

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS: DENSIDADE CONSTRUÍDA E GEOMETRIA URBANA NO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE ÁREAS URBANAS, O CASO DE MONTES CLAROS - MG

Patrícia Silva Gomes (1); Roberto Lamberts (2)

(1) Arquiteta, Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina, sgomespatricia@yahoo.com.br

(2) PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, Florianópolis - SC, 88040-900, Tel.: (48) 3721-7070

RESUMO

O trabalho discute a influência de dois parâmetros ligados à legislação urbanística: densidade construída e geometria urbana (através do Fator de Visão de Céu) no comportamento térmico de áreas urbanas, tendo como referência empírica os resultados da pesquisa realizada para o caso de Montes Claros. Para tanto, montou-se um modelo empírico associando os dados gerados de temperatura do ar a esses dois parâmetros, considerados como as principais variáveis associadas à variação de balanço energético local. Os resultados foram analisados através da técnica da regressão linear e mostraram elevada correlação entre os dados, especialmente no período noturno, o que corrobora com a abordagem teórica do fenômeno ilha de calor. Por fim, são discutidas as formas de apropriação desses resultados ao processo de planejamento urbano.

Palavras-chave: clima urbano, ilhas de calor, planejamento ambiental-urbano, medições climáticas (Montes Claros, MG).

ABSTRACT

This paper discusses the influence of two parameters related to urban legislation: built density and urban geometry (through the Sky View Factor) in the thermal behavior of urban areas, with reference on the empirical results of a survey conducted for the case of Montes Claros. For this, an empirical model was created associating the temperature data obtained with these two parameters, considered as the main variables involved in the change of local energy balance. The results were analyzed through the technique of linear regression and showed a high correlation between the data, especially at night, which confirms the theoretical approach of the urban heat island phenomenon. Finally, it discusses the forms of use of the results in the process of urban planning.

Keywords: urban climate, urban heat island, urban and environmental planning, climatic measurements (Montes Claros, MG).

1 - INTRODUÇÃO

A rápida urbanização brasileira ocorrida na segunda metade do século XX resultou na proliferação de grandes áreas urbanas e desencadeou uma série de problemas ao ambiente, como resultado do uso intensivo do solo, adensamento e verticalização nas áreas centrais, excessiva impermeabilização, substituição de áreas verdes por áreas construídas, proliferação de

assentamentos que desconsideram as restrições do sítio físico, dentre outros, fazendo reproduzir nas cidades modelos urbanos com baixa qualidade ambiental.

O planejamento urbano assumiu nesse momento uma postura tecnocrática, no qual buscava-se definir pelo zoneamento os parâmetros de ocupação, resultando no maior adensamento das áreas centrais, onde a permissividade de usos e os potenciais construtivos eram maiores, e no crescimento horizontal de extensas áreas periféricas, geralmente excluídas desse rigoroso processo formal, estruturando assim o chamado padrão periférico de crescimento urbano.

Posteriormente, a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001) surge como um marco regulatório no planejamento urbano brasileiro, pois visa incorporar através de novas posturas e da criação de instrumentos urbanísticos orientados para o cumprimento da função social da propriedade, uma nova forma de gestão urbana comprometida com a qualidade socioambiental do espaço (re)produzido.

A criação de instrumentos urbanísticos que subordinam a propriedade urbana (direito de propriedade) ao cumprimento de sua função social (direito coletivo) é um avanço da legislação urbanística, pois abre espaço para o poder público intervir na dinâmica de produção do espaço urbano através da vinculação, por exemplo, de tributos, sanções, compensações, ou mesmo impedimento de execução de certos empreendimentos que poderiam causar impactos significativos, dentre esses instrumentos destaca-se: o solo criado, a transferência do direito de construir e o estudo de impacto de vizinhança (EIV). Porém, mesmo com a criação desses instrumentos, e da própria garantia ao direito a cidades sustentáveis (Artigo 2º), percebe-se que o Estatuto trata as questões referentes à qualidade ambiental de forma simplificada e genérica.

Nesse contexto, os estudos para elaboração do Plano Diretor pouco se baseiam no diagnóstico do meio físico como suporte para geração de recomendações para orientar a elaboração da legislação urbanística. Assis (2007) coloca que os métodos do urbanismo bioclimático que partem da compreensão das condições ambientais (insolação, iluminação natural, ventos, vegetação) e urbanas (sistema viário, áreas livres, estrutura urbana) são importantes para a definição de diretrizes de planejamento urbano que levem em consideração a capacidade de suporte de adensamento, a presença de áreas verdes, o impacto causado ao entorno, a geração de ruído urbano, a demanda do sistema de transportes, as relações com o sítio natural e as próprias implicações dos domínios morfoclimáticos.

