dimensão das ilhas de calor variam conforme a extensão da malha urbanizada e das diferentes formas de uso e ocupação do solo. Em áreas livres e com maior índice de vegetação e próximas à reservatórios de água, as temperaturas observadas são mais amenas quando comparadas com outras áreas de características diferentes.





Estudos sobre ilhas de calor e clima urbano foram realizados em Porto Alegre - RS por Mascaró (1996) e em Campina Grande - PB, por Ramos (2002), quando comprovaram a importância da vegetação na temperatura do ar e na umidade relativa do ar, constatando, nas duas cidades, umidade relativa do ar mais baixa quando em áreas com pouca ou nenhuma vegetação.

A pesquisa de Ramos (2002) analisou a influência da vegetação no clima da cidade no período de 1971 a 2000, verificando que a última década apresentou-se mais quente quando houve um aumento maior da população, e conseqüentemente mudanças no padrão urbanístico, caracterizadas pela ocupação do solo e maior adensamento nas áreas centrais. De forma semelhante, a umidade relativa do ar para o mesmo período, esteve menor, principalmente na última década.

A técnica de sensoriamento remoto foi utilizada por Cunha, Rufino e Ideião (2009) quando pesquisaram a relação existente entre o aumento de temperatura da superfície do ar e o crescimento da cidade de Campina Grande-PB, cujos resultados mostraram que ao longo do processo de ocupação da cidade, houve diminuição das áreas verdes.

Dentre as transformações ocorridas no espaço urbano, a supressão da cobertura vegetal é uma das que contribuem para alterar o clima da cidade, por meio de mudanças nos seus elementos meteorológicos. Monteiro (1976), Landsberg (1981), Mascaró (1996), Romero (2001) e Sorre (2006), ao discutirem as mudanças climáticas causadas pela urbanização, atribuem à própria cidade a responsabilidades pelo aquecimento, tendo como principal causa a substituição da vegetação por construções, que contribui para diminuir a umidade relativa do ar, devido à drenagem ou impermeabilização de áreas úmidas.

A formação de ilhas de calor na cidade, decorrente de transformações ocorridas no espaço urbano, para Lombardo (1985), Oke (1987) e Coltri *et al.* (2007), devem-se às mudanças nos fluxos de energia solar que chegam à superfície do solo através de processos físicos, alterando alguns elementos meteorológicos, em especial a temperatura da superfície e a temperatura do ar. Segundo os autores, assim como já é de senso comum, maior aquecimento ocorre durante o dia, devido à capacidade térmica de absorção dos materiais de construção usados na cidade, que devolve parte da radiação recebida para a atmosfera.





## METODOLOGIA

Teresina, capital do estado do Piauí, com coordenadas geográficas 05°05'12" Sul e 42°48'42" Oeste e altitude média de 72m, ocupa área territorial de 1.756 km<sup>2</sup>, (IBGE, 2009) sendo 243,61 km<sup>2</sup>, correspondentes à área urbana. O clima de Teresina, pela classificação de Thornthwaite e Mather (1955) apud Andrade Júnior (2012), é C<sub>1</sub>sA'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).

Para identificar a dinâmica espacial da urbanização e da arborização em Teresina – PI compreendida no período de 1977 a 2009, utilizaram-se imagens do satélite LANDSAT-5, correspondentes aos dias 14/08/1989 e 09/11/2009, referentes aos anos 1989 e 2009, disponibilizadas na página eletrônica ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2010). As imagens compreendidas, a primeira no período de 1977 a 1991, e a segunda no de 1992 a 2009, foram geoprocessadas para correção e ajustes, seguidos de realce e contraste, permitindo visualizar a extensão de área arborizada e área construída do sítio urbano. A partir da comparação entre as duas imagens, identificou-se a dinâmica temporal e espacial das áreas verdes e da urbanização nos períodos analisados determinando-se, quantitativamente, suas áreas respectivas em cada período.

Para o cálculo do Índice de Áreas Verdes (IAV), utilizou-se a fórmula adotada por Harder (2002), dada pelo somatório de todas as áreas verdes, dividido pela população referente à área de estudo, cuja expressão é:

$$IAV = \text{Total de áreas verdes} / \text{População}$$

Utilizaram-se os termos “áreas verdes”, “cobertura vegetal” e “arborização”, como representativos da vegetação visualizada nas imagens de satélite LANDSAT 5, o que pode resultar diferentes resultados se comparados a índices calculados a partir de outros critérios de classificação.

