

## **O DESENHO URBANO E SUA RELAÇÃO COM O MICROCLIMA: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DUAS ÁREAS CENTRAIS EM TERESINA – PIAUÍ**

**C. Branco, A.E. (1); Araújo, V. M .D. (2)**

(1) Arquiteta, Mestranda em Desenvolvimento Urbano (UFPE), Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Piauí - Centro de Tecnologia - Campus Ininga – Teresina /PI.

E-mail: [alineelvas@bol.com.br](mailto:alineelvas@bol.com.br)

(2) Arquiteta, Doutora em Estruturas Ambientais Urbanas, Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Departamento de Arquitetura. Campus Universitário, Lagoa Nova. CEP:59072-970 – Natal/RN. E-mail: [ehsa@digi.com.br](mailto:ehsa@digi.com.br)

### **RESUMO**

Inserido nas preocupações com a qualidade do meio ambiente, com a conservação de energia e com o desenvolvimento sustentável, o presente estudo focaliza a influência do desenho urbano na determinação de microclimas na cidade de Teresina. Esta cidade tem sofrido um rápido processo de urbanização aliado à crescente verticalização. O trabalho identificou os elementos de desenho urbano em duas áreas centrais da cidade, Centro e Bairro Frei Serafim onde foram também tomadas medidas de temperatura do ar, de umidade relativa do ar e de velocidade e direção dos ventos. As medidas foram feitas nos meses de março e outubro que são os mais representativos do clima de Teresina. A seguir, foram feitas comparações das variações dos elementos macro e micro climáticos em função do desenho urbano e tecidas conclusões relacionando os microclimas aos desenhos urbanos das áreas estudadas. Pretendeu-se, assim, identificar de que maneira o desenho urbano contribui para amenizar as condições climáticas da cidade.

### **ABSTRACT**

As part of the current concerns about quality of the environment and sustainable development, the present study focuses on the influence of the urban design on the determination of microclimates in the city of Teresina. This city has suffered a quick urbanization process as well as a growing verticalization. The work identified the elements of the urban design in two central areas of the city: Downtown area and Frei Serafim District where measurements of air temperature, relative air humidity and speed and directions of the wind were taken. The measures were made during the months of March and October which are the most representative of the climate of Teresina. Next, comparasions of the variations of climatic macro and micro elements were made and conclusions about the relationships between the microclimes and the urban areas studied were reached. The purpose was, thus, to identify the manner by which the urban design contributes to ameliorate the climatic conditions of the city of Teresina.

### **1. INTRODUÇÃO**

O presente estudo focaliza a influência do desenho urbano na determinação de microclimas na cidade de Teresina. A melhor compreensão da influência dos elementos de desenho urbano nos microclimas da cidade possibilitará, certamente, o aperfeiçoamento desse desenho, o que é particularmente importante numa cidade com clima tão adverso.

Teresina tem sofrido um processo rápido de urbanização, caracterizado por expansão horizontal e adensamento vertical, alterando sua forma, atributos e, "conseqüentemente, o comportamento térmico dos espaços microclimáticos do ambiente urbano" (Araújo et al,1999).

A verticalização da cidade é um fato inevitável gerado principalmente pelo custo do terreno, pela necessidade de locais de moradia mais próximos ao centro urbano e pela maior segurança oferecida por um prédio residencial em relação a uma habitação unifamiliar. Entretanto, o adensamento vertical numa cidade com o clima de Teresina só será adequado se forem adotados elementos de desenho urbano que amenizem seus efeitos negativos, tais como: maior largura das ruas e maior espaçamento entre edificações.

Hoje, são inúmeras as preocupações com a qualidade do meio ambiente, com a conservação de energia e com o desenvolvimento sustentável de uma cidade. A proposta do estudo da influência do desenho urbano no clima inclui-se nessas preocupações.

## **2. O CLIMA DE TERESINA**

Teresina situa-se próxima à linha do equador, a 5°05'12" de latitude sul e longitude oeste de 42°48'42", com altitude média de 72m. Significativa parte da cidade ocupa uma área entre dois rios, o Parnaíba e o Poti, considerada de grande depressão em relação ao relevo regional. Localiza-se a cerca de 350 km de distância do litoral.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Teresina é tropical e chuvoso (Aw) com inverno seco e verão chuvoso, desta forma, temos características climáticas diferentes conforme a época do ano. Apresenta elevadas temperaturas com amplitude média pequena, grande concentração de precipitações atmosféricas e umidade relativa do ar alta ou baixa, variando de acordo com a estação. (Teresina,1993).