Mais especificamente, o estudo do clima urbano tem se mostrado uma importante contribuição para que os aspectos relativos à qualidade ambiental sejam tratados de forma mais adequada no Plano Diretor. Tal estudo permite associações tanto com o planejamento das áreas livres que incorpora o zoneamento, a preservação ambiental e a expansão urbana; quanto das áreas construídas, relacionado à Lei de Uso e Ocupação do Solo e ao Código de Obras.

Dessa forma, os resultados dos estudos de clima urbano representam uma importante base de dados para serem incorporados ao planejamento urbano, dentro de uma perspectiva de sustentabilidade urbana.

1.1 – Relação entre a bioclimatologia urbana e as variáveis urbanísticas densidade construída e geometria urbana

O processo de urbanização pode acarretar significativas alterações na atmosfera urbana causando impactos como ilhas de calor, poluição do ar, variações no regime de precipitações, trazendo conseqüências como maior geração de calor, inversões térmicas, desconforto térmico, aumento no consumo de energia, modificações na ventilação, umidade e precipitações, além de poder comprometer o equilíbrio térmico em uma escala maior. Por essas razões, o balanço de energia – relações de transferência de calor entre a atmosfera e a superfície - é diferenciado entre as áreas urbanas e as áreas rurais circunvizinhas.

Oke (1981) utilizou modelos físicos teóricos e modelagem numérica para demonstrar que a geometria urbana e as propriedades térmicas das superfícies construídas são as principais variáveis envolvidas na alteração do balanço energético local e, por conseguinte, na formação da ilha de calor

noturna. Usando modelos de simulação, o autor demonstrou, fazendo o Fator de Visão de Céu (FVC) variar enquanto mantinha a inércia térmica constante, que se poderia produzir os fatos temporais de uma ilha de calor ideal durante a noite, do mesmo modo, no caso de não haver diferenças de FVC entre áreas urbanas e rurais, um incremento da inércia térmica também poderia produzir aqueles fatos (ASSIS, 1990).

O parâmetro – *geometria urbana* - refere-se às relações nos *canyons* urbanos entre a altura dos edifícios e a distância entre eles (H/W), essas relações podem ser descritas pela variável Fator de Visão de Céu que é um parâmetro adimensional que expressa a relação geométrica entre a superfície terrestre e o céu, quantificando a área de céu visível e a respectiva projeção da obstrução pelos elementos da superfície, como mostra a figura 1.

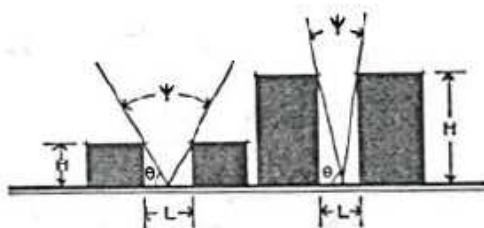


Figura 1 – Fator de Visão de Céu (ψ).

Oke (1981) conclui que quanto mais obstruído é um local no meio urbano, menor é a capacidade de troca térmica radiativa, o que dificulta a irradiação térmica do calor, contribuindo para o aquecimento noturno - daí a compreensão da ilha de calor como fenômeno tipicamente noturno.

Dentro dessa abordagem, Assis (2000) utilizou a modelagem física e numérica para analisar a influência da geometria urbana na formação da ilha de calor noturna para o caso de Belo Horizonte, MG. A autora analisou também a melhor relação do arranjo dos edifícios e volumetria para preservar a insolação e iluminação natural dentro de uma perspectiva de aplicação à legislação urbanística.

O outro fator determinante para a formação da ilha de calor noturna - *as propriedades térmicas das superfícies* - relaciona-se com a capacidade dos materiais em armazenar calor. A energia solar total (ganhos) é convertida em uma parcela que é dissipada (perdas) e outra que fica armazenada internamente. Os materiais utilizados na construção como o concreto e o asfalto absorvem parte do calor no seu interior, consequência de sua massa térmica, e o devolvem ao ambiente principalmente no período noturno (atraso térmico), favorecendo a ocorrência da ilha de calor noturna.

Santos et al (2003) correlacionaram dados de massa construída à temperatura do ar de diferentes sub-áreas de Belo Horizonte, MG, obtendo resultados relevantes, inclusive para a previsão de densidades urbanas. No trabalho, a massa construída (MC) foi calculada através da área total de planta e da área total de fachada, gerando o volume de material, esse resultado foi multiplicado pela densidade média do concreto e dividido pela área de projeção obtendo-se o valor final de MC.

