

## **A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO COMO FATOR DE ALTERAÇÃO DE TEMPERATURA NA CIDADE DE TERESINA-PI**

**Lizandro ABREU (1); Nayara SOUZA (2); Marcos TEIXEIRA (3)**

(1) CEFET-PI, Praça da Liberdade n° 1597, Centro, Teresina-Piauí, Telefone: (86) 3215-5212, Fax: (86) 3215-5206, e-mail: [lizandropabreu@gmail.com](mailto:lizandropabreu@gmail.com)

(2) CEFET-PI, e-mail: [nayarasilvas@gmail.com](mailto:nayarasilvas@gmail.com)

(3) CEFET-PI, e-mail: [macquete@oi.com.br](mailto:macquete@oi.com.br)

### **RESUMO**

Estudos relacionados ao clima urbano tornam-se cada vez mais freqüentes, devido à íntima ligação entre o processo de urbanização e as alterações de temperatura. A cidade, com o intenso processo de urbanização, modifica as condições climáticas, onde o clima urbano é um exemplo desse processo provocado pela ação antrópica. O trabalho analisou as alterações provenientes do processo de urbanização na cidade de Teresina-PI, comparando imagens de satélite (Google Earth®) e dados dos fatores climáticos em dois pontos da cidade. O primeiro ponto corresponde à estação meteorológica da Embrapa Meio-Norte, no bairro Buenos Aires, a cerca de 6,5 km do centro de Teresina e instalada nas coordenadas (05°02'02" S, 42°48'00" W, 87 m); enquanto que o segundo ponto localiza-se na estação meteorológica da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR-PI), no bairro Dos Noivos, Avenida Raul Lopes, instalada aproximadamente nas coordenadas (05°05'13" S, 42°47'23" W e 57 m). Estes pontos foram assim delimitados devido aos contrastes apresentados no que diz respeito à urbanização da cidade de Teresina. As mensurações realizadas apresentaram divergências, entre as condições climáticas dos pontos escolhidos, devido aos diversos fatores inseridos no contexto climático.

**Palavras-chave:** urbanização, Teresina, alterações climáticas.

## 1. INTRODUÇÃO

O Piauí é uma das 27 unidades federativas do Brasil. Está localizado a noroeste da região Nordeste, tem como limites o oceano Atlântico (a norte), Ceará e Pernambuco (a leste), Bahia (a sul e sudeste), Tocantins (a sudoeste) e Maranhão (a oeste e noroeste) e ocupa uma área de 252.378 km<sup>2</sup>. Sua capital, a cidade de Teresina, é referência nos quesitos saúde e educação, está situada aproximadamente nas coordenadas 5°5'20"S e 42°48'07"W e encontra-se a 72 m de altitude em relação ao nível do mar; possui cerca de 813.992 habitantes distribuídos em uma área de 1.755,698 km<sup>2</sup>, localiza-se entre os rios Parnaíba e Poti e possui clima predominantemente tropical.

Em Teresina, os principais fatores responsáveis pelo processo de urbanização, foram de ordem natural, a exemplo das secas, fenômenos constantes na região, isso obrigava várias famílias que residiam em propriedades rurais a migrarem para os grandes centros urbanos em busca de melhores condições de vida. A capital, por apresentar-se como tal, tornou-se um pólo desse fluxo migratório. Essa migração para grandes centros, como Teresina, levou ao aumento da população urbana, que no ano 2000 concentrava uma porcentagem de 94,72%, enquanto que a zona rural abrigava apenas 5,28% da população total.

O desenvolvimento urbano e as transformações na paisagem natural tornam necessário o estudo do clima da região e das possíveis conseqüências destas transformações para a população local, pois estes exercem influência na temperatura e em todo o conjunto climático. A própria cidade é um grande modificador do clima, onde a camada de ar mais próxima ao solo é mais aquecida, quando comparada a das áreas rurais. A atividade humana, o grande número de veículos, indústrias, prédios, o asfalto das ruas e a diminuição das áreas verdes criam mudanças muito profundas na atmosfera local, modificando também a temperatura e as chuvas da região.

