

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO PARÂMETRO MASSA TÉRMICA CONSTRUÍDA NA VARIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE EM ÁREA URBANA DE BELO HORIZONTE, UTILIZANDO A TÉCNICA DE CENÁRIOS

Jacqueline Alves Vilela; Eleonora Sad Assis; José Eustáquio M. de Paiva

Escola de Arquitetura da UFMG, Rua Paraíba, 697, CEP: 30130140, Belo Horizonte, MG, e-mails: arqjacvilela@yahoo.com.br; elsad@arq.ufmg.br; jempaiva@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar o impacto do processo de adensamento e verticalização de áreas urbanas sobre as condições de conforto térmico urbano. Usando um recorte na cidade de Belo Horizonte, MG, partiu-se da hipótese de que, variando a massa construída na mesma área, novas mudanças nas variáveis climáticas seriam encontradas. A técnica de cenários foi aplicada, gerando dois cenários para comparação: o primeiro corresponde à situação de ocupação atual e o segundo baseou-se na possibilidade de ocupação máxima da área. No cenário atual, foram medidas as variáveis climáticas de temperatura e umidade relativa, bem como levantada a massa construída existente. Um modelo empírico relacionando os dados climáticos à massa construída foi gerado. No outro cenário foram simuladas as mesmas variáveis climáticas através desse modelo, tomando-se como parâmetro as novas massas construídas geradas. Estabeleceu-se uma comparação entre as mudanças que poderão ocorrer nas variáveis climáticas, relacionando-as às novas condições de adensamento da região. Os resultados mostram uma tendência de ocorrer alterações climáticas mais significativas nas áreas mais adensadas. O procedimento desenvolvido mostrou-se também útil para avaliar prováveis impactos da legislação construtiva numa dada área.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the impacts of the dense and vertical process of urbanization in the Brazilian cities on the thermal urban comfort. Using an urban area situated at Belo Horizonte, MG, the study begins with the hypothesis that if the construction mass varies in the same area, new changes will be found in the climate variables. The technique of scenario was applied conceiving two scenarios for comparison: the first one corresponds to the current situation; the second scenario was developed considering the possible maximum occupation. On the current scenario, the local temperature and relative humidity were measured and the existing construction mass estimated. An empiric model relating the climatic data and the construction mass was conceived. In the second scenario the same climatic variables were simulated in this model and the new construction mass was calculated. This study allowed the establishment of the tendencies of climatic variables change forthcoming by the new buildings. The results show a light tendency of changing local climate in denser areas. The study can be used to give new tools to help the urban planning in analyzing the impact of urbanization in the local climate.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho trata do estudo dos impactos ambientais provocados pelo processo de urbanização, mais especificamente os que se referem ao clima urbano. A determinação desses impactos é um tema amplo e complexo devido ao grande crescimento e adensamento das cidades, com graves conseqüências para o ambiente natural e urbano. No caso das metrópoles brasileiras, em que se inclui Belo Horizonte, os problemas tornam-se ainda mais graves, face ao crescimento descontrolado que vem ocorrendo atualmente concentrado nas áreas que, segundo a legislação local, têm potencial de adensamento.

Muitos pesquisadores já demonstraram que o processo de adensamento e verticalização das áreas urbanas é capaz de provocar impactos sobre o clima urbano, principalmente ao se considerar os fenômenos que acontecem na camada limite ao nível das coberturas (UCL - Urban Canopy Layer). As pesquisas sobre a ilha de calor urbana mostram que a morfologia e a geometria urbanas, as propriedades térmicas dos materiais utilizados nas construções e a proporção entre as áreas construídas e verdes, são as principais variáveis envolvidas na alteração do balanço energético local (OKE, 1981). Este ponto de vista põe a geometria urbana e a inércia térmica em evidência e como fatores preponderantes na formação da ilha de calor urbana.

Com relação à geometria urbana, que pode ser descrita pelo FVC (Fator de Visão do Céu) ou ângulo de obstrução do horizonte em um dado ponto, demonstrou-se que, quanto mais obstruído é um local no meio urbano, menor é a capacidade de troca térmica por radiação (OKE, 1981), o que conseqüentemente, favorece a formação da ilha de calor noturna nas áreas mais adensadas.

Com relação à inércia térmica, sabe-se que as construções armazenam parte do calor durante o dia, dissipando-o à noite. Vários pesquisadores (TSO et al., 1990) demonstraram a relação entre o aumento de massa construída, a redução nas perdas térmicas convectivas e o aumento de temperatura nos centros urbanos. Tudo isto evidencia a importância de se analisar a influência do adensamento e verticalização, na alteração do clima urbano.

