

CONTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS VERDES NA ATENUAÇÃO DO RIGOR TÉRMICO EM AMBIENTES URBANOS

R. V. R. Barbosa (1); F. A. S. Vecchia (2)

Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada – CRHEA

Escola de Engenharia de São Carlos – EESC

Universidade de São Paulo – USP

Avenida Trabalhador São Carlense, 400, Centro, 13566-590 – (16) 3373-9540

(1) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental
e-mail: rvictor@sc.usp.br

(2) Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental
e-mail: fvecchia@sc.usp.br

RESUMO

A presente investigação analisou a influência das áreas verdes no comportamento térmico de ambientes urbanos e elegeu a cidade de Maceió-Al como ecossistema de estudo. Nesse sentido, estudou-se, de forma experimental, nove unidades amostrais urbanas distribuídas ao longo de um transecto, por meio de monitoramento dos valores higrotérmicos em cada ambiente. A análise foi realizada no período de inverno, em escala de abordagem microclimática, no qual foram tomados três dias típicos experimentais, identificados por meio da abordagem dinâmica do comportamento climático. Constatou-se, portanto, que a vegetação presente nas áreas verdes condiciona a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde, habitabilidade e uso dos espaços urbanos – variáveis da qualidade ambiental –, expressos por meio dos resultados de temperatura e umidade do ar obtidos na investigação experimental.

ABSTRACT

The present inquiry has analyzed the influence of the green areas in the thermal urban environment behavior which elected Maceió city as ecosystem of the study. According to that, nine located urban units were studied experimentally throughout an axis, through the register of air temperature and air humidity in each environment. The analysis was carried through winter season, in microclimatic scale, where three typical experimental days had been studied, identified through by the dynamic approach of the climate. Of this form, it was evidenced that the present vegetation in the green areas creates environments with temperature of air favorable to the health, habitability and use of changeable the urban spaces [ambient quality aspects]. It was identified for the results registered in the experimental inquiry.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem se intensificado desde o final da Revolução Industrial. Em meados do século XIX a população mundial superou o primeiro bilhão de pessoas. Entretanto, menos de 2% habitavam áreas urbanas. Em 1940, aproximadamente cem anos depois, a população mundial já era de 2,3 bilhões de habitantes, dentre os quais 20% residentes em áreas urbanas. Na Europa e os Estados Unidos este percentual já ultrapassava os 50%.

Constata-se que o panorama brasileiro segue a tendência mundial. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 1970, aproximadamente 56% da população brasileira residia em área urbana; em 1991 esse percentual aumentou para aproximadamente 76%. Informações coletadas no Censo Demográfico realizado em 2000 revelaram que, no Brasil, o processo da explosão

demográfica urbana ainda não estagnou. Segundo esse último Censo, aproximadamente 79% da população brasileira residiam em áreas urbanas.

Diante desse cenário, não se pode mais pensar em questões puramente urbanas. As questões ambientais tornaram-se vitais para o desenvolvimento consciente das cidades, o qual se convencionou denominar “desenvolvimento sustentável” do ambiente urbano. Trata-se, agora, de discutir questões urbano-ambientais, dentre as quais o clima exerce papel preponderante.

A partir dessa constatação, o presente trabalho propõe acrescentar novos subsídios ao desenvolvimento de estratégias para o planejamento de cidades de clima quente e úmido, de modo que o “pensar a cidade” incorpore o enfoque do comportamento climático em ambientes urbanos e possibilite a obtenção de condições mais favoráveis ao comportamento térmico dos diversos recintos urbanos, com geração de ambientes propícios ao bem-estar de seus habitantes.

A pesquisa objetivou analisar o papel da vegetação e suas relações com as variáveis climáticas no tecido urbano – temperatura e umidade do ar –, em cidade de clima quente e úmido. A análise foi feita, em caráter experimental durante o inverno [período chuvoso], na cidade de Maceió, localizada na região Nordeste do Brasil – ecossistema deste estudo – em escala de abordagem espacial meso e microclimática, por meio de estudo de caso.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 O ecossistema de estudo: a cidade de Maceió

A cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, está localizada na faixa costeira do Nordeste brasileiro, entre a latitude 9°39'57''Sul e longitude 35°44'07''Oeste, desenvolvendo-se sobre formação de restinga, apresentando a Leste o Oceano Atlântico e a Oeste uma grande lagoa (Lagoa Mundaú). O município abrange área de unidade territorial de 511km², dos quais aproximadamente 200 km² compõem a área urbana.

De acordo com os dados do último Censo (IBGE, 2000), o município de Maceió possui população de 979.759 habitantes, dos quais 795.804 residem na área urbana. Constata-se, diante dessas informações, que o município de Maceió possui população essencialmente urbana, apresentando densidade demográfica de aproximadamente 3,98 hab/km², que está entre as maiores do país.

Maceió se encontra na faixa de latitude cuja gênese climática está relacionada com a flutuação do equador térmico, conceito similar ao da Zona de Convergência Inter-tropical (ZCIT), que condiciona os sistemas atmosféricos atuantes sobre essa região do Brasil. Esses sistemas, por sua vez, são afetados pelos fatores geográficos de modificação das condições iniciais do clima, como especificamente para Maceió, a presença de grandes massas de água, correspondentes ao oceano Atlântico e Lagoa Mundaú. Além disso, a latitude da cidade lhe garante maior número de horas de Sol, ao longo do ano, o que, devido a esse fator, confere-lhe especial balanço energético, garantindo-lhe maior absorção de radiação solar global.