A temperatura média anual é de 26,8°C, com amplitude média pequena e temperatura máxima elevada, atingindo 38,7°C nos meses de setembro a novembro. As precipitações anuais estão em torno de 1 339 mm, concentradas nos meses de janeiro a maio, chegando a praticamente zero nos meses de agosto a novembro. A média anual de umidade relativa do ar é de 70%, sendo essa média de 85% nos meses mais chuvosos e de 50% nos meses mais secos. Em relação aos ventos, nota-se a elevada presença de calmarias que variam entre 40% e 60%, durante o ano, ventos fracos, com velocidade média de 1,2 m/s e direção predominante sudeste/noroeste (Teresina,1993).

O município de Teresina ocupa uma área de 1.679,80 km<sup>2</sup> e tem sido alvo de uma crescente urbanização. De acordo com a Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, 94,7 % de sua população esta fixada na área urbana.(Teresina,2001). Teresina tem apresentado, nas últimas décadas, acelerado crescimento territorial e demográfico. A cidade, porém, não cresceu uniformemente o que todavia não fugiu ao padrão de crescimento das cidades em geral. Apesar de a legislação urbana prever a mesma taxa de ocupação máxima para as áreas residenciais, observamos que em certas áreas da cidade essa taxa foi atingida e em outras áreas, mais privilegiadas, a taxa de ocupação observada é bem menor que a máxima permitida.

Segundo Koenigsberger et al (1977), na análise do clima local devem ser consideradas modificações ocorridas devido a fatores como a vegetação do lugar, a superfície do solo, natural ou não e seu albedo, a permeabilidade do solo, a presença de objetos tridimensionais, como árvores, muros, edifícios que interferem no movimento do ar local, dando sombra e subdividindo a área em unidades com características climáticas próprias.

Spirn (1995:71) afirma que "cada cidade é composta por um mosaico de microclimas radicalmente diferentes, os quais são criados pelos mesmos processos que operam na escala geral da cidade".

A influência que as áreas urbanas e sua forma têm sobre o clima tem sido destacada pelos estudiosos do assunto. Segundo Givoni (1998) os principais fatores dessas mudanças são a localização da cidade dentro da região, o tamanho das cidades, a densidade da área construída, a cobertura do solo, a altura

dos edifícios, a orientação e largura das ruas, a divisão dos lotes, os efeitos de parques e áreas verdes e detalhes especiais no desenho dos edifícios. Dentre os fatores citados por Givoni são focalizados neste estudo, a influência que a densidade da área construída, a cobertura do solo, a altura dos edifícios, a orientação e largura das ruas, os efeitos de parques e áreas verdes, a topografia e o relevo provocam na temperatura do ar, na umidade relativa do ar e na velocidade e direção dos ventos.

### **3. METODOLOGIA**

Orientados pelas metodologias dos professores Katzschner (Katzschner,1997) e Oliveira (Oliveira,1993) foram feitos estudos para as áreas escolhidas e mapas classificando-as quanto ao uso, à altura de edificações, à densidade de área construída, à cobertura de solo, à topografia e à quantidade de área verde. Um dos pontos considerados na escolha do método de Katzschner foi a necessidade de trabalhar com dados mais precisos, no que se refere aos aspectos climatológicos método qualitativo de Oliveira ofereceu ajuda na análise dos mapas elaborados de acordo com o método de Katzschner.

O desenvolvimento da pesquisa foi feito através da seguinte estratégia de trabalho. Com o objetivo de conhecer as variações climáticas - temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade e direção dos ventos, em frações urbanas com morfologias espaciais diferenciadas foi feito um estudo da cidade e escolha de áreas classificadas, em relação ao tipo de uso e ocupação do solo, conforme as seguintes características: Área I – área residencial com dois tipos de edificações: construções térreas e em desenvolvimento vertical. e Área II – área comercial central.

Paralelamente foram feitas visitas a diversos bairros da cidade para ajudar na definição das áreas de estudo e seleção dos pontos de medição. Em cada área foram selecionados três pontos, escolhidos de maneira que possibilitassem parâmetros de comparação. Estabeleceram-se pontos, nas duas áreas, que tivessem a mesma orientação, localizando-se em ruas com larguras semelhantes e que pudessem sofrer os mesmos efeitos em relação a áreas verdes. Nos pontos escolhidos foram feitas medições de temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, em função dos objetivos propostos.