Os dados de temperatura média do ar, temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, umidade relativa do ar e precipitação



pluviométrica, referentes à série 1977 a 2009, fornecidos pela Embrapa Meio-Norte (2010), também foram divididos em dois períodos: de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009. Essa fragmentação na série temporal permitiu observar a tendência de temperatura num período posterior ao processo de maior de urbanização na cidade de Teresina - PI. A análise estatística dessa série de dados meteorológicos foi realizada pelos *softwares* SPSS 10, na determinação das médias e testes de significância e, o Origen-5, na confecção dos gráficos.

As informações a partir da classificação das imagens de satélite, e subsidiadas pelas estatísticas, permitiram identificar a redução de áreas verdes em Teresina – PI, detectando aumento significativo na temperatura do ar decorrente do processo de supressão da vegetação.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em Teresina, durante todo o ano, são registradas temperaturas elevadas, chegando a ultrapassar 40,0 °C. No período analisado, a temperatura do ar média é 28,0 °C, temperatura máxima do ar média de 33,7 °C e a média da temperatura mínima de 22,2 °C.

A urbanização de Teresina de 1960 a 1980, como se pode observar na Tabela 1, apresentou-se em contínuo crescimento. Em 2007, com um total de 779.939 habitantes (IBGE, 2007), a zona urbana já atingia 94,3 % da população total do município, cuja concentração populacional atua tanto como modificador do espaço físico, quanto das variantes sociais, econômicas e ambientais.

Tabela 1 - Evolução da população total e taxa de urbanização de Teresina no período de 1960 a 2010.

Ano	População total (hab)	Taxa de urbanização (%)
1960	142.691	68,9
1980	377.774	89,8
2000	715.360	94,7
2007	779.939	94,3
2010	802.537	94,3

Fonte: IBGE (2000; 2007; 2010).



Em 2010, a zona urbana de Teresina detinha 21,6 % da população do Piauí, que é de 3.119.015 habitantes (IBGE, 2010). Como polo de convergência de municípios e de estados vizinhos, é capaz de produzir fatores antrópicos que alteram alguns elementos meteorológicos, principalmente os relacionados com o aquecimento do solo e do ar. Na verdade, a concentração populacional em centros urbanos e, conseqüentemente o fluxo de pessoas que diariamente circulam na cidade em busca de produtos e serviços, aumentam as atividades que geram microclimas urbanos (MONTEIRO, 1976; LOMBARDO, 1985; ROMERO, 2001).

Nos últimos dez anos, de acordo com IBGE (2000) e IBGE (2010), a população de Teresina cresceu 12,2 %, taxa elevada em relações a outros centros urbanos, o que aponta para uma tendência de continuidade de redução de áreas verdes na. Esse fato foi evidenciado com o uso de sensoriamento remoto que permitiu identificar e quantificar as áreas urbanizadas e as vegetadas a partir de duas imagens de satélite Landsat 5, uma correspondente a uma cena do perímetro urbano, captada no dia 14/8/1989 e outra correspondente ao dia 19/11/2009. A classificação por meio de sensoriamento remoto permitiu destacar os elementos encontrados na área selecionada, como são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação dos elementos presentes no perímetro urbano de Teresina-PI, a partir do geoprocessamento de imagens do satélite Landsat 5 em 1989 e 2009.

Classificação de elementos que compõem o perímetro urbano de Teresina - PI	Área (Km <sup>2</sup> )	
	1989	2009
Vegetação	162,73	114,42
Urbanização	71,02	113,91
Solo exposto/areia	5,27	9,27
Água	4,59	6,01
Área total	243,61	243,61

Fonte: Dados básicos classificados por Monteiro (2010).

A classificação usa como critério, a similaridade espectral, onde elementos da imagem que se apresentam semelhantes às amostras pré-determinadas como referência, são agrupados numa mesma classe.