Do ponto de vista da Climatologia Clássica, Maceió se caracteriza por possuir clima úmido, do tipo Am, segundo classificação climática de Köppen (1900), que considera também os fatores modificadores como a reduzida latitude (9°39'57''S), que implica em intensa radiação solar e a proximidade de grandes massas d'água – oceano e lagoa.

A análise das Normais Climatológicas de 1961-1990 (BRASIL, 1992) atribui a Maceió bom exemplo de constância de nível térmico que caracteriza a Costa Leste do Nordeste brasileiro. A cidade, de clima quente e úmido, apresenta temperatura média anual de 24,8°C, com variação de 26,3°C em fevereiro [quadra seca] e 23,5° em agosto [quadra chuvosa]; média anual das máximas de 28,9°C, com variação entre 30,4°C, também no mês de fevereiro, em relação aos 27,0°C, em julho. A média anual das mínimas é de 21,6°C, e varia entre 22,7°, em março, contra 20,2°C, em agosto.

2.2 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento da investigação realizada compreenderam cinco etapas distintas. Primeiramente, procurou-se estabelecer unidades amostrais em áreas verdes onde existisse presença significativa de vegetação e, ao contrário, buscaram-se áreas com evidente aridez e propícias ao desenvolvimento de ilhas de calor urbano. Ambas as situações que

fossem representativas na identificação da influência das áreas verdes e de aridez que respectivamente afetassem as características higrótérmicas dos recintos urbanos. Ressalte, ainda que, tanto uma quanto a outra atuam como fatores geográficos, em escala local (topoclimática), de modificação das condições iniciais do clima.

Diversos fatores modificadores alteram as condições iniciais do clima e, portanto, manifestam-se nos distintos elementos climáticos a serem monitorados experimentalmente. Esses referidos fatores tomados em consideração foram: a morfologia e a estrutura urbanas, a densidade populacional e a das edificações, inclusive incluindo a topografia do sítio, a intensidade do fluxo de veículos e de pedestres, entre outros fatores geradores de calor.

Optou-se por adotar a metodologia usada por SHASHUA-BAR & HOFFMAN (2000), e dessa forma, a análise do comportamento térmico dos espaços com vegetação foi obtida por meio de dados coletados e sua correlação com um ponto de referência, sem presença de vegetação e de estrutura urbana similar, determinado a uma proximidade de 50 a 100 metros do recinto em análise. Assim, foram definidas unidades amostrais urbanas ao longo de transecto¹, as quais não superassem distância superior a 200 metros e que apresentassem morfologia e estrutura urbanas distintas entre si.

2.2.1 Unidades amostrais urbanas

Com apoio da base cartográfica da cidade e das observações em campo, optou-se por delimitar o transecto no bairro da Jatiúca, localizado na planície litorânea da cidade. Esta região é foco de intensa especulação imobiliária, com forte tendência à verticalização de suas construções, mas ainda possui conformação de edificações variadas. Além desses aspectos, o traçado demarcado possibilitou a definição de nove unidades amostrais urbanas com diferentes aspectos de uso e ocupação do solo, altura e densidade das edificações circundantes, relação entre quantidade de massa edificada e massa arbórea, englobando o fluxo de veículos, proporcionando à investigação em três significativas áreas verdes, de conformação variada; uma área constituída entre prédios de considerável vegetação; e cinco áreas com evidente aridez (ausência de vegetação).

Conforme indica a Figura 1, o transecto delimitado corta transversalmente três áreas verdes (pontos 4, 6 e 8) e uma área arborizada entre edifícios de um conjunto habitacional (ponto 3). A figura 1 apresenta o bairro da Jatiúca e a localização das nove unidades amostrais urbanas, enquanto a figura 2 mostra perfil esquemático do transecto delimitado.



Figura 1 – Localização dos pontos de monitoramento ao longo do transecto.

¹ **Transecto** significa a extensão física por onde se aplica o método de medição contínua.

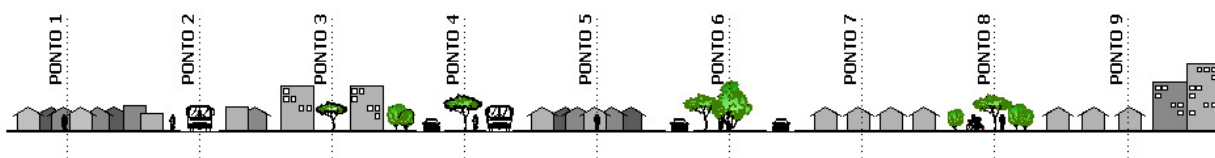


Figura 2 – Perfil esquemático do transecto com os nove pontos de monitoramento.