Foram usados como indicadores referenciais da pesquisa, os dados coletados pela Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Teresina (localizada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA) e pelo Aeroporto local, que se situam em áreas diferenciadas da cidade. Foram assim consideradas Áreas de Referência AR-I e AR-II respectivamente.

A partir da definição dos pontos foi definido o sistema de coleta de dados, organizados o formulário da pesquisa de campo (ficha de registro de dados) e feitos arranjos para empréstimos dos equipamentos nas datas requisitadas pelo estudo climatológico.

#### **3.1 DETERMINAÇÃO DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS**

Após estudo do clima de Teresina concluiu-se que os meses mais representativos são março e outubro, onde dados climáticos distintos são observados. Nestes meses, como anteriormente mencionado, são encontrados os "dias típicos" do clima de Teresina. No mês de março o "dia típico" de clima quente e úmido e no mês de outubro o "dia típico" de clima quente e seco.

Foram executados dois períodos de medições, o primeiro de 26 a 30 de março de 2000 e o segundo de 8 a 12 de outubro de 2000.

Em cada área objeto de estudo foram escolhidos três pontos para fazer medições. A posição dos pontos foi orientada de forma a possibilitar a comparação entre os mesmos. Na Área I da cidade - bairro Frei Serafim, foram escolhidos os Pontos 1, 2 e 3. Na Área II (Centro), os Pontos 4, 5 e 6. Foram consideradas: a Área de Referência AR-I – EMBRAPA, onde se localizou o Ponto PR-1 e a Área de Referência AR-II – Aeroporto, onde se considerou o Ponto PR-2. As medidas tomadas no Aeroporto

e na EMBRAPA foram de responsabilidade desses órgãos e gentilmente cedidas pelos mesmos. Serviram como referência para confrontação das medidas realizadas no levantamento das Áreas I e II.

O *período de medição* foi de domingo a quinta-feira, distribuição esta com dois objetivos principais: o primeiro em função da possibilidade de captar as mudanças de tempo e o segundo com objetivo de anotar as possíveis variações de uso entre os dias úteis e finais de semana (principalmente na área II – centro da cidade).

O *horário das leituras* foi o de padrão internacional da Organização Mundial de Meteorologia (OMM): 9:00 horas, 15:00 horas e 21:00 horas, acrescidos de medições intercaladas a cada três horas. As horas de medição foram portanto: 6:00, 9:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00 horas, possibilitando assim captar a variação máxima durante o dia das variáveis a serem medidas.

As *medições*, realizadas nos dias acima citados, foram feitas simultaneamente nas duas áreas. Foram utilizados dois *aparelhos* (um para cada área) e observou-se uma defasagem de tempo de no máximo dez minutos entre os pontos. Foram tomadas medidas de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos nos locais e horários definidos. Foram utilizados aparelhos portáteis termo-higro-anemômetros digitais e bússolas para registrar a direção dos ventos.

As medidas foram tomadas entre 1,00 e 1.10m de altura do piso, conforme recomendação de H. Mayer e P. Höpfe (1987:46). Esses autores utilizaram 1.10m em uma pesquisa e a recomendam. “A altura medida foi 1,10m acima do piso a qual corresponde a altura média do centro de gravidade para adultos. Esta altura freqüentemente é usada na quantificação biometeorológica de diferentes climas”.

### 3.2 INFORMAÇÕES URBANÍSTICAS

Com o objetivo de conhecer a relação entre os elementos de desenho urbano (densidade de área construída, cobertura do solo, altura dos edifícios, orientação e largura das ruas, efeitos de parques e áreas verdes) e os microclimas das duas frações urbanas estudadas foram identificados os elementos de desenho através de levantamentos plani-altimétricos com mapeamento destes elementos.

Os mapas de informações urbanísticas foram elaborados a partir de dados cadastrais cedidos pela Secretaria Municipal de Finanças, de levantamentos aerofotogramétricos fornecidos pela Secretaria Municipal de Habitação e Urbanismo e de observações das áreas de estudo. De acordo com a metodologia adotada construíram-se os seguintes mapas.

*Mapas de altura das edificações, densidade de área construída e largura das ruas* - Para o desenho das quadras envolventes dos pontos de medição foram levantados dados cadastrais de 64 edificações na Área I (bairro Frei Serafim) e 147 edificações na Área II (Centro), cedidos pela Secretaria Municipal de Finanças. A partir dos dados de cada imóvel foi elaborado o desenho dos mesmos e montadas as quadras. Os mapas resultantes foram confrontados com os levantamentos aerofotogramétricos e feitas as adequações necessárias, como por exemplo – ângulos e direção das ruas.