A estimativa da *densidade construída* está diretamente relacionada à abordagem da massa térmica e, conseqüentemente, com as propriedades térmicas dos materiais. Os estudos de vários pesquisadores como de Chandler (1965) e Landsberg (1976) demonstraram que o centro da ilha de calor numa cidade está frequentemente localizado sobre a área de maior densidade de construção. Nesse contexto, Duarte (2000) coloca que é conveniente substituir o parâmetro população (usado em alguns estudos) por *densidade construída*, como propôs Givoni (1998), já que esse apresenta uma relação causal mais forte com o aquecimento urbano, e também com a legislação urbanística.

2 - OBJETIVOS

Diante do quadro teórico esboçado, a pesquisa tem por objetivo geral analisar o comportamento higrótérmico de diferentes áreas urbanas da cidade de Montes Claros, de modo a compreender a influência dos parâmetros densidade construída e geometria urbana que são diretamente relacionados à legislação urbanística.

3 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa desenvolveu-se tomando como estudo empírico o clima urbano de Montes Claros. O município possui uma população estimada em 348.991 habitantes (Dados do IBGE, 2006) e é o principal pólo populacional e econômico da região Norte de Minas Gerais.

A sua temperatura média normal anual é de 24,2°C e seu tipo climático é o tropical sub-úmido sendo definido por duas estações típicas: um verão quente com chuvas e uma estação seca prolongada. Devido à distribuição irregular das chuvas, o município está incluído na Área Mineira do Polígono das Secas. O município possui temperatura máxima de 29,3°C e mínima de 16,7°C, sua umidade relativa anual é 66,6% (consulta direta ao 5º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia – 5º DISME/INMET). A radiação solar na região é bastante elevada e os ventos são suaves, com predominância, no verão, do sentido norte e nordeste (durante o dia) e oeste (durante a noite) e no inverno, de leste e secundariamente nordeste.

Para a pesquisa de campo foram escolhidos onze locais com diferentes condições em relação às características físico-naturais e a ocupação urbanística. Os pontos selecionados foram assim distribuídos:

Cinco pontos na área central: 1- o Alto dos Morrinhos, com topografia mais acidentada e ocupação antiga e espontânea; 2- a Praça da Catedral que possui grande densidade de edificações sem recuos frontais e pequeno afastamento lateral, ruas estreitas, cobertura vegetal inexpressiva, acentuada impermeabilização do solo e intensa movimentação de veículos e pedestres; 3- a Praça da Matriz que é um dos poucos locais com arborização significativa no centro da cidade, no seu entorno há uma ocupação antiga com casarios históricos e ruas estreitas; 4- a Avenida Deputado Esteves Rodrigues (Av. DER), situa-se em um entroncamento de avenidas sanitárias, o local é bastante impermeabilizado devido à canalização dos cursos d'água e ao excesso de pavimentação asfáltica; 5- Senac, o local possuiu uma avenida *boulevard* e está passando por um processo de verticalização com a implantação de edifícios comerciais e residenciais.

Dois pontos na região sudoeste: 6- o Parque Municipal que possui uma vegetação densa com espécies do cerrado e uma lagoa com significativo espelho d'água, no entorno localizam-se bairros residenciais de baixa densidade; 7- proximidade do Parque Sapucaia que situa-se no pé da Serra do Ibituruna (maior elemento do relevo no sítio físico da cidade) e apresenta uma cobertura vegetal nativa de cerrado bastante expressiva, a densidade habitacional do local é muito baixa.

Um ponto fora do perímetro urbano: 8- Saída BR 135 que foi escolhido por representar o entorno natural da região.

Três pontos na área norte: 9- entorno da Lagoa Interlagos que possui a maior massa d'água da cidade, no local há vários lotes vagos e predomina o uso residencial e comercial (especialmente restaurantes); 10- Aeroporto que está localizado em uma região mais afastada da malha urbana, com a existência de uma cobertura vegetal bastante significativa; 11- INMET que possui cobertura vegetal pouco significativa e poucas edificações de entorno. A figura 2 mostra a distribuição espacial dos pontos.