As imagens de 1989 referem-se ao período da série de 1977 a 1991, quando Teresina detinha maior quantidade de áreas verdes. Em 2009, com a continuidade do crescimento, parte das áreas antes arborizadas foi substituída por áreas construídas.

O processo de urbanização acompanhado da perda de sua vegetação é parâmetro relevante para a definição da temperatura do ar do local. A classificação permitiu identificar que em 1989, Teresina dispunha de maior quantidade de áreas verdes que no ano de 2009, quando grande parcela dessa vegetação passa a ser substituída por construções e solos expostos ou desnudos.

Entre 1989 e 2009, a área ocupada aumentou 60,4 %, atingindo 113,91 km<sup>2</sup>, o que significa perda da vegetação. Neste mesmo intervalo de tempo o perímetro urbano perdeu 29,69% de sua vegetação, demonstrando que são necessárias medidas técnicas administrativas para que sejam minimizadas alterações ambientais, que, segundo Ramos (2002), são capazes de gerar subsistemas climáticos, que interferem na dinâmica atmosférica urbana.

O Índice de Área Verde (IAV) urbano em Teresina, calculado para a população estimada pelo IBGE (2010) de 793.915 habitantes, em 2008, é 5,57 m<sup>2</sup>/hab., ainda baixo para que seja garantida a existência de unidades de conservação, espaços livres, áreas de lazer e ruas arborizadas. Sales (2003) afirma que, em 2002, Teresina possuía 13,0 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante.

Atribui-se o fato de a área de superfícies de água em Teresina ter aumentado 1,4 km<sup>2</sup>, dentre algumas razões, ao assoreamento dos rios provocado pela ação humana o que fez aumentar o espelho de água, à impermeabilização do solo que impede o escoamento da água, e possivelmente ao aumento do número de piscinas entre 1989 e 2009. O banco de dados de precipitação (Embrapa Meio-Norte, 2010) registra que os 12 meses compreendidos de agosto de 1988 a julho de 1989, que antecederam o dia analisado na imagem (14/8/1989), acumularam 1.643,8 mm de precipitação pluviométrica, enquanto os 12 meses de novembro de 2008 a outubro de 2009 que antecederam o dia da imagem analisada em 2009 (19/11/2009) acumularam 2.015,5 mm. O maior total acumulado de chuvas pode ter influenciado, tanto para reduzir a temperatura da superfície em 2009 quanto para aumentar as superfícies de água dos rios e reservatórios.





Outro fator que contribuiu para a área de água apresentar-se maior em 2009 foi o fato de o início da estação chuvosa na região Sul do Piauí acontecer em outubro, fazendo com que em novembro, quando foi capturada a imagem do satélite, o nível do rio Parnaíba estivesse mais elevado em relação a 1989, cuja imagem era de agosto, mês sem chuvas em todo o estado.

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.

### **COMPORTAMENTO DO CLIMA DE TERESINA-PI ENTRE 1977 E 2009**

Ao longo dos anos, a expansão urbana e os efeitos desse crescimento podem favorecer alterações no clima da cidade. Para verificar se o clima de Teresina foi modificado no período de 33 anos, realizou-se a análise e testes de significância, como pode ser observado nas tabelas e gráficos correspondentes à temperatura média do ar,



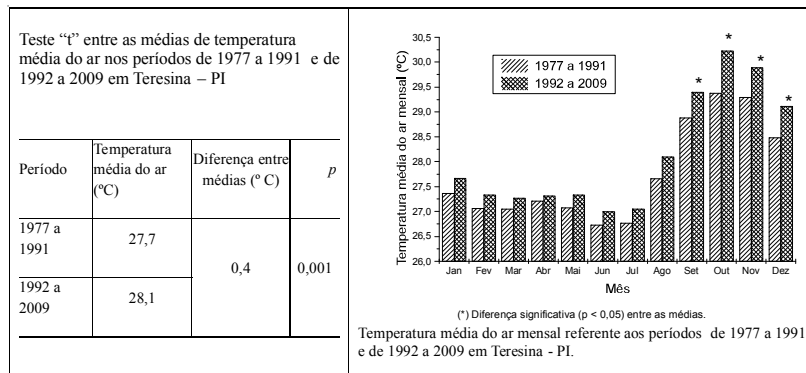


temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, elementos meteorológicos considerados no estudo. A análise da série temporal relaciona alterações no comportamento desses elementos com o crescimento da população e com a supressão da vegetação, considerando-se os períodos de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009.