*Mapas da cobertura do solo* - Foram construídos a partir dos mapas de altura das edificações, densidade de área construída e largura das ruas, de observação das áreas de estudo e de fotos tiradas por satélite.

*Mapas da topografia* - Foram elaborados a partir dos mapas de altura das edificações, densidade de área construída e largura das ruas e dos levantamentos aerofotogramétricos da cidade.

*Mapas do uso do solo* - Foram feitos a partir dos mapas de altura das edificações, densidade de área construída e largura das ruas e de pesquisa nas áreas de estudo para levantamento de uso de cada imóvel.

Foram feitos uma análise das medições e do levantamento executados e uma associação dos dados climáticos mensurados com os elementos de desenho urbano identificados. A seguir procedeu-se a análise estatística, que compreendeu o uso de técnicas de análise exploratória de dados com o objetivo

de verificar o comportamento temporal dos mesmos e o uso de técnicas de análise multivariada de dados com o objetivo de estabelecer comparações de comportamentos e realizar inferências. Após a análise, os resultados foram apresentados através de gráficos e tabelas.

Os dados obtidos nas medições climáticas e nos levantamentos executados foram analisados e sobrepostos. Associaram-se, então, os dados climáticos medidos no levantamento de campo (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos) com os elementos de desenho urbano (densidade de área construída, cobertura do solo, altura dos edifícios, orientação e largura das ruas, efeitos de parques e áreas verdes e topografia). Foram feitas comparações das variações dos elementos macro e micro climáticos em função do desenho urbano.

#### **4. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DA PESQUISA**

As áreas pesquisadas podem ser vistas, em fotos de satélite nas figuras 1 e 2. Os pontos pesquisados possuem as características descritas no quadro 1, a seguir.



**Figura 1 – Foto de satélite da Área I (bairro Frei Serafim)**



**Figura 2 – Foto de satélite da Área II (Centro)**

**Quadro 1 - Caracterização dos pontos da pesquisa**

	PONTO	USO	COTA (m)	DENSI- DADE DE ÁREA CONS- TRUÍDA (%)	PAVI- MENTA- ÇÃO	ALTURA DE EDIFI- CAÇÕES	OBSER- VAÇÃO
<b>Área I</b> Bairro Frei Serafim	1	Residencial	63,00	22,82	Asfalto	Área verticali- zada	Próximo ao rio Poti e área verde
	2	Residencial	70,00	22,82	Asfalto	Área verticali- zada	-
	3	Residencial	70,00	22,82	Poliédrica	1 a 2 pavimentos	-
<b>Área II</b> Centro	4	Comercial	72,00	70,17	Asfalto	Área pouco verticali- zada (4 pav.)	Próximo à área verde
	5	Comercial	72,50	70,17	Asfalto	Área pouco verticali- zada (2 pav.)	-
	6	Comercial	73,00	70,17	Asfalto	Área pouco verticali- zada (2 a 4 pav.)	-
<b>AR-I</b> EMBRAPA	7	Serviço	65,50	Baixíssima	Vegetação rasteira	Área com poucas edificações (1 pav.)	Próximo à área verde
<b>AR-II</b> Aeroporto	8	Serviço	67,10	Baixa	Gramado	Área pouco verticali- zada (1 a 2 pav.)	Próximo à pista asfáltica de decolagem

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De um modo geral as condições ambientais das duas áreas estudadas são bastante distintas. Em termos estatísticos, as médias da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da velocidade e direção dos ventos e os tipos do céu são diferenciadas quando comparadas em conjunto. Comparando-se isoladamente as médias das variáveis, verifica-se diferença expressiva somente no que diz respeito à variável direção dos ventos.

A pesquisa indica que as diferenças encontradas nas Áreas I e II em relação à temperatura do ar, à umidade relativa do ar, à velocidade e direção dos ventos são decorrentes principalmente das distintas densidades de área construída – Área I com 22,82 % e Área II com 70,17 %. Os dados apontam que a diferença significativa encontrada na direção dos ventos é decorrente de a mesma sofrer tanto a ação das alturas das edificações como das massas edificadas.

Do estudo comparativo das Áreas de Referência AR-I e AR-II, conclui-se que o desempenho médio das condições ambientais é semelhante, apesar da diferenciação da cobertura do solo. Ambas se localizam em áreas abertas, não verticalizadas e com baixíssimas taxas de densidade de área construída.