Nesse trabalho, analisa-se o efeito da inércia térmica, através da variável massa construída sobre os parâmetros de temperatura e umidade. O modelo adotado é o proposto por TSO et al (1990), já aplicado em cidades tropicais e de baixa latitude, como é o caso de Kuala Lumpur, Maceió (BARBIRATO, 1998) e Belo Horizonte (LIMA et al, 2003).

Pretende-se analisar o impacto do modelo de assentamento previsto numa área urbana em crescimento, através do desenvolvimento de uma relação empírica entre os parâmetros climáticos e a massa construída, avaliada em cenários diferentes: o primeiro corresponde ao cenário atual, ou seja, à situação de assentamento em 2006 e o segundo, foi levantado através da técnica de cenários, gerando os volumes construídos, com base no aproveitamento máximo permitido pela Lei de Uso e Ocupação para a área.

2. ÁREA DE ESTUDO

Optou-se por um recorte urbano compreendido pelo bairro Belvedere III e áreas circunvizinhas, bairros Vila da Serra e Vale do Sereno (figuras 1 a 3), situado na parte sul do município de Belo Horizonte, MG, divisa com o município de Nova Lima, envolvendo ambos os lados da cumeada da Serra do Curral e apresentando uma vigorosa expansão urbana, fruto da especulação imobiliária no eixo sul da capital. As cotas altimétricas da área de estudo variam de 1.100 à 1.500 m. .

Este recorte foi escolhido por se tratar de uma área localizada em região de interesse ambiental – nas franjas da Serra do Curral, entrada de ventos para a cidade de Belo Horizonte e área de recarga do aquífero de Belo Horizonte – pelas políticas urbanas dos municípios que permitiram e permitem o adensamento, além do fato desse recorte conter áreas consolidadas e áreas ainda em processo de consolidação urbanística, as quais já são alvos da especulação imobiliária. Por outro lado, o recorte poderá dar uma boa sinalização da situação das variáveis de conforto térmico urbano, que acontecem hoje nas três áreas principais, podendo propiciar estudos tendo em vista gerar instrumentos de avaliação de impactos para cenários futuros.



Figura 1 – Vista Aérea da área de estudo.
Fonte: Google Earth 2006



Figura 2 – Vista do bairro Vale do Sereno.
Fonte: arquivo pessoal da autora



Figura 3 – Vista da área de estudo. À esquerda a Serra do Curral e à direita o bairro Belvedere III. Fonte: arquivo pessoal da autora

Na área do recorte escolhido, podem-se distinguir pelo menos três áreas, a saber:

1. Bairro Vale do Sereno: área de urbanização não consolidada, pertence à Nova Lima. É hoje classificado como ZR-2 (Zona residencial 2) e ZC-2 (Zona comercial 2)
2. Bairro Vila da Serra: área de urbanização ainda não consolidada, também pertencente a Nova Lima. Possui zoneamento classificado como ZC-3 (Zona comercial 3);
3. Bairro Belvedere III: área de urbanização consolidada da cidade de Belo Horizonte. Hoje a área está classificada como ZP-3 (Zona de Proteção 3), com parâmetros urbanísticos mais restritivos.

3. METODOLOGIA

A concepção metodológica baseia-se no diagrama elaborado por Echenique (1975), onde o autor salienta, que os estudos de fenômenos concretos e reais, como é o caso do clima, requerem considerar, que os mesmos vão ocorrer sempre na linha do tempo. Isto leva à necessidade de se criar modelos que proporcionem um quadro, o mais fiel possível, da situação abordada e que permitem também, explorar o futuro, a fim de se antever as possibilidades de ocorrência destes fenômenos, a fim de interligá-los num processo temporal. Com isto se pode chegar às metas estabelecidas de integrar os conhecimentos do clima urbano e da dinâmica espacial da cidade. Para Echenique (1975), os modelos são classificados em quatro tipos:

- Descritivo: envolve o processo de definição e descrição do objeto, além da definição dos objetivos de estudo,
- Preditivo: envolve o processo de observação, tradução e interpretação de dados;
- Exploratório: estabelece uma condição futura, um cenário futuro;
- Planejamento: processo de prova e recomendações.