### Temperatura média do ar mensal nos períodos de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009

A partir do teste “t” verificou-se que a temperatura média do ar mensal no período de 1992 a 2009 foi maior que a do período de 1977 a 1991, como apresentam os resultados na Figura 1.

Figura 1 – Aplicação de teste de significância entre as médias de temperatura média do ar e sua evolução nos períodos 1977 a 1991 e de 1992 a 2009 em Teresina - PI.



Fonte: Dados básicos Embrapa Meio-Norte, 2010.

A média de temperatura média do ar de 1977 a 1991 foi de 27,7 °C, menor 0,4 °C que a de 1992 a 2009, um aumento considerado significativo ( $p < 0,05$ ) quando comparadas as duas médias.

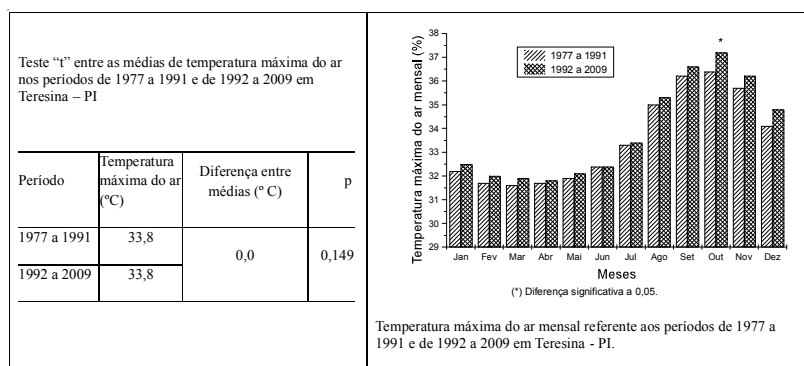
No gráfico se demonstra o comportamento da temperatura média do ar mensal nos dois períodos analisados. Verificou-se aumento no segundo período (1992 a 2009), sendo significativo em setembro, outubro, novembro e dezembro. Nestes meses, compreendido na estação seca (sem chuvas), as temperaturas são as mais altas do ano.

## Temperatura máxima do ar mensal nos períodos de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009

A média de temperatura máxima do primeiro período (1977 a 1991) foi de 33,8 °C e do segundo (1992 a 2009), de 33,8 °C, não havendo, assim, aumento entre as temperaturas dos dois períodos, para um nível de 5 %, de acordo com o valor de significância de 0,149, maior que 0,05.

A evolução da temperatura máxima do ar mensal analisada nos dois períodos pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2 – Aplicação de teste de significância entre as médias de temperatura máxima do ar e sua evolução nos períodos 1977 a 1991 e de 1992 a 2009 em Teresina - PI.



Fonte: Dados básicos Embrapa Meio-Norte, 2010.

A análise estatística demonstrou que no segundo período da série estudada (1992 a 2009), houve aumento significativo somente no mês de outubro, não apresentando, assim, alteração no período, ao se considerar os 12 meses do ano.

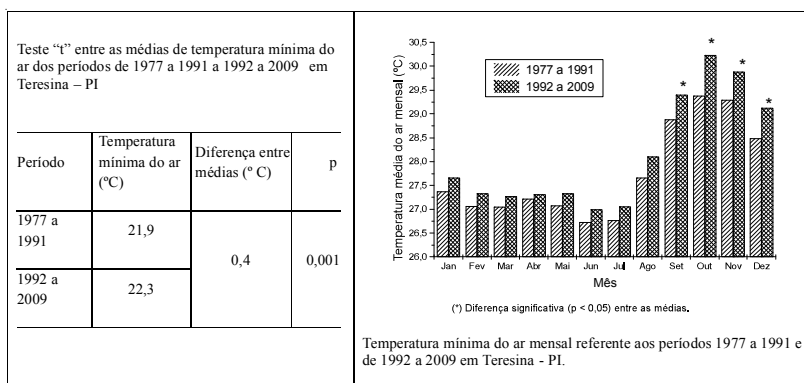
## Temperatura mínima do ar mensal nos períodos de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009

Seguindo a mesma metodologia usada para as temperaturas média e máxima, a temperatura mínima do ar foi analisada em dois períodos (1977 a 1991 e 1992 a 2009), realizando-se o teste

“t” para verificar se houve variação significativa entre as médias, no nível de 0,05.