2.2.2 Período de monitoramento

Após a definição das unidades amostrais urbanas foi realizado monitoramento dos valores higrotérmicos nos pontos determinados. Esse procedimento consistiu na terceira etapa da pesquisa e se pauta em Monteiro (1976) ao afirmar que “a pesquisa do clima da cidade implica obrigatoriamente em observação complementar fixa permanente, bem como o trabalho de campo com observações móveis e episódicas”.

Dessa forma, a investigação experimental objetivou a obtenção de dados climáticos e a análise do comportamento térmico de ambientes urbanos durante o inverno, quando as temperaturas médias das máximas são menos elevadas. A escolha do período de inverno significa a continuidade da investigação realizada por BARBOSA (2002). O monitoramento dos dados higrotérmicos, nas unidades amostrais urbanas, foram realizados entre os dias 11 e 30 de junho de 2005, adotado por representar o período característico da quadra chuvosa na Costa Leste do Nordeste Brasileiro (NEB).

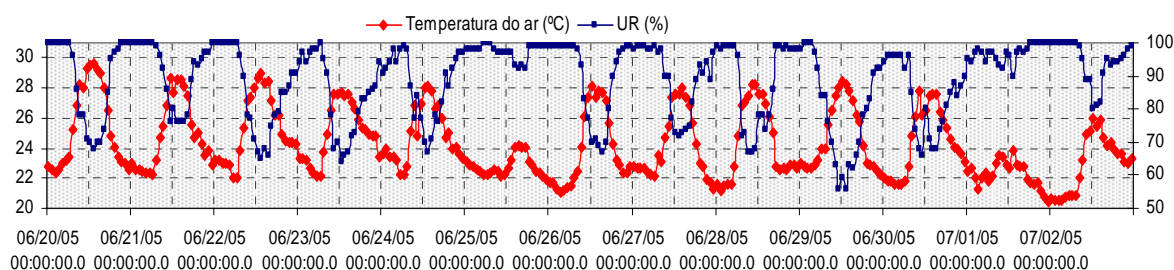
Os registros dos dados de temperatura e de umidade relativa do ar foram efetuados por meio de termômetros digitais da marca Lutron, modelo LM 8000, previamente aferidos. Para o registro de umidade relativa o equipamento apresenta faixa de leitura entre 10 a 95%, com resolução de 0,1% e precisão de +/- 4%, se umidade relativa menor que 70%, e 1,2%, se maior ou igual a 70%. Para registro da temperatura do ar foram utilizados termopares tipo K, de fabricação da Fluke, com faixa de temperatura entre 0 a 50°C, com precisão de +/- 0,7°C, conectados ao termômetro digital.

Os registros das variáveis térmicas e higrométricas nos pontos de monitoramento foram tomados simultaneamente, nos horários: 9h00, 15h00 e 21h00. Esses horários coincidem com os indicados pela Organização Mundial de Meteorologia – OMM para registro nas estações meteorológicas e são suficientes para abranger o universo temporal que representa as variáveis higrotérmicas ao longo do dia, na cidade, visto a reduzida amplitude térmica diária.

2.3 Período de medição dos dados de temperatura e de umidade do ar

De posse dos registros meteorológicos obtidos durante o período de medições foi possível identificar a dinâmica atmosférica regional do mês de junho de 2005. O período de recorte adotado para análise da investigação experimental se caracteriza pela fase em que a Massa Equatorial Atlântica (mEa) apresenta suas características habituais, na qual a atmosfera adquire a sua feição climática local, com céu claro e elevação nos valores da temperatura do ar. O gráfico 1 mostra a variação dos valores da temperatura e da umidade relativa do ar entre os dias 20 de junho a 02 de julho de 2005.

Gráfico 1 – Valores de temperatura do ar e umidade relativa do período entre 20/06/05 e 02/07/05.



De acordo com o gráfico 1, pode-se abstrair que a atuação de perturbações ondulatórias no campo dos alísios ocorre em dois momentos: (1) no dia 25/06/05, quando a amplitude térmica permanece em 3,1°C, com a máxima diária de 25,6°C e a mínima de 22,5°C; e umidade média de 84,2%; e (2) no dia 01/07/05, quando apresenta amplitude térmica de 4,2°C, com máxima de 26,0°C e mínima de 21,7°C e umidade relativa média de 78,7%.

A figura 3 mostra imagens da América do Sul captadas pelo satélite GOES nos dias 25/06/05 e 01/07/05, nas quais se observa o estado da atmosfera na Costa Leste do NEB. É possível visualizar a formação de linhas de instabilidade na Costa Leste do NEB, proveniente do avanço do sistema frontal em direção ao Sul do estado da Bahia, provocando chuva e alta nebulosidade.