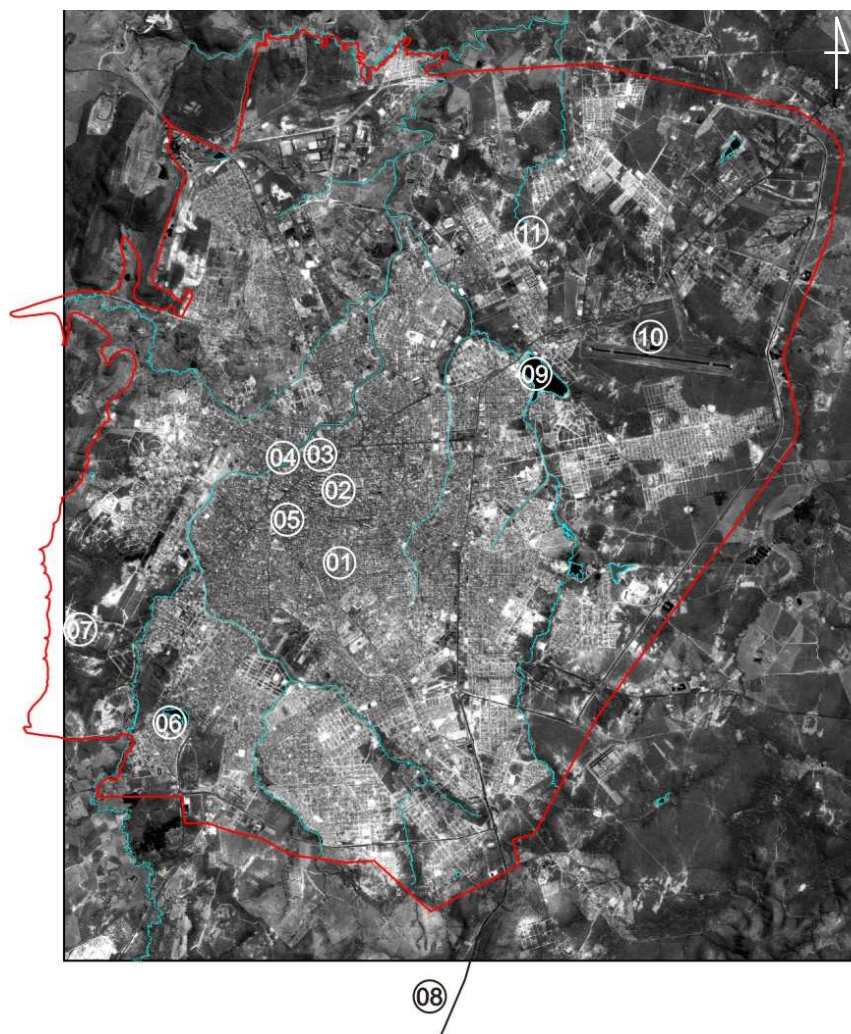


Figura 2 – Imagem de satélite IKONOS de 2000 com a sobreposição dos pontos medidos, em vermelho a delimitação do perímetro urbano e em azul a rede hidrográfica do município.

4 - METODOLOGIA

A pesquisa de campo foi desenvolvida em duas partes: a primeira consistiu na determinação dos parâmetros urbanísticos utilizados no estudo e a segunda na medição dos dados de temperatura e umidade.

4.1 Método para a determinação dos parâmetros urbanísticos

Para a análise dos parâmetros urbanísticos foi estipulada uma área de 150 metros de raio ao redor do ponto de observação climática. Esse valor foi adotado com base em constatações de estudos anteriores, dentre estes, Mizuno et al (1990) e Barbugli e Roriz (2004). No entanto, é importante salientar, como bem coloca Duarte (2002), que ainda não há consenso nos trabalhos de clima urbano, sobre o raio de influência da medição climática.

A determinação da *densidade construída* foi realizada através da projeção das edificações usando como referência a imagem de satélite de alta resolução IKONOS datada de 2005, os dados do mapa urbano e o cadastro imobiliário, conforme mostra a figura 3 (c) para um exemplo. As informações foram conferidas/atualizadas em um trabalho de campo que contou também com a anotação do número de pavimentos. Na determinação do número de pavimentos não foram consideradas as sobrelojas e os terraços descobertos. Nas edificações com pé direito maiores (as igrejas, por exemplo) foi feita uma estimativa da altura (interna) para depois associar ao respectivo número de pavimentos, considerando cada pavimento com 3 metros de pé direito. O cálculo das

coberturas foi colocado separadamente já que estas não apresentam o mesmo desempenho térmico das estruturas edificadas, tendo em vista a inércia térmica.

O cálculo da densidade construída foi feito a partir das seguintes equações:

$$\text{Área total edificada} = \sum (\text{Área de cada categoria edificada} \times \text{Respectivo número de pavimentos}) + \sum (\text{Áreas cobertas}) \quad \text{Eq. [1]}$$

$$\% \text{ Área edificada por amostra} = \frac{(\text{Área total edificada} \times 100)}{(\text{Área Total da Amostra})} \quad \text{Eq. [2]}$$

A *geometria urbana* foi analisada através do *Fator de Visão do Céu (FVC)* utilizando-se para isso a técnica das fotografias com lente olho-de-peixe que representa um ângulo de 180° da cena fotografada. A máquina foi nivelada a partir do solo e marcou-se sobre lente o indicativo do norte. Foram selecionados os locais mais representativos da tipologia de ocupação em cada sub-área, os pontos foram localizados preferencialmente no meio das quadras de modo a representar as características geométricas médias, conforme Oke (1981) e foram evitadas as ruas muito inclinadas.