Os resultados das análises de temperatura mínima do ar do período de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009 são apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Aplicação de teste de significância entre as médias de temperatura mínima do ar e sua evolução nos períodos 1977 a 1991 e de 1992 a 2009 em Teresina - PI.



Fonte: Dados básicos Embrapa Meio-Norte, 2010.

O aumento de temperatura mínima anual no período de 1992 a 2009 foi considerado significativo ( $p < 0,05$ ), quando se analisou os 12 meses do ano, sendo detectados em setembro, outubro, novembro e dezembro, apresentando-se maior no mês de outubro, com diferença de 1,0 °C, quando comparados os dois períodos. Essa elevação nas médias de temperatura mínima do ar no segundo período (1992 a 2009) pode relacionar-se às novas formas de ocupação do solo, às práticas urbanas e, principalmente, à diminuição da vegetação, fazendo com que reduza a evaporação, o que contribui para o aumento da temperatura.

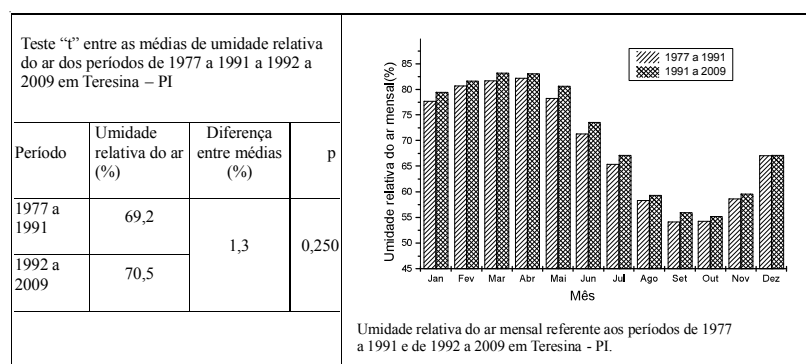
Ao longo dos últimos 18 anos correspondentes ao segundo período da série estudada, as temperaturas mínimas apresentaram-se superiores ao primeiro em todos os meses do ano.

## Umidade relativa do ar mensal nos períodos de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009

Realizou-se a análise da série temporal da umidade relativa do ar, relacionando alterações desse elemento meteorológico com o crescimento da população e com a supressão da vegetação.

Na Figura 4 apresentam-se os resultados obtidos a partir do teste t que verificou não existir diferença significativa entre as médias de umidade relativa do ar no período de analisado. Os meses mais úmidos são exatamente aqueles em que a temperatura do ar é mais baixa. As chuvas ocorridas de janeiro a maio são responsáveis pelos valores mais altos de umidade relativa do ar.

Figura 4 – Aplicação de teste de significância entre as médias de umidade relativa do ar e sua evolução nos períodos 1977 a 1991 e de 1992 a 2009 em Teresina - PI.



Fonte: Dados básicos Embrapa Meio-Norte, 2010.

Muitos trabalhos indicam redução de umidade relativa do ar em cidades que passaram por processo acelerado de urbanização, entre eles o de Souza Júnior (2006) e o de Ramos (2002), que identificaram diminuição significativa de umidade relativa do Campina Grande – PB, ao serem comparadas as séries temporais, apontando a urbanização como responsável pelo fenômeno.

Como a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à temperatura do ar, esperava-se que esse elemento meteorológico estivesse diminuindo em Teresina, haja vista as temperaturas mínimas



e médias terem aumentado ao longo da série estudada, o que não aconteceu quando se analisou a série completa, dividida em períodos.

Fatos considerados como favoráveis à diminuição de umidade relativa do ar foram evidenciados em Teresina, como a expansão da malha urbana, maior concentração de edificações e redução da vegetação, parâmetros que possivelmente influenciaram a elevação da temperatura do ar. Apesar da presença desses indicadores urbanos serem contributivos da redução da umidade relativa do ar, esse fato não foi verificado no período em questão, o que leva a concluir que somente o aumento da temperatura do ar não é suficiente para reduzir a umidade do ar em Teresina – PI.

