



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

MODELAGEM DO CLIMA INTRAURBANO FACE AO PROCESSO DE REESTRUTURAÇÃO URBANA EM IMPLANTAÇÃO EM CURITIBA/PR

**Eliane Dumke (1); Lisana Kátia Schmitz (2); Andréia Une (3); Francisco Mendonça (4);
Inês Danni-Oliveira (5)**

(1) Arquiteta, Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, eliane.dumke@utfpr.edu.br

(2) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, lkschmitz@ufpr.br

(3) Graduanda em Geografia (bolsa PIBIC), de_ia_ayumi@hotmail.com,

(4) Dr, Professor do Departamento de Geografia, chico@ufpr.br

(5) Dr, Professor do Departamento de Geografia, inesmdo@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Climatologia, Centro Politécnico, Av. Francisco H. dos Santos, s/n - Bloco 5, Curitiba-PR, 81531-990, Tel.: (41) 3361 3458

1. INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX o Brasil vivenciou um processo de urbanização sem precedentes e trouxe consigo diversos problemas socioambientais, principalmente relacionados a ocupação desordenada e ao acelerado/acentuado incremento populacional. Neste contexto se deu o crescimento urbano de Curitiba, em consequência dos elevados fluxos migratórios para a cidade, nas décadas de 1970 e 1990, associados ao aumento da oferta de trabalho devido a instalação de indústrias contribuindo, inclusive, para o crescimento dos municípios que compõem a sua Região Metropolitana. Atualmente, a aglomeração urbana de Curitiba conta com cerca de três milhões de habitantes.

Parte integrante de um planejamento urbano tido por exemplar, o sistema viário e o transporte urbano de Curitiba, hoje não mais atendem ao enorme acréscimo da demanda local, enquanto, em diversos casos, a infraestrutura urbana está subutilizada. Em busca de soluções, Curitiba está sendo alvo de intervenções no tecido urbano, como a construção do metrô urbano da cidade e a implantação da Linha Verde. Esses dois projetos de reestruturação urbana pretendem melhorar a mobilidade urbana e promover o adensamento, a verticalização e a diversificação de usos das edificações ao longo dos respectivos eixos viários, produzindo importantes alterações na forma e função urbana e provocando transformações nas condições climáticas urbanas, especialmente naquelas relativas ao Conforto Térmico ou Ambiental.

Considerando o fato de que a cidade localiza-se numa área dominada pelo clima tropical de altitude (CFb, de Koeppen), cujo clima urbano foi objeto de vários estudos (Danni-Oliveira, 2000; Mendonça, 2001; Mendonça e Dubreuil, 2006, Dumke, 2007, etc.), o enfoque do presente trabalho é aquele de analisar e construir cenários de conforto térmico tendo em vista as importantes transformações previstas para cidade, com base na modelagem do sistema clima urbano - SCU. A investigação das condições climáticas intraurbanas resultantes do processo de indução do crescimento/desenvolvimento urbano decorrentes da reestruturação urbana em andamento, visa contribuir com as políticas públicas de planejamento e gestão urbana de Curitiba, apontando eventuais problemas e sugerindo medidas para garantir o conforto térmico urbano.

Conforme WHO (2005), os efeitos das prováveis mudanças climáticas trarão sérias consequências para as regiões tropicais. A população urbana será exposta ao efeito combinado de aquecimento global e aquecimento das cidades (fenômeno da ilha de calor). Cabe destacar que uma das consequências previstas das mudanças climáticas está atrelada ao incremento da variabilidade dos climas, o que para Curitiba pode acarretar na intensificação e/ou frequência de situações de temperaturas extremas. Desta forma, as questões do aquecimento global e da escassez de energia apontam para a importância do planejamento urbano orientado climaticamente, para o qual diversos autores nos fornecem diretrizes gerais, dentre eles Olgay (1963), Givoni (1976); tais recomendações devem ser aprofundadas e quantificadas. Porém, é fato comprovado de que o conhecimento acerca de climatologia urbana entre planejadores urbanos é praticamente inexistente, havendo poucas ferramentas acessíveis para o planejamento (ELIASSON, 2000; JOHANSSON, 2006).

Ao analisar a produção brasileira, Assis (2005) constatou que muito pouco do conhecimento disponível em climatologia urbana tem sido usado no planejamento urbano. Os estudos focalizam, em geral, aspectos descritivos, mediante medições das variáveis do clima urbano. Poucos trabalhos tratam da modelagem para dar base a estudos exploratórios que baseiem a tomada de decisão em planejamento urbano. A modelização torna possível se alcançar recomendações que resultem em diretrizes quantitativas que possam ser comparadas a dados experimentais, de forma a embasar estratégias para o planejamento urbano.

2. OBJETIVO

A presente investigação tem por objetivo geral prognosticar (por meio de modelização) as condições climáticas intraurbanas em decorrência da implantação de dois projetos de reestruturação urbana, a Linha Verde e o Metro, os quais promoverão a intensificação da ocupação do solo ao longo de importantes eixos viários, com vistas à manutenção do conforto térmico das áreas sujeitas a expansão urbana mediante recomendações de planejamento urbano.