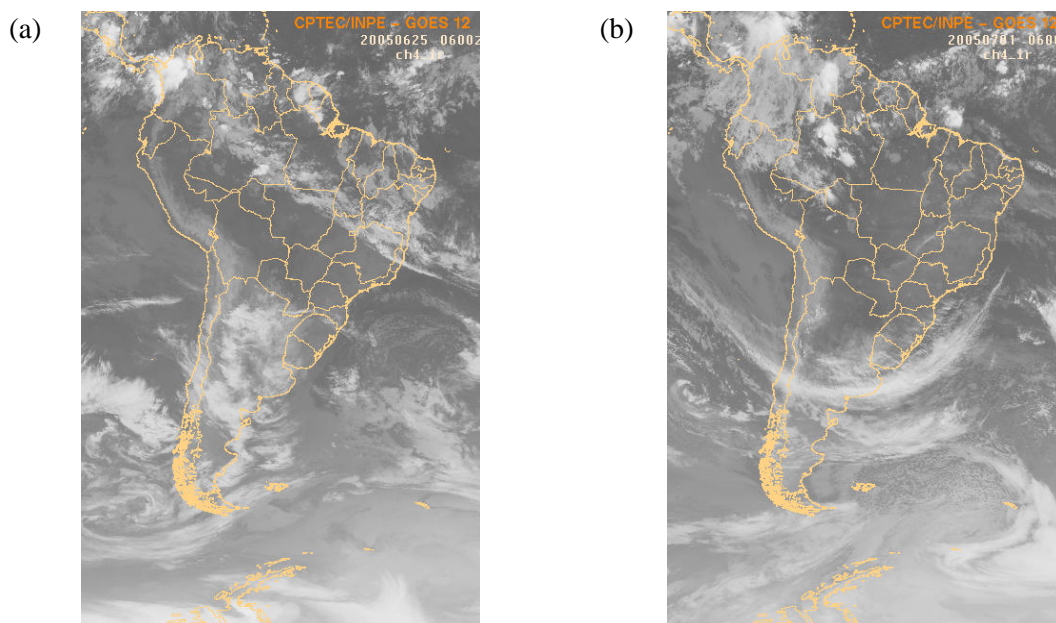


Figura 3 – Imagens da América do Sul captadas pelo satélite GOES, nos dias (i) 25/06/05, 06h00 UTC e (ii) 01/07/05, 06h00 UTC. Fonte: INPE (2005)

A partir desse exame foram tomados os dias 28, 29 e 30 de junho, cujos valores de temperatura máxima diária, temperatura mínima diária e temperatura média diária permitem adotá-los como dias representativos de inverno, para o mês de junho, pautado nos valores das Normais Climatológicas de 1961 a 1990 como referência de análise. A tabela 1 compara os valores das Normais Climatológicas de 1960-1990 com os valores de temperatura do ar, registrados no aeroporto internacional Zumbi dos Palmares, nos dias analisados.

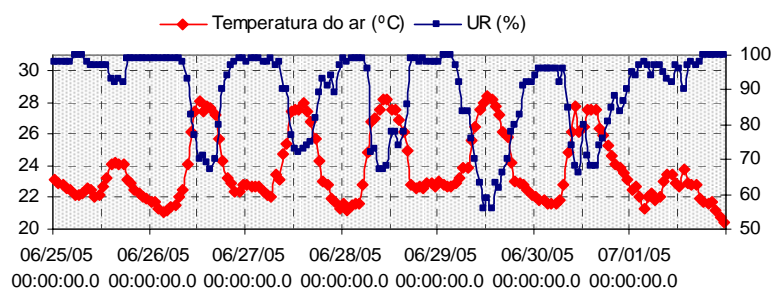
Tabela 1 – Comparativo entre os valores experimentais e estatísticos do mês de junho, em relação ao clima da cidade de Maceió.

	Normais Climatológicas 1961-1990	28/06/2005	29/06/2005	30/06/2005
t mín.	21,3 °C	21,2 °C	22,2 °C	21,6 °C
t méd.	24,3 °C	24,4 °C	24,7 °C	24,5 °C
t máx.	27,6 °C	28,2 °C	28,4 °C	28,2 °C
Δt	6,3 °C	7,0 °C	6,2 °C	6,6 °C

Fonte: Normais Climatológicas de 1961-1990 e Serviço de Proteção ao Vôo, Ministério da Aeronáutica.

O gráfico 2 apresenta o recorte do comportamento higrotérmico para a fase em que a mEa apresenta suas condições iniciais, caracterizada pela estabilidade atmosférica, entre os episódios de perturbações ondulatórias no campo dos alísios ocorridos em 25 de junho e em 01 de julho de 2005.

Gráfico 2 – Recorte dos dados de temperatura e umidade do ar no período de tropicalização da massa, entre os dias 28 a 30/06/05.



De acordo com a análise realizada, observou-se que o dia 29 pode ser tomado como mais adequado para análise comparativa do comportamento térmico de unidades amostrais urbanas e, dessa forma, se caracteriza dentro do conceito de dia típico experimental, de acordo com Vecchia (2005).

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

O gráfico 3 mostra o comportamento higrotérmico no bairro da Jatiúca, tomados a cada meia hora, no dia 29 de junho de 2005, e sua correlação com a média das máximas, média das mínimas e média diária das Normais Climatológicas, para o mês de junho. A tabela 2 mostra o resultado do monitoramento das nove unidades amostrais urbanas, no dia 29 de junho de 2005.

Gráfico 3 – Comportamento dos valores de temperatura do ar e umidade relativa, tomados como referência, a cada meia hora, no dia 29/06/05, no bairro da Jatiúca.