No Brasil, a maior parte dos trabalhos que envolvem variáveis climáticas focalizam prioritariamente a abordagem descritiva e preditiva dos modelos, dispensando pouca atenção à abordagem das capacidades exploratórias com vistas a gerar subsídios para o planejamento urbano. Na presente abordagem procura-se integrar esta diretriz, tendo em vista a construção de procedimentos capazes de instrumentalizar os planejadores urbanos nas tomadas de decisões que envolvam o clima. Desta forma, para abordar o modelo exploratório, optou-se então, pelo uso das técnicas de cenários.

As técnicas de cenários (MAKRIDAKIS, 1983) propiciam imaginar futuros possíveis, simplificando uma avalanche de dados para construir um número limitado de situações. A idéia, no caso, é de perscrutar por possibilidades, utilizando-se um conjunto de possibilidades e suposições, construindo-se concepções imaginativas que dêem suporte adequado às análises pretendidas.

No caso em tela, buscou-se primeiramente pelas possibilidades de uso e ocupação da área conforme permitido pela legislação, tomando como base a situação existente e considerando os fatores e variáveis atuantes (padrões de ocupação, atuação de grupos de interesse, incertezas), bem como as tendências de crescimento constatadas. Visando associar o processo de adensamento e verticalização das cidades com as alterações climáticas no futuro a pesquisa percorreu dois tempos distintos:

1) Cenário atual, 2006 - Este cenário envolve os modelos descritivos e preditivos do diagrama de Echenique (1975). Consistiu no levantamento de dados em campo (temperatura, umidade relativa e massa construída) para que fosse possível diagnosticar a situação da área objeto de estudo atualmente.

2) Cenário futuro, 2016 - Este cenário envolve o modelo exploratório do diagrama de Echenique (1975). Para o estudo do comportamento das mesmas variáveis de conforto térmico urbano (temperatura, umidade relativa e massa construída) em 2016, foram utilizadas as Técnicas de Cenários. O objetivo foi explorar os futuros que poderiam vir a acontecer na área do objeto de estudo, nas tendências determinadas.

3.1. Modelos descritivo e preditivo

3.1.1 Levantamento de dados

Os trabalhos de levantamento de dados e os trabalhos de campo foram desenvolvidos com dois objetivos: o primeiro diz respeito à elaboração de uma base cartográfica atualizada da área de estudo. O segundo objetivo diz respeito ao levantamento de dados de temperatura e umidade relativa, que caracterizarão as alterações no conforto térmico da área, depois de simulado o cenário dois.

Para produzir a base cartográfica da área de estudo, foram utilizados o mapa digital (1989) e a vista aérea (1999), fornecidos pela PRODABEL, órgão de Processamento de Dados de Belo Horizonte, sobrepostos, em formato para o *software* AUTOCAD 2000.

Como boa parte da área já havia sofrido alterações consideráveis nos últimos dez anos, foi realizado um levantamento em campo para registrar as alterações de desenho urbano, as alturas e projeções dos edifícios, em cada lote da área. Assim, foram gerados, o mapa-base das figuras 4 e 5, que contém o desenho urbano atualizado (2006), as projeções das edificações existentes em 2006 e uma legenda de classificação em relação à condição de adensamento. Também para auxiliar a visão da situação atual da área, foram montadas planilhas contendo os dados de área dos lotes, área de projeção das edificações, perímetro e número de pisos da situação edificada atual, além de perspectiva volumétrica (figura 5).

O trabalho de coleta de dados em campo - temperatura e umidade relativa - foi realizado em um dia típico de inverno, ou seja, um dia de céu claro, nenhuma nebulosidade e calmaria. Desta forma, os dados coletados são uma boa amostragem do processo de trocas térmicas predominantemente por radiação, o que nos habilita a considerar os resultados como tendência de comportamento térmico da área.

A área foi dividida em dois circuitos fechados (1 e 2). Procurou-se escolher pontos de coleta de dados, que estivessem no meio do quarteirão, que fossem significativos para os resultados e que abrangessem toda a área. Escolheu-se um ponto (Ponto A=J=1=10, Avenida Alameda da Serra), onde os dois circuitos tinham como ponto comum, em que começavam e terminavam as medições em cada circuito. Este ponto serviu como referência para a distribuição posterior do erro de leitura, que nesse trabalho foi feito através de método linear. Os demais pontos em cada circuito foram distribuídos de maneira o

mais homogênea possível e delimitando bem a área de estudo, já que ASSIS (2000) verificou uma grande discrepância entre o processamento de dados feito a mão e o processamento feito através de *software* gerador de superfície quando o contorno da área não está bem definido. As medições ocorreram num período de 24 horas, sempre de três em três horas (15:00h, 18:00h, 21:00h, 06:00h, 09:00h e 12:00h.). Cada corrida de coleta de dados nos dois circuitos durou uma hora, começando meia hora antes do horário padrão estabelecido e terminando meia hora depois. Para coletar os dados de temperatura e umidade relativa nos pontos dos circuitos 1 e 2, foi utilizado o equipamento termohigrômetro digital, marca SALCAS, modelo Higrterm 90.