O clima é um conjunto de fenômenos meteorológicos predominantes em determinada região, cuja periodicidade é marcante. Seu estudo nas diversas localidades do planeta é de fundamental importância, visto que os aspectos climáticos influenciam o homem de diversas maneiras, assim com o homem influencia o clima através do desenvolvimento de várias atividades necessárias à sua sobrevivência. Até recentemente, a ênfase maior residia no controle que o clima exercia sobre o homem e suas atividades. Com o aumento populacional e o aumento das capacidades tecnológico-científicas da humanidade, percebeu-se que o homem pode influenciar e de fato tem influenciado o clima, apesar dessa ação ser feita principalmente numa escala local.

Os registros de temperatura são de fundamental importância no sentido de acompanhar o comportamento médio do clima, desta forma, o trabalho desenvolvido justificou-se pela aceleração do processo de urbanização em Teresina, uma vez que conforme a evolução de sua mancha urbana pode-se perfeitamente notar um grande crescimento de novas áreas agregadas, principalmente a partir de 1961, o que vai coincidir com o início da produção de conjuntos habitacionais pelo poder público, através do Sistema Financeiro de Habitação – SFH e pela ligação da zona leste com o centro, através de uma ponte de concreto, e com isso atingir o objetivo de analisar a influência da urbanização na temperatura dos pontos escolhidos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos trabalhos e projetos de pesquisas foram e continuam sendo desenvolvidos, em muitas cidades do Brasil, visando analisar a influência da urbanização sobre os fatores meteorológicos através da compreensão dos dados obtidos sobre eles, os quais podem provocar modificações nas variações climáticas afetando seres humanos, animais e vegetais.

Löwen Sahr (2000) publicou um artigo que considera as diferentes dimensões de análise da verticalização através de estudo empírico da cidade paranaense de Ponta Grossa. Seis dimensões analíticas foram abordadas. Primeiramente, resgatou-se a dimensão do significado histórico da modernidade através da verticalização, tentando identificar marcos da cidade moderna e abordar as conseqüências problemáticas deste processo para a manutenção da memória urbana. Num segundo momento, a discussão girou em torno da dimensão espacial, procurando-se evidenciar as tendências de expansão deste fenômeno no corpo completo da cidade. O terceiro momento refere-se à dimensão social, onde foi analisada a heterogeneidade das edificações verticais em seus conteúdos social e funcional. A dimensão simbólica aparece em um quarto momento, refletindo de que forma os grandes edifícios representam a modernidade e como isto pode descaracterizar as identidades locais. Em

seguida, passa-se à análise da dimensão econômica, salientando os diferentes agentes que atuam no processo da verticalização. Por último, aparece a dimensão do planejamento, onde a autora procurou interpretar a legislação urbana e os mecanismos de controle da verticalização na cidade.

Almeida Júnior (2005) desenvolveu um trabalho onde propôs a implantação de espécies arbóreas como elementos de redução da temperatura, através do sombreamento que as árvores proporcionam. Foram utilizadas as medições de temperatura do ar, umidade relativa e radiação solar. A coleta desses dados foi feita com os equipamentos dispostos simultaneamente ao sol e à sombra do indivíduo arbóreo no período de inverno (seca) e no verão (chuva). Com os dados obtidos foi feita a comparação entre as temperaturas nas duas condições, podendo-se observar que a área sombreada por árvore apresenta redução de temperatura comparando-se à área não arborizada. Com base nos resultados foi possível constatar que as áreas arborizadas reduzem a temperatura do local, proporcionando melhores condições de conforto ambiental, isso faz com que, em regiões de clima quente, seja recomendada a arborização para amenizar as temperaturas dos ambientes urbanos.

Araújo & Caram (2003) realizaram uma pesquisa que estuda as condições de conforto ambiental sob um enfoque bioclimático no bairro da Ribeira, o qual guarda a história da cidade de Natal/RN. Ainda pouco se estabelecem estudos de caso sobre a questão da bioclimatologia em centros urbanos no Brasil. Assim, propôs-se discutir e analisar dados das variáveis ambientais registradas no bairro, como forma de adicionar o estudo do conforto ambiental à preocupação de revitalização e preservação do centro histórico que ali se encontra, buscando o desenvolvimento urbano sustentável.

Sousa (2004) estudou as variações climáticas da cidade de Teresina-PI durante os períodos de 1970 a 1990. Para obtenção dos dados foi estabelecida uma comparação das variáveis: temperatura, umidade, precipitação, insolação, nebulosidade e vento; relacionando os mesmos com fatores locais que poderiam estar influenciando as flutuações climáticas durante os 30 anos analisados. Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de identificar os períodos de intensas flutuações dos fatores meteorológicos, para alertar a população e os órgãos estaduais e federais das possíveis épocas de calamidade pública.