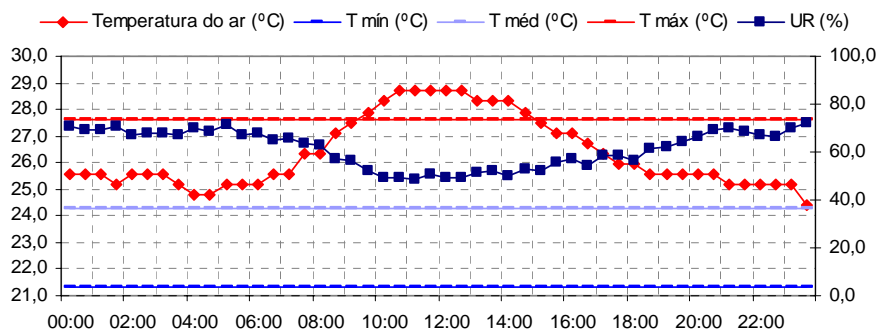


Tabela 2 – Valores higrotérmicos registrados nos pontos de monitoramento nos horários 9h00, 15h00 e 21h00, dia 29/06/05.

	9h00			15h00			21h00			Δt (°C)
	tbs (°C)	UR (%)	Abs (g/m ³)	tbs (°C)	UR (%)	Abs (g/m ³)	tbs (°C)	UR (%)	Abs (g/m ³)	
1	29,9	46,6	14,1	31,5	52,9	17,5	26,7	67,6	17,2	4,8
2	30,9	47,0	15,0	30,5	54,7	17,1	26,8	67,6	17,3	3,8
3	28,0	53,3	14,6	28,2	56,6	15,6	26,4	69,5	17,4	1,8
4	28,6	55,2	15,6	28,7	55,9	15,9	27,0	69,5	18,0	1,8
5	29,1	49,9	14,5	29,0	56,0	16,2	26,3	71,2	17,7	2,7
6	28,0	50,0	13,7	28,9	54,7	15,7	26,7	67,2	17,1	2,2
7	28,9	50,9	14,6	28,4	55,3	15,4	26,2	69,3	17,1	2,3
8	27,6	50,1	13,4	28,2	55,1	15,2	26,2	68,0	16,8	2,0
9	30,2	46,8	14,4	29,4	53,2	15,7	26,2	66,8	16,5	3,2
A	26,5	70,0	17,6	27,2	62,0	16,2	22,8	91,0	18,6	6,2
R	27,5	56,3	15,0	27,5	52,0	13,8	25,2	70,3	16,4	4,3

tbs – temperatura de bulbo seco;

UR – umidade relativa do ar;

Abs – umidade absoluta do ar;

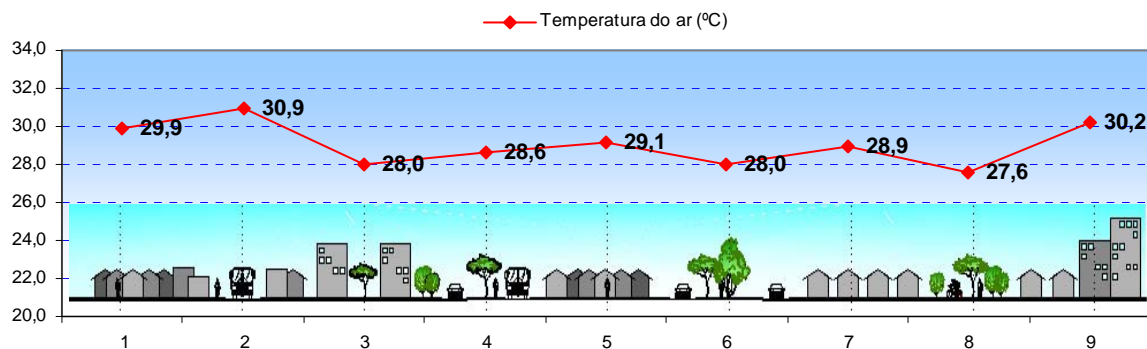
A – dados da estação do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares;

R – dados de referência, obtidos por meio de sensor Hobo no bairro da Jatiúca,

Δt – diferença de temperatura entre os valores registrados às 15h00 e 21h00 nos pontos de monitorados e amplitude térmica diária para os dados da estação do aeroporto e os dados de referência do bairro de Jatiúca.

O gráfico 4 apresenta o comportamento dos valores de temperatura do ar ao longo do transecto delimitado, no horário de 9h00.

Gráfico 4 – Comportamento dos valores de temperatura do ar e umidade relativa nos pontos de monitoramento, no dia 29/06/05, às 9h00.



A análise do gráfico 4 permite observar que no início da manhã já se verifica diferença entre os pontos monitorados. Os espaços vegetados apresentaram valores de temperatura do ar menos elevados em comparação com os ambientes sem vegetação. O ponto 8 apresentou menor aquecimento (27,6°C), enquanto no ponto 2 observou-se notável elevação da temperatura do ar (30,9°C), o que estabeleceu uma diferença térmica de 3,3°C entre os dois pontos.