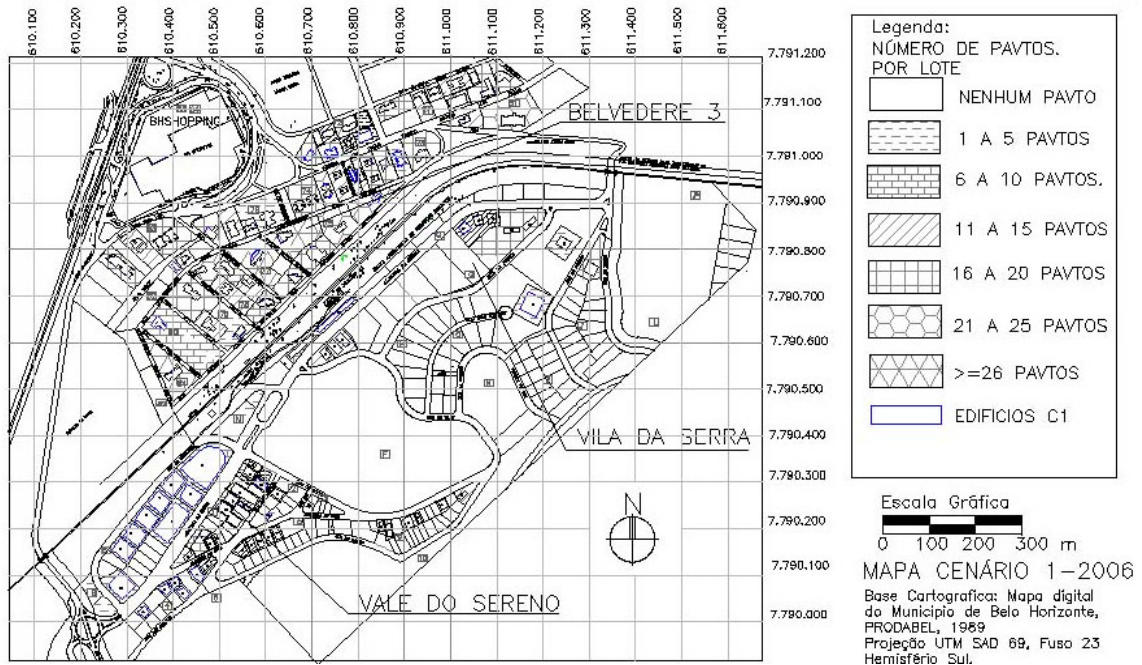


Figura 4 - Mapa da ocupação em 2006 – Cenário 1
 Fonte: arquivo pessoal da autora



Figura 5 - Perspectiva da ocupação em 2006 - Cenário 1
 Fonte: arquivo pessoal da autora

Além dos pontos dos dois circuitos descritos acima, estabeleceram-se 4 pontos fixos, que foram monitorados através do equipamento termo-higrometro digital com *data logger*, marca HOBO, modelo U12. O equipamento foi fixado nos pontos a uma altura de 1,5 m, dentro de uma caixa de proteção e programado para colher os dados de temperatura e umidade relativa a cada 30 minutos, durante as 24 horas, que coincidiram com a corrida nos circuitos. A figura 6 mostra a localização de todos os pontos de coleta de dados no mapa-base.