De posse das imagens, desenhou-se o contorno da área de céu visível desconsiderando os elementos não inerentes à paisagem urbana, conforme mostra a figura 3 (b) para um exemplo. O FVC foi determinado, através do procedimento de cálculo de área, usando como referência o contorno da área de céu visível de cada local em projeção equidistante. O valor do FVC, dado em porcentagem, foi obtido através da proporção entre a área total do círculo correspondente à projeção da imagem e a área da obstrução.

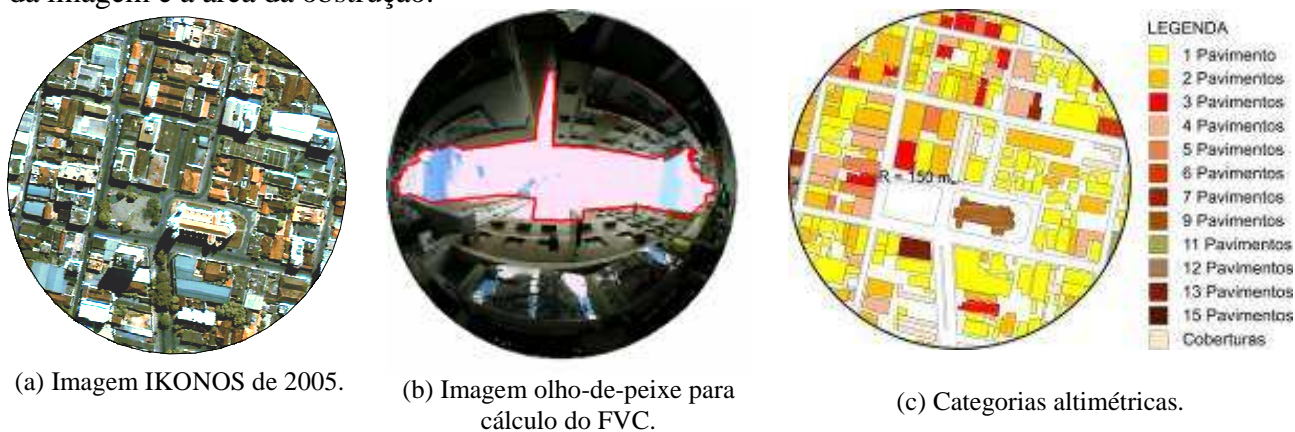


Figura 3 (a) a (c) – Determinação dos parâmetros urbanísticos para o exemplo do ponto “Catedral”.

4.2 Método para as medições climáticas

As medições climáticas foram feitas através de medidas fixas, simultâneas (nos onze pontos) e contínuas utilizando-se aparelhos eletrônicos *dataloggers* do tipo HOBO® (precisão de 0,3°C) modelo RH/Temp H08-003-02. Antes da medição em campo, foi realizado um teste para ajustar/padronizar as leituras dos *dataloggers* utilizados. Os *dataloggers* foram protegidos em mini-abrigos de madeira confeccionados em paredes duplas contendo pequenas aberturas desencontradas entre uma parede externa e outra interna, permitindo assim, a livre circulação do ar, mas evitando a incidência solar direta. As superfícies internas foram revestidas com uma folha de alumínio. Os abrigos foram pintados na cor branca e apoiados em uma haste de madeira a 1,5 metros do solo. Como mostra a figura 4.



(a)



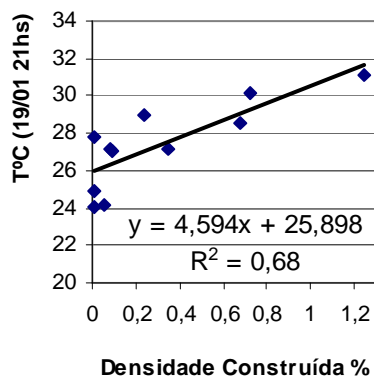
(b)

Figura 4 (a) e (b) – Abrigo utilizado na pesquisa.