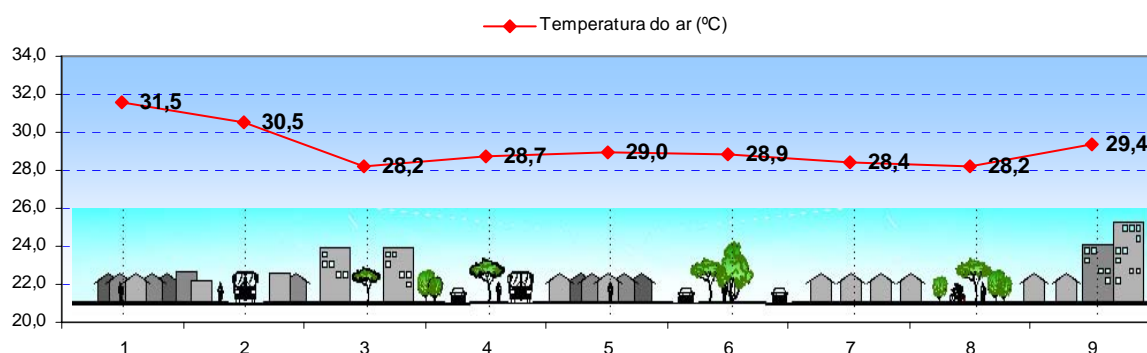
O acentuado aquecimento no ponto 2 pode ser justificado por sua estrutura urbana bastante adensada e pelo intenso tráfego de veículos desde o início da manhã, enquanto o ponto 8 se constitui de uma área arborizada, com significativo percentual de sombreamento.

Os demais pontos vegetados apresentaram valores de temperatura do ar equivalentes ao ponto 8, sem ultrapassar o valor de 28,6°C, registrado no ponto 4. Entretanto, os pontos sem vegetação apresentaram valores de temperatura do ar bastante distintos, o que denotou a influência da morfologia na caracterização térmica dos ambientes urbanos.

Novamente notou-se reduzido aquecimento nos pontos 5 e 7, em relação aos demais pontos sem presença de vegetação. Observou-se, ainda, a mesma tendência observada no dia anterior com relação ao intenso aquecimento do ar apresentado nos pontos 1, 2 e 9. Esse fato sugere a influência da vegetação nos valores de temperatura do ar nos ambientes circunvizinhos.

O gráfico 5 apresenta o comportamento dos valores de temperatura do ar nas nove unidades amostrais urbanas, no horário de 15h00.

Gráfico 5 – Comportamento dos valores de temperatura do ar e umidade relativa nos pontos de monitoramento, no dia 29/06/05, às 15h00.



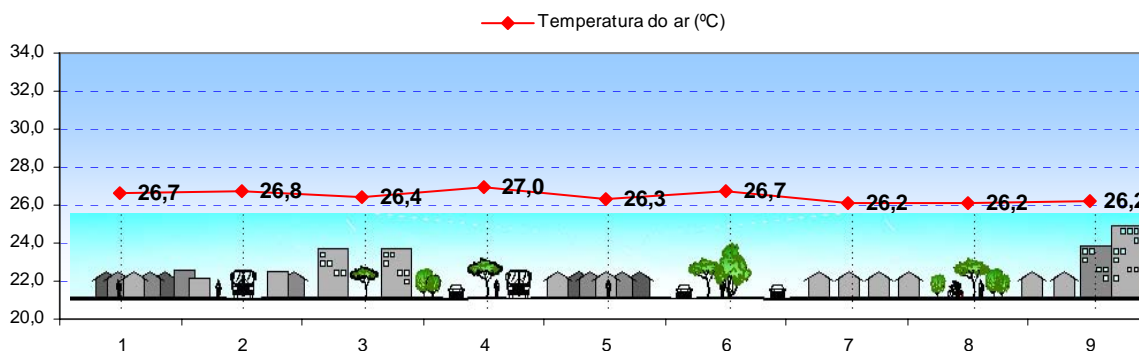
Por meio da análise do gráfico 5, pode-se observar que as áreas verdes apresentaram menor aquecimento durante o período vespertino. O ponto 8 continuou a apresentar o menor valor de temperatura do ar (28,2°C) dentre os pontos monitorados, enquanto o ponto 1 apresentou maior aquecimento nesse horário (31,5°C). Esse resultado apresenta gradiente térmico de 3,3°C, entre os dois pontos.

Constatou-se, ainda, que os espaços vegetados continuaram a apresentar os menores valores de temperatura do ar ao longo do transecto e que nos pontos 5 e 7 se manteve, no horário vespertino, a tendência observada às 9h00.

Essa constatação sugere a confirmação do pressuposto de que a influência da vegetação, enquanto elemento atenuador do rigor térmico nos ambientes urbanos, não se limita ao espaço no qual está inserida, conforme o planejamento das áreas verdes.

O gráfico 6 apresenta o comportamento dos valores de temperatura do ar nos pontos monitorados, no horário de 21h00.

Gráfico 6 – Comportamento dos valores de temperatura do ar e umidade relativa nos pontos de monitoramento, no dia 29/06/05, às 21h00.