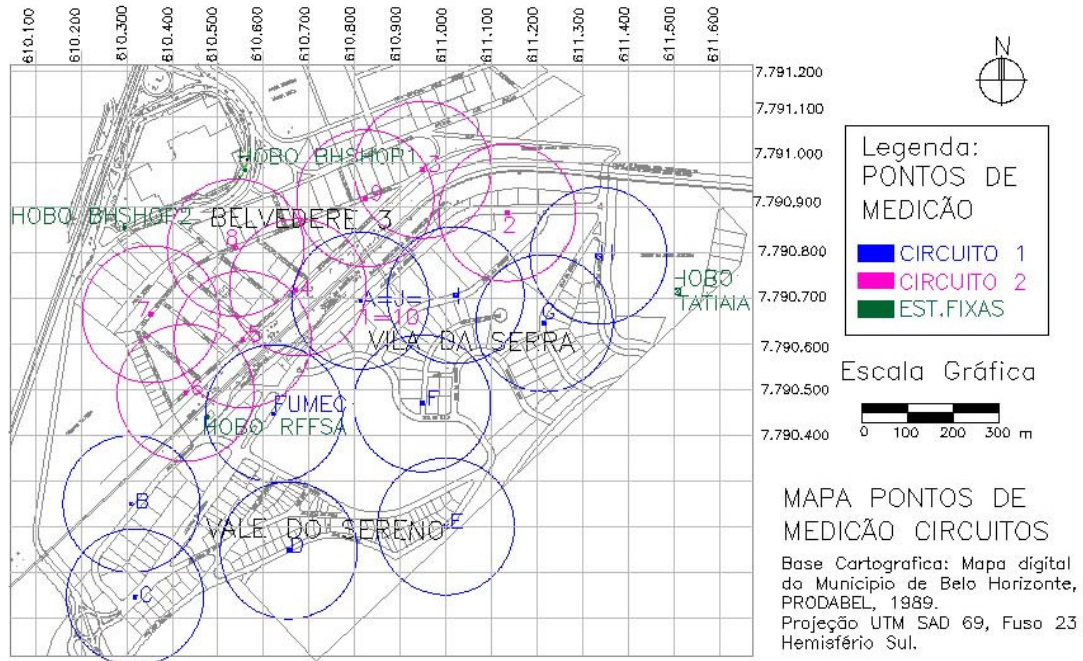


Figura 6- Mapa contendo a localização dos pontos nos dois circuitos
Fonte: arquivo pessoal da autora

3.1.2 Tratamento dos dados

A massa construída das edificações existentes foi calculada segundo a equação:

$$M_c = V_c \times Y_c / A_f \quad [\text{Eq.01}]$$

- onde: Y_c é a densidade do concreto (2400 kg/m^3)
 V_c é o volume de concreto (m^3)
 A_f é a área total da fração urbana (área do lote, em m^2)

Em que:

$$V_c = A_t \times B_w \quad [\text{Eq.02}]$$

- onde: A_t é a Área total de projeção da edificação no terreno [m^2] x numero de lajes x 0,10m somado ao perímetro da edificação x altura da edificação
 B_w é a espessura das paredes externas, considerada igual a 0,20 m

Considerou-se todas as construções compostas por concreto, devido as propriedades térmicas semelhantes a outros materiais de construção comuns (TSO et al., 1980), a espessura de 0,10 m para as lajes e 0,20 m para as paredes externas. As paredes internas foram desconsideradas por não alterarem significativamente a inércia térmica da construção (BARBIRATO, 1998).

TSO et al (1990) definiram o raio vertical da camada limite atmosférica ao nível das coberturas em 300 m para os trabalhos com o clima urbano, mas no caso deste estudo o raio de abrangência de cada

ponto foi arbitrado em 150 m, por ser a parcela urbana limitada em apenas 665.000 m². Definidas as massas construídas por lote, os raios de abrangência por ponto e corrigidos os dados de temperatura e umidade relativa, procedeu-se a execução de uma tabela que relacionou, por ponto, a somatória da massa construída existente, as temperaturas e umidades relativas, a fim de gerar um gráfico e uma equação de correlação entre os dados atuais.

3.2. Modelo exploratório

3.2.1 Levantamento de dados

O Cenário 2 foi desenvolvido para uma projeção de dez anos, ou seja, 2016. Analisa a área em função da ocupação máxima permitida pelas Leis de Uso e Ocupação do Solo das respectivas Prefeituras e a tendência de ocupação da área, além de incluir os projetos já aprovados em 2006 e ainda não executados. Para a determinação das tendências de ocupação da área foram considerados, por quadra, além dos usos e modelos de assentamentos permitidos pela legislação atual (coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, afastamentos e alturas), as tendências de ocupação de cada quadra, ou seja, modelos de assentamento e tipologia mais utilizados. As tendências mais fortes detectadas para a área correspondente ao bairro Belvedere III são a união de vários lotes para um só empreendimento e a edificação de uma alta torre de edifícios residenciais de andares múltiplos, com pequena projeção e liberação do solo para grandes áreas de lazer e projetos de paisagismo extremamente sofisticados. Para os bairros Vila da Serra e Vale do Sereno, a tendência geral são edificações residenciais, de grande projeção, em um só lote ou conjunto deles. As áreas lindeiras a Alameda da Serra têm ocupação comercial ou institucional, também com grande projeção.