Comparando as condições ambientais das Áreas I e II com as Áreas de Referência AR-I e AR-II constata-se que, quando comparadas em conjunto, as médias da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da velocidade e direção dos ventos e tipos de céu são bastante diferenciadas. Ao serem comparadas, isoladamente, as médias das variáveis, a análise estatística aponta que a velocidade dos ventos é a mais significativamente diferente.

As diferenças acima mencionadas são decorrentes da densidade das áreas edificadas e da localização dos espaços estudados. As Áreas I e II possuem maior densidade de área construída e menor presença de áreas verdes enquanto que as Áreas de Referência AR-I e AR-II situam-se em áreas abertas. Evidencia-se, neste caso, a influência das massas edificadas na mudança de direção dos ventos e redução da velocidade dos mesmos.

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou a diferença climática entre as diversas áreas de Teresina ressaltando a existência de microclimas dentro da área da cidade. Vimos que regiões próximas podem ter microclimas diferenciados como consequência da influência de diversos fatores. Considerando-se a especificidade do clima local verifica-se que a presença dos microclimas tem forte repercussão na qualidade de vida da população.

Nessa análise, verifica-se que as temperaturas mais elevadas são encontradas nas áreas com maior densidade de área construída e as temperaturas mais baixas, nos locais onde existe maior cobertura vegetal.

Em relação aos ventos, a densidade de área construída altera a direção predominante e diminui a velocidade dos mesmos. A variável direção dos ventos foi a que mais sofreu a ação da urbanização. A maior velocidade dos ventos foi encontrada na área menos urbanizada.

Os dados apontam maior umidade relativa do ar na área central – Área I, e menor na área próxima ao rio Poti – Área II. A presença de área verde, com compacta vegetação de grande porte é fator decisivo na umidade relativa do ar. A pesquisa indica que sua contribuição é superior à presença de corpos d'água. Do estudo comparativo das áreas pesquisadas constata-se que a presença de áreas verdes reduz a temperatura e aumenta a umidade relativa do ar.

A diferença de altura entre edificações teve influência na velocidade dos ventos. A pesquisa indica que, na área que possui prédios com alturas diferenciadas, há aumento da mesma, sendo portanto

positivo o uso do índice de aproveitamento do solo, na legislação da cidade. Consta-se ainda a redução da velocidade dos ventos pela presença de arborização compacta.

Nas áreas com baixa densidade de área construída, verifica-se que pequenas alterações no revestimento do solo não alteram as condições ambientais. Consta-se ainda que, comparados isoladamente, os valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos também são semelhantes.

A largura das ruas é fator decisivo no aumento da velocidade do vento, porém a influência de edificações altas, na aceleração dessa velocidade, é maior que a ocasionada pela largura das ruas. As ruas que estão na direção dos ventos dominantes apresentam ventos com maior velocidade.

Dentre os elementos de desenho urbano estudados, os dados indicam que a maior influência é a exercida pela densidade da área construída que aumentou a temperatura do ar, diminuiu a umidade relativa do ar e alterou tanto a velocidade como a direção dos ventos.

Tendo em vista o rápido processo de crescimento, que atravessa a cidade de Teresina, os resultados obtidos no presente trabalho poderão orientar o planejamento da cidade, tanto nas áreas de expansão da zona urbana quanto na verticalização da mesma.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Virgínia M.D., VIDAL, Roseane D.M., ARAÚJO, E.H.S. e COSTA, A.D.L. (1999). Estudos do clima urbano de Natal - RN como ferramenta para o planejamento urbano e edificações. In: V ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza.
- GIVONI, Baruch (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. New York: Van Nostrand Reinold.
- KATZCHNER, Lutz (1997). Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: *Anais - IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*. Salvador: Editores Jussana M. F. G. Nery, Tereza M. M. Freire e Roberto Lamberts, p.49-58.
- KOENIGSBERGER O. H. et al (1977). *Vivendas y edificios en zonas cálidas e tropicales*. Madrid: Paraninfo.
- MAYER, H., HOPPE, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. In: *Theoretical and Applied Climatology*, 38, p. 43-49.
- OLIVEIRA, Paulo Marcos Paiva de (1993). *Metodologia do desenho urbano considerando os atributos bioclimatizantes da forma urbana e permitindo controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais*. Brasília.
- SPIRN, Anne Whiston (1995). O Jardim de Granito (trad. de Paulo Pellegrino). São Paulo: Ed. Universitária.
- TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLAN (1993). *TERESINA - Aspectos e Características*. Teresina.
- \_\_\_\_\_ (2001). *Teresina em Dados*. Versão preliminar.