Ressalte-se que os dados meteorológicos utilizados no estudo são oriundos de uma Estação Meteorológica Convencional, localizada numa área com grande quantidade de vegetação, afastada da zona urbana e com baixo índice de urbanização. Outro fator que pode ter contribuído para manter a mesma umidade relativa do ar na cidade, ao longo do período estudado, é a existência de dois rios, estando grande parte da zona urbana entre eles.

Sugerem-se, assim, estudos mais aprofundados que justifiquem o fato de não ter apresentado mudança significativa na umidade relativa do ar, apesar de no mesmo período, ter havido aumento da temperatura média do ar e da temperatura mínima do ar.

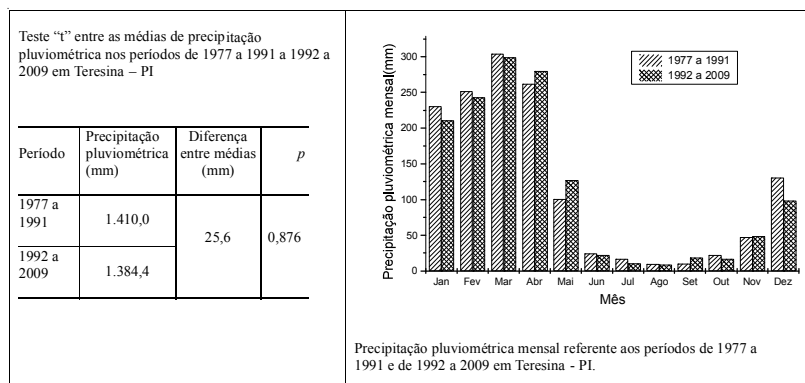
### **Precipitação pluviométrica mensal nos períodos de 1977 a 1991 e de 1992 a 2009**

Apesar de as chuvas em Teresina historicamente apresentarem irregularidades temporais, foi observada homogeneidade no total pluviométrico entre os dois períodos, com oscilações de aumento e redução de chuvas ao longo dos meses não se configurando situação definida. Os resultados da análise do teste “t” indicam que dentro da estação chuvosa (dez-jan-fev-mar-abr), não houve alterações significativas ( $p > 0,876$ ), entre as médias de precipitação pluviométrica em Teresina, quando comparadas as médias dos dois períodos.

O curso mensal da precipitação pluviométrica nos períodos de 1977 a 1992 e de 1992 a 2009 é apresentado na Figura 5.



Figura 5 – Aplicação de teste de significância entre as médias de precipitação pluviométrica e sua evolução nos períodos 1977 a 1991 e de 1992 a 2009 em Teresina – PI



Fonte: Dados básicos Embrapa Meio-Norte, 2010.

Alguns meses apresentaram aumento e outros, redução das chuvas ao longo do ano, compensando o resultado final. Assim, no período analisado, não houve diferenças entre as médias de precipitação, sugerindo que a urbanização e a redução da vegetação não influenciaram o comportamento das chuvas na cidade de Teresina – PI.

Os meses com maiores totais de chuvas são, também, os mais úmidos. De julho a outubro, quando são registrados os menores valores de precipitação pluviométrica, acontecem os menores valores de umidade relativa do ar. Os valores extremos de precipitação pluviométrica ocorrem em março e em agosto.

## CONCLUSÃO

O estudo indicou que ao longo dos 33 anos, com o processo de urbanização, o índice de áreas verdes foi reduzido, implicando aumento da temperatura mínima do ar e da temperatura média do ar, sendo significativamente maior no período setembro-outubro-novembro-dezembro.

O aumento de temperatura média do ar e da temperatura mínima do ar no período estudado não teve influência sobre a umidade



relativa do ar, que se manteve inalterada, no período, quando se esperava que estivesse mais baixa. Possivelmente esse comportamento se deve ao fato de os dados meteorológicos utilizados na pesquisa pertencerem a uma estação meteorológica localizada em uma área vegetada e afastada do centro urbano, livre de fluxos de carros e de pessoas. Outro ponto a se considerar é o fato de existirem na cidade dois rios perenes, que podem contribuir para tornar o ar mais úmido. O aumento de superfícies de água na cidade, também pode ter contribuído para manter inalterada a umidade relativa do ar.