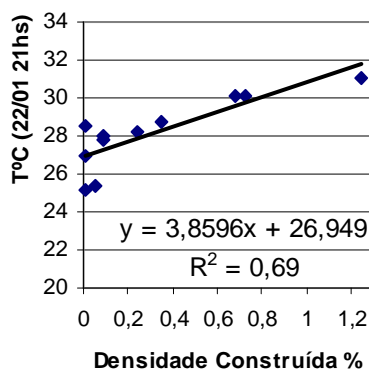
Foram realizados três ciclos de medição, todos no ano de 2007. O primeiro, em *janeiro*, abrangendo a situação de verão quente e úmido, o segundo, em *junho e julho*, abrangendo o inverno com temperaturas amenas e baixa umidade, e o terceiro, em *setembro*, situação com temperatura elevada e baixa umidade. Os dados de temperatura e umidade foram levantados em períodos com condições estáveis de tempo atmosférico (céu aberto e calma: velocidade do vento inferior a 3 m/s). Para análise dos resultados foram realizados vários testes de regressão linear, utilizando os gráficos de dispersão entre as variáveis climáticas de temperatura e umidade relativa, (variáveis resposta ou dependentes) e as variáveis urbanísticas (explicativas ou independentes) na tentativa de compreender a intensidade e o período de influência destas últimas no comportamento higrotérmico. Para a montagem dos testes de correlação foram escolhidos alguns dias consideramos mais típicos dentre os dez dias estáveis e consecutivos em que ocorrem os ciclos de medição climática. Para a correlação com o FVC foi retirado o ponto do Parque Sapucaia justamente por apresentar elevada obstrução do céu em virtude da vegetação, o que está em desacordo com a abordagem do parâmetro porque resulta em processos de trocas térmicas diferentes. As correlações foram feitas para os horários de 5, 9, 15 e 21 horas para cada dia separadamente e também para as médias horárias dos dias escolhidos. São discutidos os resultados para alguns desses dias.

5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

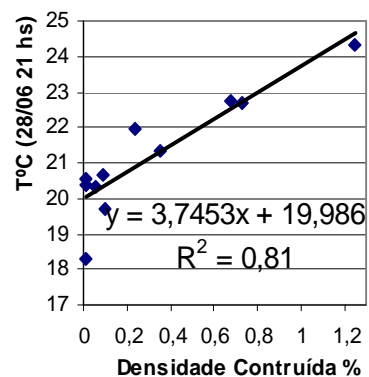
Para a análise da *densidade construída* foram realizados teste de regressão linear nos horários de 5, 9, 15 e 21 horas. Os resultados das correlações encontradas para os horários diurnos foram baixas, já no período noturno, foram encontrados coeficientes de determinação (R^2) de 68 e 69% para janeiro, 71 e 81% para junho e julho e 68 e 82% para setembro, como mostra o gráfico 2 (a) a (f).



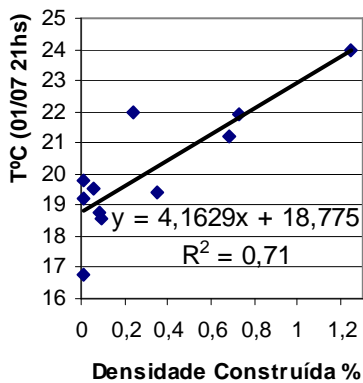
(a) Situação 19/01



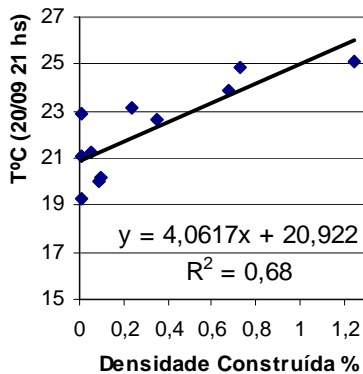
(b) Situação 22/01



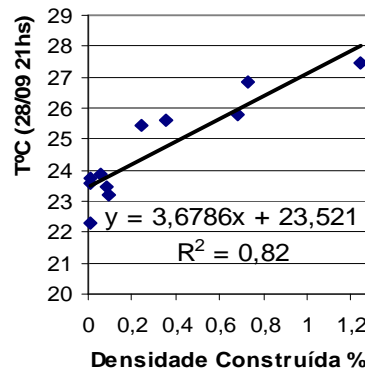
(c) Situação 28/06



(d) Situação 01/07



(e) Situação 20/09



(f) Situação 28/09

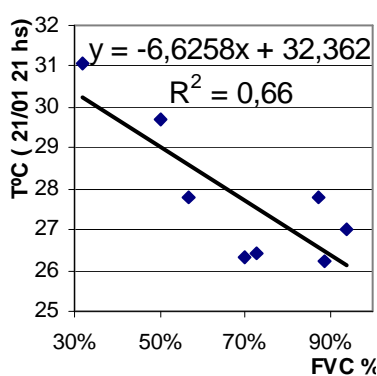
Gráfico 2 (a) a (f) – Densidade construída x temperatura às 21 hs em 19 e 22 jan; 28 jul e 01 jul; 20 e 28 set.