### **3. METODOLOGIA**

A avaliação da influência da urbanização sobre o clima de Teresina foi realizada a partir da comparação de dados sobre os fatores climáticos e urbanísticos em dois pontos da cidade, no decorrer de sete meses (janeiro/2007 – julho/2007), são eles:

Ponto 01: Foi escolhido o ponto que corresponde à estação meteorológica automática do Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, que está situada no bairro Buenos Aires, a cerca de 6,5 km do centro de Teresina e instalada na latitude 05°02'02''S, longitude 42°48'00''W e altitude de 87 m. A estação encontra-se em operação desde o dia 12/10/2005. A Embrapa Meio-Norte é uma Unidade Descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pertencente à categoria de Centro Ecorregional de Pesquisa Agropecuária e Florestal, diretamente subordinado ao Diretor Presidente da Empresa. A estrutura física da sede de Teresina-PI, apresenta 404 ha (hectares).

Ponto 02: Foi escolhido o ponto que corresponde à estação meteorológica da SEMAR-PI (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí), localizada no Centro de Educação Ambiental (CEA) do Parque Potycabana; no bairro dos Noivos, rua Raul Lopes, instalada aproximadamente na latitude 05°05'13'' S, longitude 42°47'23'' W e altitude 57 m. A gerência integra o Programa de Monitoramento do Tempo, Clima e Recursos Hídricos e tem como objetivo desenvolver estudos nestas áreas. Além disso, a gerência oferece informações à sociedade piauiense, gerando condições de apoio, planejamento e programação de atividades em diversos setores sócio-econômicos do Estado. Estas atividades são direcionadas para a melhoria da infraestrutura tecnológica existente na região nordestina, visando enfrentar a seca e seus efeitos, executando estudos nas áreas de meteorologia, climatologia, agrometeorologia e recursos hídricos.

O ponto 01 foi determinado nesta área devido à menor influência de urbanização local, área periférica, com características como: grande quantidade de áreas verdes adjacentes, menor incidência de verticalização, pouco fluxo de veículos nas proximidades, menor área impermeabilizada, entre outros. O ponto 02 foi determinado por apresentar características contrárias às citadas para o ponto 01, este ponto situa-se inserido em uma área próxima ao centro de urbanização da cidade.

A avaliação do fluxo de veículos e das áreas verdes das localidades deu-se com base na comparação de imagens obtidas nas proximidades dos dois pontos, aplicação de 100 questionários, além de observação de campo.

#### 4. RESULTADOS

Após a obtenção dos dados de temperatura nos dois pontos da cidade, que se deu através de observações distribuídas em dez dias dos meses de abril e março, foram observadas divergências quanto às temperaturas médias das localidades (ver figura 1).

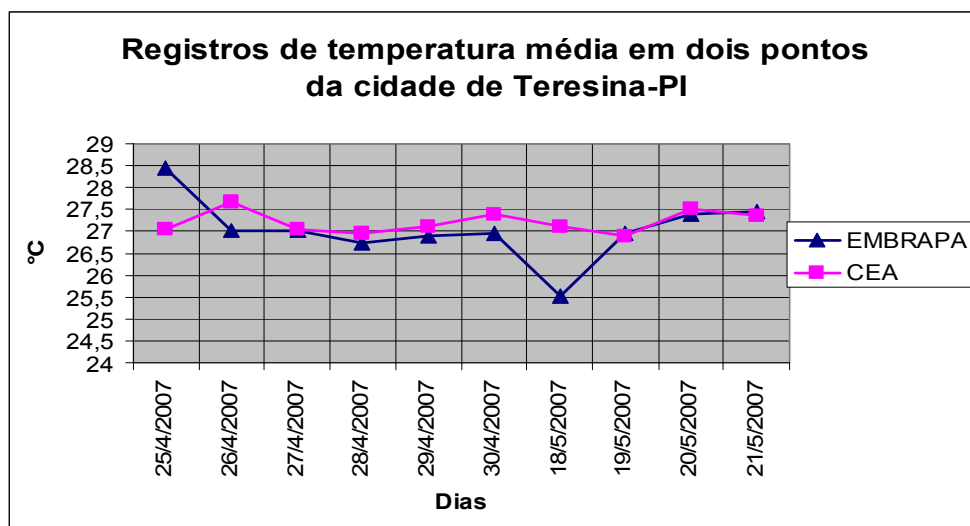


Figura 1 – Gráfico dos registros de temperatura média na cidade de Teresina-PI.