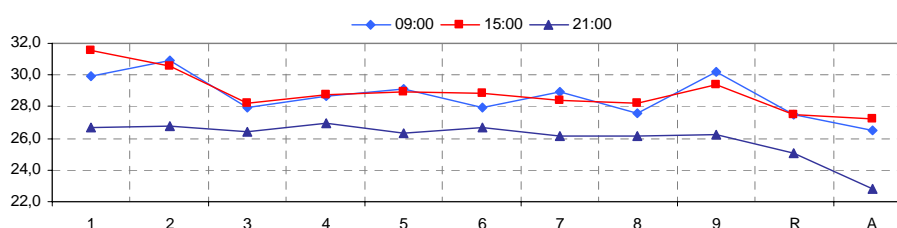


A análise do gráfico 6 mostra que durante a noite há uma tendência de estabilização dos valores de temperatura do ar em todas as unidades amostrais. Observou-se, dessa forma, que o gradiente térmico entre os espaços vegetados e os espaços sem vegetação é de apenas 0,8°C.

Observou-se, ainda, que as áreas verdes localizadas nos pontos 4 e 6 apresentaram valores de temperatura do ar pouco mais elevado em relação aos registrados nos pontos 5 e 7, nesse horário. O fato sugere que nas áreas com presença significativa de vegetação a perda de calor é mais lenta que nos demais ambientes urbanos.

O gráfico 7 apresenta o comportamento dos valores de temperatura do ar por meio dos dados registrados nas nove unidades amostrais urbanas, no ponto de referência urbana [R] e no aeroporto [A], nos três horários adotados para investigação.

Gráfico 7 – Comportamento dos valores de temperatura do ar nos pontos de monitoramento, no ponto de referência urbana e no aeroporto, no dia 29/06/05, às 9h00, 15h00 e 21h00.



Observou-se que as maiores diferenças de temperatura do ar foram registradas nos pontos sem vegetação. O ponto 1 apresentou oscilação de 4,8°C, entre os horários de 15h00 e 21h00, enquanto que nas áreas vegetadas a oscilação observada foi de 1,8°C (pontos 3 e 4), 2,2°C (ponto 6) e 2,0°C (ponto 8). O fato revela a influência da vegetação na redução da oscilação térmica diária.

Os índices de umidade relativa do ar e os valores de umidade absoluta correspondente registrados nas nove unidades amostrais urbanas são apresentados nos gráficos 8 e 9, respectivamente.

Gráfico 8 – Comportamento dos valores de umidade relativa do ar (%) nos pontos de monitoramento, no dia 29/06/05, às 9h00, 15h00 e 21h00.

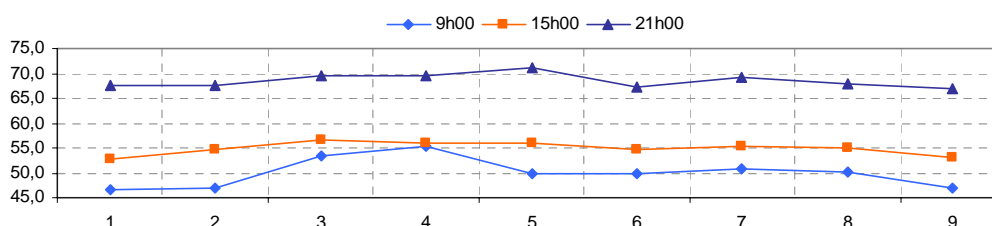
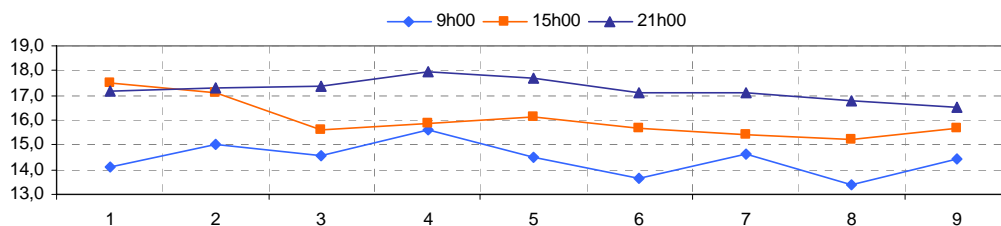


Gráfico 9 – Comportamento dos valores de umidade absoluta do ar (g/m^3) nos pontos de monitoramento, no dia 29/06/05, às 9h00, 15h00 e 21h00.



Observou-se que, em todos os horários, os valores de umidade relativa e de umidade absoluta não apresentam diferenças significativas entre os nove pontos monitorados.

A maior diferença de umidade relativa observada entre os pontos é da ordem de 8,6%, entre o ponto 4 (55,2%) e ponto 1 (46,6%), às 9h00. Nos demais horários a diferença entre os pontos não ultrapassou 4,4%.

Em valores absolutos, a maior diferença observada também foi de $2,3\text{g}/\text{m}^3$, entre o ponto 1 ($17,5\text{g}/\text{m}^3$) e o ponto 8 ($15,2\text{g}/\text{m}^3$), às 15h00.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação experimental constatou a influência das áreas verdes urbanas no comportamento térmico dos ambientes monitorados, durante o período de inverno. A vegetação presente nessas áreas atuou como elemento atenuador do rigor térmico nos ambientes, comprovado de modo quantitativo por meio de monitoramento de unidades amostrais urbanas, com morfologia e estrutura distintas entre si, apoiada na comparação dos dados obtidos em ambientes vegetados e sem vegetação.