3.2.2 Tratamento dos dados

Tomando-se como base as tendências e parâmetros urbanísticos verificados no desenvolvimento do Cenário 2, para cada quadra, foram gerados os novos edifícios, a nova volumetria e a nova massa construída para a área, que pode ser ilustrada pelas figuras 7 e 8.

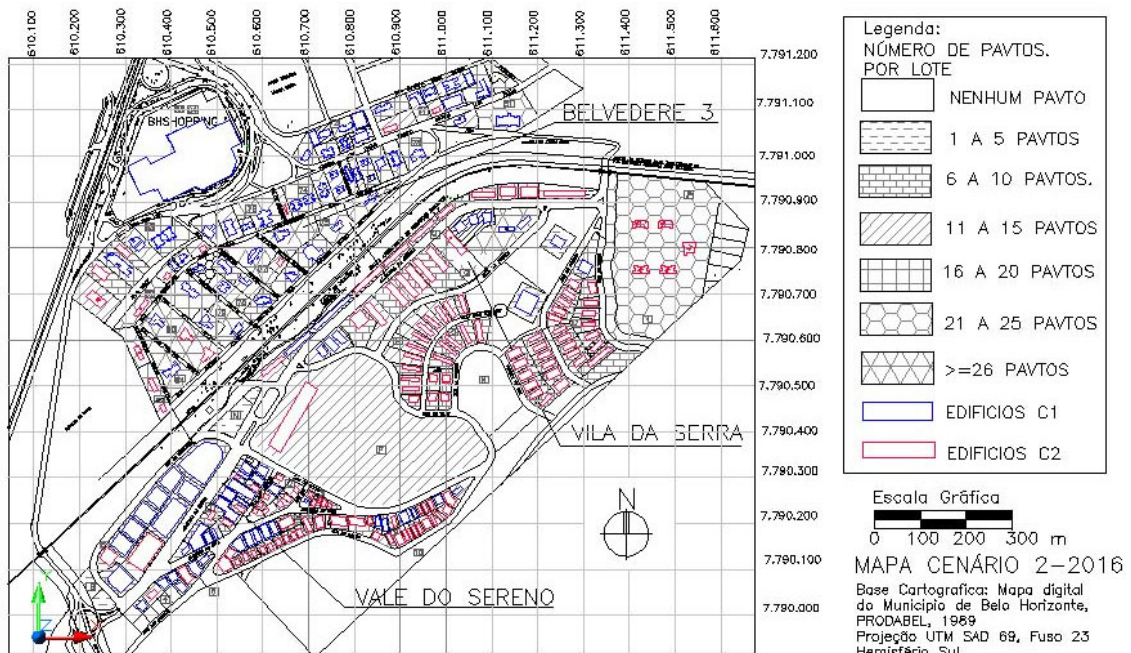


Figura 7 - Mapa da ocupação máxima tomando como base o Cenário 2, projeção para 2016.

Fonte: arquivo pessoal da autora



Figura 8 - Perspectiva de ocupação máxima tomando com base o Cenário 2, projeção para 2016.
Fonte: arquivo pessoal da autora

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Definidas em cada cenário, as massas construídas e a equação de correlação entre massa construída, temperatura e umidade relativa no Cenário 1, aplicou-se esta equação às novas massas construídas do Cenário 2. Todavia, na montagem da tabela de correlação, procurou-se selecionar os pontos que continham dados medidos mais representativos, eliminando-se aqueles nos quais pudesse haver interferências locais que distorcessem os resultados. Desta forma, eliminaram-se os pontos de nome FUMEC, B, G e 7 por estarem em áreas muito abertas e sujeitas a correntes de vento e também o ponto E, por estar em uma área fronteira. As equações de correlação adotadas correspondem a situação do bairro Belvedere III, pois os bairros Vila da Serra e Vale do Sereno estão, no Cenário 1, ainda praticamente desocupados, o que gerou uma correlação entre os dados muito baixa.