Considerando a média da temperatura às 21 horas para os dias selecionados para os testes de correlação os coeficientes de determinação (R^2) encontrados foram os seguintes: 66% para janeiro, 69% para junho e julho e 73% para setembro.

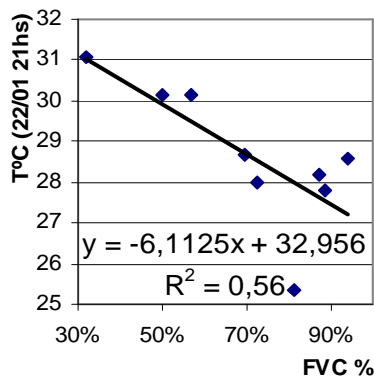
Foram feitos também teste de correlação linear envolvendo apenas os pontos centrais mais adensados (Catedral, Matriz, Av. DER e Senac), os resultados, considerando a temperatura média às 21 horas, foram: 91% para janeiro, 99% para junho e julho e 89% para setembro.

Esses resultados reforçam a abordagem da ilha de calor como fenômeno noturno e confirmam a influência da inércia térmica, pois os materiais constituintes da massa edificada urbana tendem a atrasar o fluxo térmico, assim, o calor armazenado durante o dia pelas construções é dissipado no período noturno, elevando-se a temperatura nesse horário.

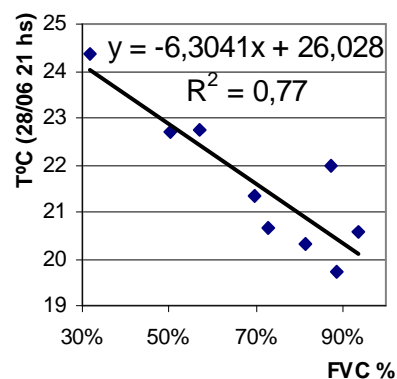
Para a análise do *Fator de Visão de Céu (FVC)* foram encontrados os seguintes coeficientes de determinação no período noturno: 56 e 66% para janeiro, 65 e 77% para junho e julho e 68 e 72% para setembro, conforme gráfico 3 (a) a (f). Essas correlações tendem a perdurar até à madrugada. Nota-se a correlação negativa entre os dados, ou seja, o menor FVC (maior obstrução) corresponde às maiores temperaturas.



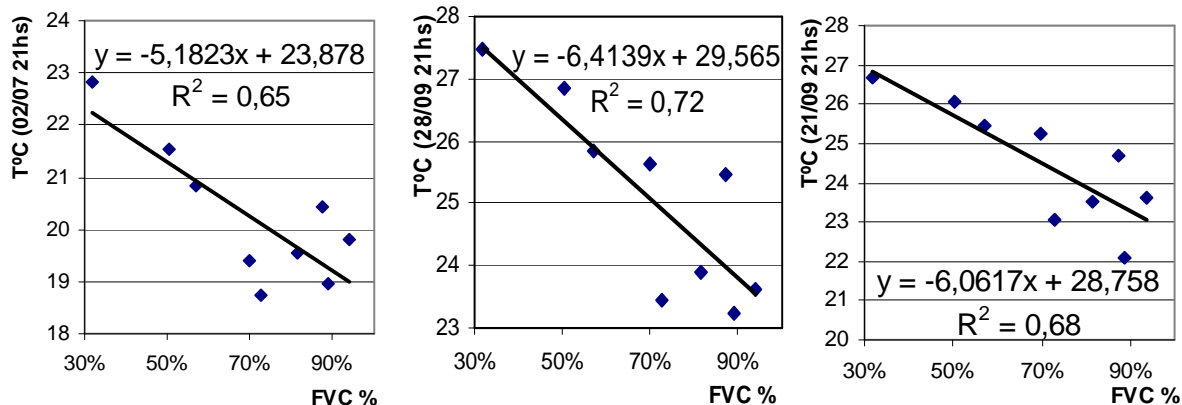
(a) Situação 21/01



(b) Situação 22/01



(c) Situação 28/06



(d) Situação 02/07

(e) Situação 28/09

(f) Situação 21/09

Gráfico 3 (a) a (f) – FVC x temperatura às 21 hs em 21 e 22 jan; 28 jun e 02 jul; 21 e 28 set.