Os resultados apresentados pela análise higrotérmica das unidades amostrais urbanas demonstraram diferenças significativas nos valores de temperatura do ar, para o período analisado. Observou-se diferença térmica na ordem de $3,3^\circ\text{C}$ em valores absolutos, correlacionando os valores de temperatura do ar registrados ponto 8 e no ponto 2, no horário de 9h00, e a mesma diferença de temperatura do ar registrada no ponto 8 em relação aos valores registrados no ponto 1, às 15h00.

Constatou-se, ainda, que no período noturno todas as unidades amostrais urbanas apresentaram pouca diferença nos valores de temperatura do ar, o que indica que a influência da vegetação no comportamento térmico dos recintos urbanos durante à noite é insignificante. Esse fato sugere a confirmação do pressuposto de que a influência da vegetação nas condições térmicas dos ambientes urbanos é provida essencialmente pelo fator do sombreamento das superfícies que a arborização propicia e vai ao encontro da afirmação de OKE (1989) que analisou as modificações climáticas em ambiente urbano e constatou que em pequenos espaços verdes o efeito atenuador é obtido, especialmente, por meio do sombreamento oriundo de espécies arbóreas.

Nesse sentido, SHASHUA-BAR & HOFFMAN (2000), que analisaram o efeito atenuador do rigor térmico urbano em pequenas áreas verdes, também afirmaram que aproximadamente 80% do potencial das áreas verdes na redução dos valores de temperatura do ar se deve ao sombreamento arbóreo.

Foi observado, também, que as unidades amostrais urbanas com presença de vegetação apresentaram valores de temperatura do ar bastante similares entre si, nos horários monitorados, embora possuíssem estruturas distintas. Esse fato sugere que a vegetação arbórea atua na atenuação do rigor térmico urbano mesmo em áreas propícias à formação de ilhas de calor, devido ao sombreamento das superfícies e conseqüente redução do albedo.

Para efeito de conclusão quanto à análise do comportamento higrométrico nas unidades amostrais urbanas, tomou-se como referência os registros de umidade absoluta do ar, visto que os índices de umidade relativa tratam-se de índice relativo, como o termo explicita. Nesse sentido, observou-se que os ambientes amostrais com vegetação não apresentaram diferença considerável quanto aos valores de umidade absoluta do ar. Essa constatação vai de encontro com pressuposto encontrado na literatura quanto ao efeito do processo de evapotranspiração dos vegetais na umidificação do ambiente urbano.

Embora os resultados obtidos na investigação experimental tenham se limitado apenas em três dias, a amostragem foi considerada satisfatória para os objetivos da pesquisa, visto que foi tomado um dia típico do período de inverno, pautado na compreensão da sucessão habitual de tipos de tempo (ritmo

climático) e na identificação de episódio representativo para o período de quadra chuvosa da Costa Leste do NEB.

Sabe-se, entretanto, que a presente investigação não esgota o tema estudado, visto a gama de ambientes urbanos que constituem o mosaico de microclimas em Maceió e a peculiaridade de cada caso, de forma a considerar fatores como estrutura urbana, porte e distribuição espacial das áreas verdes, dentre outros.

Conclui-se, portanto, que é necessário mudar o tratamento que projetistas e planejadores urbanos dispensam às áreas verdes da cidade, considerando apenas valores estéticos e de lazer. As áreas verdes devem ser consideradas, também, sob a proeminência do uso consciente da vegetação na busca de melhor qualidade térmica urbana.

Para tanto, é necessário que a prática do “pensar a cidade” incorpore, efetivamente em seu escopo, os aspectos climáticos, de forma que atributos do clima urbano sejam traduzidos em critérios de planejamento. Só então se podem delinear espaços que considerem, dentre outros aspectos afeitos à questão do clima na cidade, a influência dos espaços verdes na obtenção de melhores condições térmicas, favoráveis ao bem-estar de seus habitantes.

REFERENCIAS

BARBOSA, R.V.R. (2002). **Vegetação Urbana: avaliação de seu desempenho térmico em recintos urbanos de Maceió-Al, Maceió**: Universidade Federal de Alagoas, 2002. Monografia (Trabalho Final de Graduação). Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas.

BRASIL (1992). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (Departamento Nacional de Meteorologia). **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília: DNMET.

MONTEIRO, C.A.F. (1976) **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo:IGEOG, Universidade de São Paulo (Série Teses e Monografias, 25).

OKE, T. R. (1989) **The Micrometeorology of the Urban Forest**, J. Phil. R. Sec. Land. B 324, p.335-349.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M.E. (2000). Vegetation as a Climatic Component in the Design of a Urban Street: An Empirical Model for Predicting the Cooling Effect of Urban Green Areas with Trees. **Energy and Buildings**, v.31, p. 221-235.

VECCHIA, F.A.S. (2005). Avaliação do Comportamento Térmico de Coberturas Verdes Leves (CVLs). In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL INTEGRADO SUSTENTÁVEL, I. **Anais...** São Carlos: USP.

Agradecimento

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL pelo fomento de Bolsa de Mestrado que possibilitou a realização desta pesquisa.