Optou-se também por usar, neste estudo, os resultados obtidos às 21 horas, pois os mesmos representam melhor o fenômeno da ilha de calor urbana. Todavia a plotagem dos demais horários também foi feita. Observa-se a seguir que a correlação entre temperatura, umidade e massa construída foi significativa para a medição das 21 horas, atingindo um coeficiente de determinação (R²) de 61,6% para a temperatura e 71,6% para a umidade relativa.

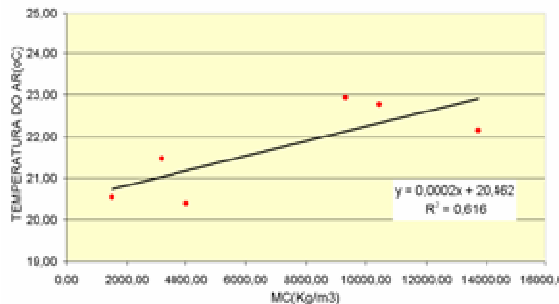


Figura 9 - Gráfico de dispersão MC x temperatura, com linha de tendência e equação linear para 21 h – Cenário 1

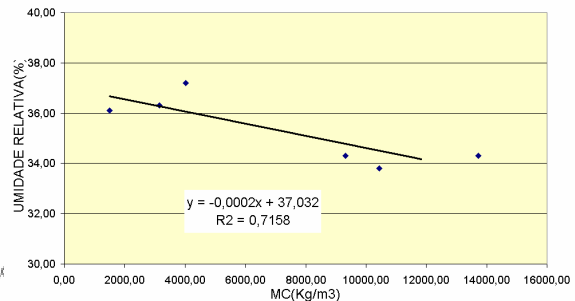


Figura 10 - Gráfico de dispersão MC x umidade relativa, com linha de tendência e equação linear para 21h – Cenário 1

Se aplicadas as equações de correlação obtidas no Cenário 1, aos dados de massa construída gerados no Cenário 2, tem-se as novas temperaturas e umidades nos pontos do Cenário 2.

Uma vez que a relação entre temperatura e umidade absoluta é linearmente proporcional, o que não ocorre com a umidade relativa, para fazer a interpolação dos dados usando o programa *Surfer 5.0™* foi necessário calcular em cada ponto medido o valor de umidade absoluta, a partir dos dados de temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica, conforme o modelo apresentado por Alucci (1992). Os dados de pressão atmosférica em cada horário foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Belo Horizonte, do 5º Distrito de Meteorologia. Verifica-se neste caso, os resultados obtidos nas figuras 11 a 14.

Como se percebe nas figuras 11 e 13, a amplitude térmica, que no Cenário 1 é de 3,8°C (19,0°C a 22,8°C), passa a ser no Cenário 2, de 9,8°C (19,0°C a 28,9°C). As áreas correspondentes ao bairro Vale do Sereno e Vila da Serra, praticamente desocupadas no Cenário 1, sofrem os maiores aumentos de temperatura devido ao adensamento. Nas áreas já adensadas correspondentes ao Belvedere III, as temperaturas sofrem pequena alteração.