Não foi detectada mudança significativa no comportamento da precipitação pluviométrica no período estudado, o que evidencia que o processo de expansão urbana também não teve influência no regime de chuvas de Teresina.

Os achados da pesquisa sugerem adoção de políticas que minimizem os efeitos provocados pelas atividades urbanas, tendo como meta principal a conservação de áreas vegetadas e de reservatórios de água que contribuem para a manutenção da umidade do ar, como forma de reduzir os efeitos causados pelas mudanças no clima e proporcionar melhor conforto à população.





## REFERÊNCIAS

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.

COLTRI, P. P.; VELASCO, G. D. N.; POLIZEL, J. L.; DEMETRIO, V. A.; FERREIRA, N. J. Ilhas de Calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007., Florianópolis. Anais... Florianópolis: abril 2007, INPE, p. 5151-5157.

CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; IDEIÃO, S. M. A. Determinação da temperatura de superfície na cidade de Campina Grande-PB a partir de imagens do satélite Landsat 5-TM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal, Brasil, **Anais...** 2009, INPE, p. 5717-5724.

EMBRAPA MEIO-NORTE. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa Meio-Norte). **Série de dados meteorológicos de Teresina – PI referentes ao período 1977 a 2009**. Estação Meteorológica Convencional da EMBRAPA - Meio Norte. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2010.

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.

HARDER, I. C. F. **Inventário Quali-quantitativo da arborização e infra-estrutura das praças da cidade de Vinhedo-SP**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura

Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos demográficos de 1960 a 2000**. 2000. Disponível em: < <http://www.ibge.org.br> >. Acesso em: 20 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Estimativa da população 2009**. 2009. Disponível em: < <http://www.ibge.org.br> >. Acesso em: 11 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Primeiros Resultados do Censo 2010**. 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.org.br> >. Acesso em: 11 dez. 2010





\_\_\_\_\_. **Contagem da população 2007. 2007.** Disponível em: < <http://www.ibge.org.br> >. Acesso em: 20 dez. 2010.

INPE. INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Imagens de satélite Landsat 5 do dia 14/08/1989 e do dia 09/11/2009.** Catálogo de imagens. Disponível em: <[www.inpe.br](http://www.inpe.br)>. Acesso em: 03 fev. 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.

—MASCARÓ, L. **Urban environment.** Porto Alegre: Sagra, DC Luzzatto, 1996.

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.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento e metodologia de aplicação.** ed. 3, Ampl. Viçosa: UFV, 2005.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates.** 2 ed. London: Routledge, 1987.

**ORIGIN 5.0.** Microcal. Version 5.0. Microcal software, 1997.

RAMOS, M. M. Q. **Expansão urbana e alterações dos elementos climáticos em Campina Grande - PB. 2002,** 103p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). PRODEMA: Campina Grande, 2002.

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.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público.** ed. UNB. Coleção arquitetura e urbanismo. Brasília, 2001.

SALES, M. S. T. M. **Educação Ambiental: a preservação do verde na zona urbana de Teresina.** 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí, UFPI. Teresina, PI, 2003.

SORRE, M. Objeto e método da climatologia. Tradução de José Bueno Conti, FFLCH, USP. Original em francês: *Traité de climologie biologique et medicle.* **Revista do Departamento de Geografia,** 18(2006). p. 89-84.

SOUSA JÚNIOR, I. F. de. **A influência da urbanização no clima da**





**cidade de Campina Grande-PB.** Dissertação (Mestrado). p. 94.  
Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2006.

SPSS 15.0. STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES.  
**SPSS 15.0** for Windows. Release 15.0.1.1, 2007.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance.** Centerton:  
Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in climatology)  
apud ANDRADE JÚNIOR et al. **Estratégias ótimas de irrigação do  
feijão-caupi para produção de grãos verdes.** Pesq. Agropec. Bras. vol.47  
no.4 Brasília. abr. 2012.