Considerando a média da temperatura às 21 horas, os valores de (R^2) encontrados foram os seguintes: 73% para janeiro, 44% para junho e julho e 55% para setembro. Também, para esse caso, foram feitas correlações envolvendo apenas os pontos centrais mais adensados os resultados, para a temperatura média às 21 horas, foram: 98% para janeiro, 99% para julho e 94% setembro. Os valores demonstram que o FVC está relacionado com o aquecimento noturno, pois, como explicou Oke (1981), nas áreas com maior obstrução do céu, as superfícies apresentam maior dificuldade para dissipar o calor, resfriando-se mais lentamente, o que justifica os valores encontrados.

6 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados revelam a significativa correlação existente entre os parâmetros urbanísticos de densidade construída e geometria urbana e a temperatura do ar, especialmente no período noturno, o que corrobora com a abordagem teórica da ilha de calor. As variáveis envolvidas – densidade e geometria urbana – estão relacionadas principalmente ao processo de trocas térmicas secas entre as superfícies e a atmosfera. Assim, é importante considerar também, a influência das demais variáveis envolvidas no balanço energético como as trocas convectivas (ventos) e a presença de áreas verdes (trocas úmidas), por exemplo. O próprio clima urbano é um sistema aberto, cujos processos podem compensar uma tendência de aumento térmico, como por exemplo, através alteração dos ventos, alteração do estoque de calor e o aumento do sombreamento durante o dia, conclusões também destacadas por Oke et (1999) para a Cidade do México, no qual concluiu-se que as variáveis do balanço energético se relacionavam de forma muito mais complexa. No estudo, não foi possível estabelecer uma correlação linear entre as variáveis. Em modo geral, percebeu-se que a existências de diferenças térmicas entre os pontos centrais (mais adensados) e os pontos periféricos nas três condições analisadas, porém, as diferenças térmicas (ilhas de calor) tendem a se estabelecer mais acentuadamente no período da tarde e prolongam-se até a noite, quando o fenômeno tem uma magnitude maior. Nos resultados obtidos para os pontos da área central, percebeu-se que a variável FVC parece ter maior influência no aquecimento noturno do que a Densidade Construída, o que demonstra a importância da geometria da malha urbana na dissipação do calor. A abordagem metodológica dos parâmetros densidade construída e geometria urbana poderia ser utilizada como base para previsões de alterações climáticas futuras a partir da análise das variações das obstruções e dos próprios cenários de adensamento previstos pela legislação. Apesar dos limites do método empírico utilizado, o estudo oferece uma importante base de dados para geração de simulações físicas e numéricas, importantes para a definição de critérios para serem utilizados na legislação urbanística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, E.S.; RAMOS, J.G.L.; SOUZA, R.V.G.; CORNACCHIA, G.M.M. Aplicação de dados do clima urbano no desenvolvimento de planos diretores de cidades mineiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: Editora ANTAC, 2007. CD-ROM.

ASSIS, E. S. *Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano*. 2000. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

_____, E. S. *Mecanismos de Desenho Urbano Apropriados à atenuação da ilha de calor urbana: análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical*. 1990. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 1990.

BARBUGLI, R.A. *Influência do ambiente construída na distribuição das temperaturas do ar em Araraquara/SP*, 171p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, UFScar: 2004.

CHANDLER, T. J. *Urban climatology and its relevance to urban design*. Technical Note 149. Geneva: WMO, 1976.

DUARTE, D. Estado da arte em clima urbano e planejamento. In: Seminário Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano, NUTAU'2002. *Anais...*São Paulo:NUTAU/USP, 2002. p.1003-1111.

_____, D. *Padrões de Ocupação do solo e microclimas na região de clima Tropical Continental*. 2000. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 2000.

GIVONI, B. *Climate considerations in urban and building design*. New York: J. W. & sons, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 14 jul. 2006.

LANDSBERG, H. E. *Special environmental report n. 7 - weather, climate and human settlements*. n. 448. Geneva: WMO, 1976.

_____, H.E. *The Urban Climate*. New York: Academic Press, 1981.

MIZUNO, M. et al. Effects of land use on urban horizontal atmospheric temperature distributions. *Energy and Buildings*, n.15, p.165-176,1990.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal heat island: comparisons of scale model and field observations. *Journal of Climatology*, n. 1, p. 237-254, 1981.

OKE,T.R.; SPRONKEN-SMITH, R.A.; JAUREGUI, E.; GRIMMOND, C.S.B. The energy balance of central Mexico City during the dry season. *Atmospheric Environment*, v.33. p.3919-3930, 1999.

SANTOS, I.G.S.; GAZZOLA, H.L.; ASSIS, E.S. Influência da geometria urbana e da inércia térmica na alteração do clima urbano: uma abordagem preditiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2003, Curitiba. *Anais...* São Paulo: ANTAC, 2003. CD-ROM.