Notadamente, a temperatura média no centro de urbanização da cidade de Teresina, representada pela estação do Centro de Educação Ambiental – CEA apresenta, em geral, maiores valores quando comparados com os obtidos no ponto 01, chegando a apresentar quase dois graus Celsius de diferença na temperatura.

A caracterização das áreas verdes deu-se com base em imagens de satélite, com o auxílio do programa Google Earth®, posteriormente essas áreas foram vetorizadas através do software AutoCAD® o que possibilitou o cálculo da área arborizada de cada localidade (ver figura 2). No ponto 01 foram registrados aproximadamente 741 km<sup>2</sup>, enquanto no ponto 02 foram observados cerca de 22,6 km<sup>2</sup>. A diminuição das áreas verdes determina o aumento do albedo – índice de reflexão – da região, o que ocasiona uma maior retenção de calor na área, aumentando assim a sensação térmica.



Figura 2 – Imagem da vetorização da cobertura vegetal dos pontos.

Também foram registrados os fluxos de veículos nas duas localidades, para essa observação tomou-se como base o mesmo dia e horário. Foram registrados durante uma hora 293 veículos circulando nas proximidades da EMBRAPA, e 1.338 nos arredores do CEA, o que mostra uma diferença significativa no grau de urbanização das localidades (ver figura 3).

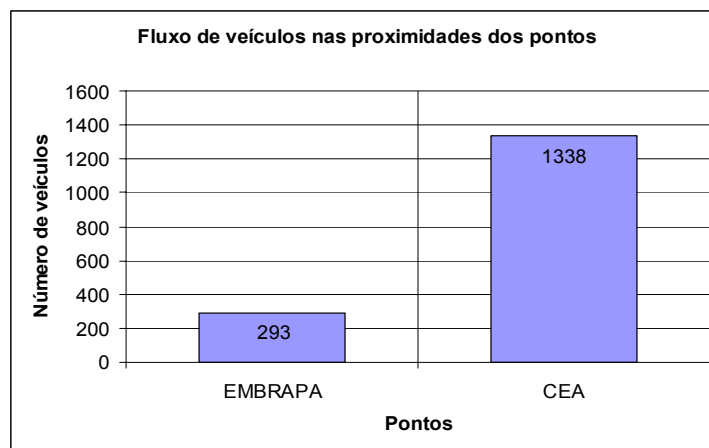


Figura 3 – Gráfico do fluxo de veículos.

Além das observações acima citadas, foram aplicados 100 questionários com indivíduos de diversos níveis de escolaridade e diversas faixas etárias, com isso pôde-se observar a opinião das pessoas no que diz respeito a diversos aspectos apresentados pela cidade. No que se refere ao regime pluviométrico da cidade de Teresina, 92,6% dos entrevistados responderam que este não é suficiente para amenizar a temperatura local, tendo em vista não o índice pluviométrico, e sim a má distribuição temporal das chuvas. Quanto às alterações climáticas da cidade, 85,2% afirmaram que o corte de árvores, a circulação excessiva de automóveis e a impermeabilização do solo são as principais formas dos moradores contribuírem para tal. A opinião dos entrevistados quanto à relação que existe com maior intensidade em Teresina, 39% identificaram-se com a alternativa Clima e Urbanização, e apenas 8% identificaram-se com Clima e Moda.

Quando indagados sobre o que poderia ser feito para amenizar a temperatura da cidade, 5% das pessoas responderam que apenas evitar o corte de árvores resolveria o problema, enquanto que a grande maioria (88%), responderam que a melhor alternativa seria o plantio de mais árvores nas ruas e avenidas da cidade (ver figura 4).