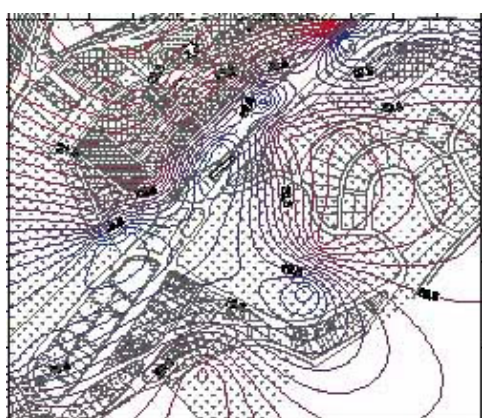


Figura 11 - Isotermas, dia 27/07/06, às 21 h

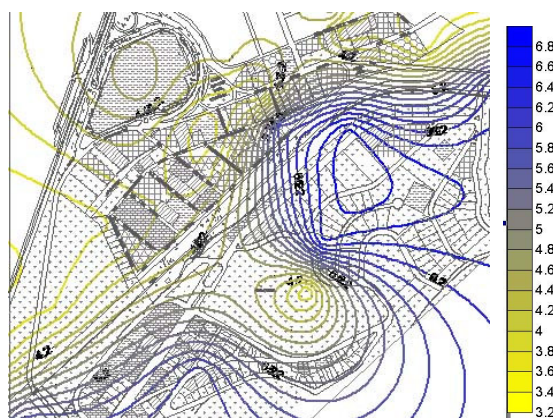


Figura 12 - Dados da Umidade Absoluta, dia 27/07/06, às 21 h

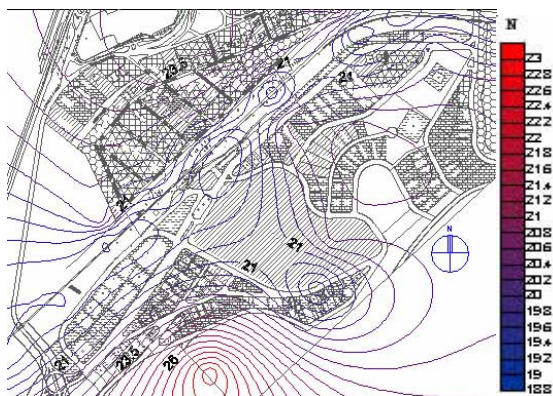


Figura 13 - Isotermas, Cenário 2, às 21 h



Figura 14 - Dados da Umidade Absoluta, Cenário 2, às 21 h

Com relação à umidade, a amplitude da umidade relativa também aumenta do Cenário 1, de 9,4% para 12,2%, no Cenário 2, porém houve uma redução média da umidade no Cenário 2 de 8%, atingindo níveis mais baixos em relação ao cenário anterior. Com relação à umidade relativa, que a amplitude da umidade relativa também aumenta do Cenário 1, de 9,4% para 12,2%, no Cenário 2, porém houve uma redução média da umidade no Cenário 2 de 8%, atingindo níveis mais baixos em relação ao cenário anterior. Áreas mais arborizadas – Serra do Curral – correspondem, nos dois cenários, às áreas com os maiores valores para a umidade relativa e as áreas correspondentes aos bairros Vale do Sereno e Vila da Serra., de maior adensamento, os menores valores para a umidade relativa.

Como indicam as tendências reais de ocupação, pode-se estimar possíveis e significativas alterações locais na temperatura e umidade no Cenário 2, devido ao processo de adensamento e verticalização previstos nas Leis de Uso e Ocupação das cidades envolvidas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi desenvolvido através de um modelo empírico de estimativa, mas apesar dos limites do modelo adotado, o presente estudo foi capaz de fornecer tendências de comportamento e previsões de alterações climáticas para a área, tendo em vista a alteração da massa construída.

Se estas tendências se confirmarem no futuro, podemos dizer que toda a chave de marketing utilizada hoje pelos agentes imobiliários – clima ameno, convívio com a natureza, qualidade de vida – cairia por terra. Um aumento nas taxas de adensamento e verticalização acarretariam um aumento da temperatura, uma diminuição da umidade e redução de áreas verdes, os quais poderiam trazer desconforto térmico e até mesmo problemas de saúde, além de uma série de problemas no trânsito, infra-estrutura urbana e obstrução da vista da paisagem verde que ainda existe na região.

É importante, assim, dar continuidade a este estudo incorporando novas variáveis, como por exemplo, o fator de visão do céu, além de desenvolver novos Cenários de prospecção para a área para que este procedimento se torne uma ferramenta para auxiliar os planejadores urbanos nas tomadas de decisões que envolvem o clima urbano.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUCCI, M. P.(1992) *Conforto térmico, conforto luminoso e conservação de energia elétrica: procedimentos para desenvolvimento e avaliação de projeto de edificações*. São Paulo, 225p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo.

ASSIS, E. S. (2000) *Impactos da forma urbana na mudança climática: método para previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano*. São Paulo, 253p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo.

BARBIRATO, G. M. (1998) *Aplicação de modelo de balanço de energia para análise do ambiente térmico urbano de Maceió-AL*. São Carlos, 192p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo.

ECHENIQUE, M. (1975) *Modelos: una discussion*. In: MARTÍN, L.; MARCH, L.; ECHENIQUE, M. *La estructura del espacio urbano*. Barcelona: G. Gili, p. 235-248.

LIMA, H. G.; SANTOS, I. G.; ASSIS, E. S. (2003) Influência da geometria urbana e da inércia térmica na alteração do clima urbano: uma abordagem preditiva. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído: *Anais...*, 7º, Curitiba, ANTAC, CD-ROM.

MAKRIDAKIS, S. et al. (1983) *Forescasting: methods and applications*. 2nd ed., New York: John Wiley.

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

TSO, C. P. et al.(1990) An improvement to energy balance model for urban thermal environment analysis, *Energy and Buildings*, no. 14, p. 143-152.