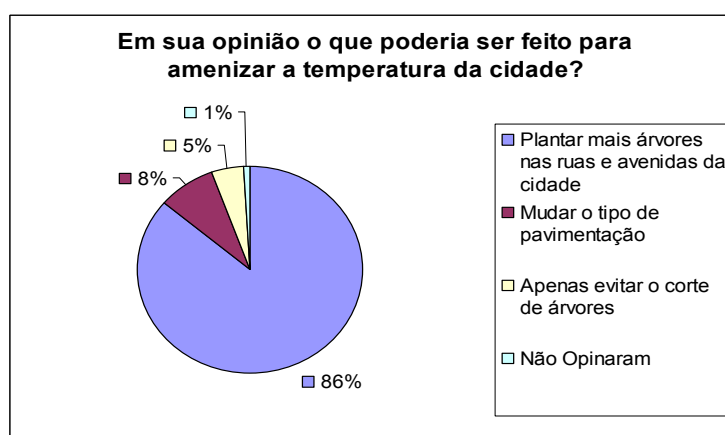
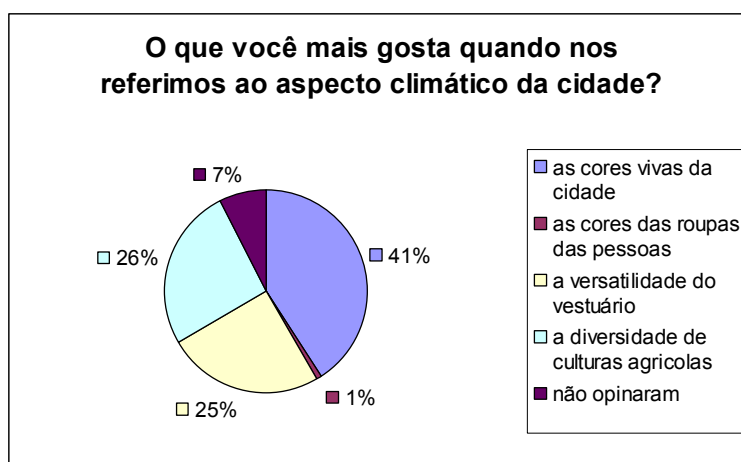


Figura 4 – Gráfico da opinião dos entrevistados de como amenizar a temperatura da cidade.

Também foi perguntado para os entrevistados o que mais lhe agradava no que diz respeito ao aspecto climático da cidade, 41% responderam que eram as cores vivas da cidade, e 7% não opinaram afirmando que não se encaixavam em nenhuma das alternativas (ver figura 5).



**Figura 5 – Gráfico da opinião dos entrevistados sobre como amenizar a temperatura da cidade.**

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com os estudos realizados concluiu-se que a urbanização em Teresina-PI, é um dos principais responsáveis por alterações de temperatura, devido a estar atrelada a fatores como: ausência de áreas verdes, diminuição do albedo, intenso fluxo de veículos, impermeabilização do solo, verticalização, entre outros. Concluiu-se ainda, que apesar dos níveis de temperatura em Teresina, os moradores encontram saídas de acordo com a realidade local, o que não torna este fator negativo para a cidade.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA JUNIOR, N. L., **Estudo de clima urbano: Uma proposta metodológica**. Cuiabá. Dissertação (Mestrado), 2005. Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso.

ARAÚJO, B.C.D. CARAM, R. **Análise Ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico**. In: II Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), 2004. Anais do II ANPPAS, 2004.

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

FAÇANHA, A.C., **Evolução Urbana de Teresina: agentes, processos e formas espaciais**. Recife, 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.

LIMA, P. H. G., **Promoção Imobiliária em Teresina/PI: Uma análise do desenvolvimento da produção privada de habitações – 1984/1999**. Recife. Dissertação (Mestrado), 2001. Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco.

LÖWEN SAHR, C.L., **Dimensões da análise da verticalização: Exemplos da cidade média da cidade de Ponta Grossa/PR**. Revista de História Regional - Vol. 5 - Nº. 1 – Verão 2000.

SOUSA, J.L., **Análise das variações climáticas da cidade de Teresina de 1970 a 1990**. Teresina. Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, 2004. Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí.

Governo do Estado do Piauí. **Conheça o Piauí**. Disponível em:  
<<http://www.pi.gov.br/piaui.php?id=1>> Acesso em: 10 mar 2007.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos aos pesquisadores Mainar Medeiros da Gerência de Meteorologia da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí e Aderson Soares da Embrapa Meio-Norte, pelo fornecimento de dados meteorológicos necessários para a fundamentação do presente trabalho.

Agradecemos também ao corpo docente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do CEFET-PI, pelo apoio e incentivo dado para a realização desta pesquisa.