3. MÉTODO

No ano 2000, mediante a Lei Municipal nº 9800/2000, alterou-se a configuração linear da cidade para pluriaxial e, visando o horizonte futuro de crescimento populacional, foram também definidos seis novos eixos de adensamento. No conjunto das alterações estavam incluídos novos parâmetros de Uso e Ocupação do Solo para os terrenos ao longo do antigo trecho urbano da antiga rodovia BR-116, que está sendo integrado à malha urbana e transformado no sexto eixo de transporte curitibano: a Linha Verde, cujos parâmetros urbanísticos visam o adensamento populacional e a verticalização. À medida que as novas opções de transporte coletivo, por ônibus na Linha Verde ou futuramente através da primeira linha de metrô previsto ao longo do Eixo Estrutural Norte-Sul, induzam à consolidação da ocupação destes terrenos, o clima intraurbano nestas áreas sofrerá expressivas alterações e um novo cenário topoclimático poderá se conformar em Curitiba. A Linha Verde será o sexto corredor da Rede Integrada de Transporte (RIT), integrará a porção Leste da cidade e contribuirá para a integração metropolitana. Quando finalizada deverá totalizar uma extensão de dezoito quilômetros, beneficiando vinte e três bairros e cerca de 287 mil habitantes (IPPUC, 2008).

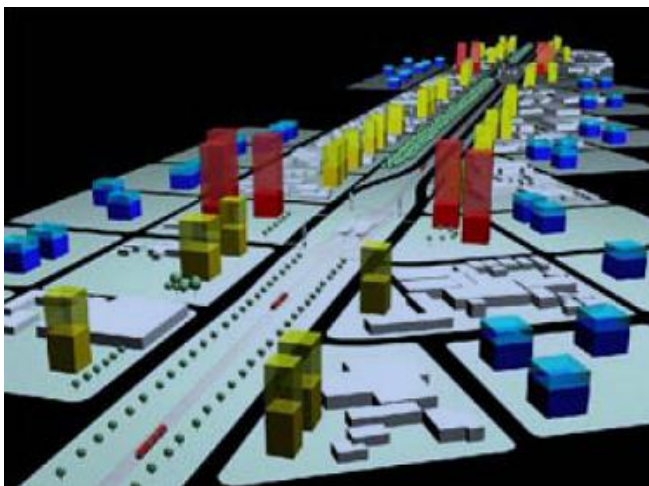


Figura 1: Linha Verde (www.ippuc.org.br)

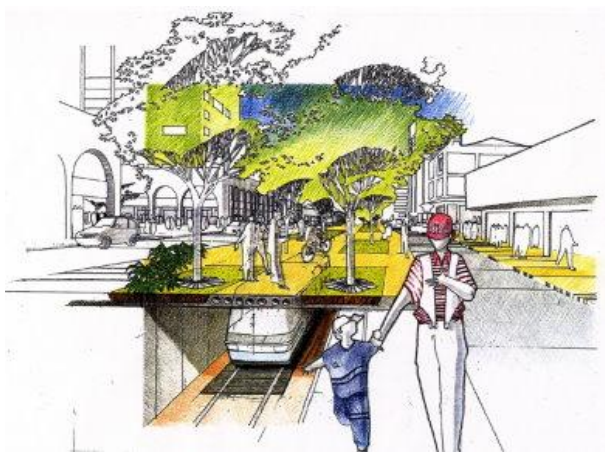


Figura 2: Metro (www.ippuc.org.br)

A metodologia da pesquisa é o SCU (Monteiro, 2003) e está estruturada levando-se em conta a ocupação atual das áreas selecionadas para a aplicação de cenários futuros, em face da esperada modificação estrutural e de adensamento que irá ocorrer com a consolidação da Linha Verde e a implantação do metrô.

Os procedimentos da pesquisa estão assim ordenados:

1. Modelização da forma e função urbanas decorrentes da implantação da Linha Verde e do Metro;
2. Levantamentos de dados climáticos (temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, direção e velocidade do vento) nas áreas selecionadas;
3. Construção de cenários (modelização) de conforto ambiental urbano.

Foram iniciados os levantamentos de campo no que concerne a legislação, estruturação e ocupação dos espaços urbanos das quadras amostrais selecionadas, e de dados climáticos monitorados nestas quadras.

Na presente fase do projeto, realizou-se um monitoramento piloto, envolvendo uma quadra do percurso pretendido pelo projeto de implementação do metrô e de consolidação da Linha Verde.

3.1. Monitoramento Piloto

Um primeiro teste para as medições climáticas a serem efetuadas, foi realizado nos dias 22 a 25 de fevereiro de 2011 (verão), com os objetivos de treinamento da equipe e de pré-análise dos dados microclimáticos coletados em locais distintos da cidade. Foi selecionada uma quadra urbana já consolidada em zona de Setor Estrutural (Quadra A), com parâmetros urbanísticos semelhantes aos propostos na Linha Verde e no metro.

Os dados foram coletados na face N da quadra, em três horários diários: das 7-8 h, 14-15 h e 19-20 horas. Utilizaram-se abrigos meteorológicos em madeira cujos pés, em cruz, indicam as quatro orientações principais, para facilitar a leitura da direção do vento. Nos abrigos foram instalados equipamentos armazenadores de dados (data loggers) do tipo HOBO, para coletar dados de temperatura do ar, bem como os sensores dos termohigrômetros digitais e a fita para indicar a direção do vento. Utilizaram-se ainda os Anemômetros digitais, para a verificação da velocidade do vento, Termômetros Infravermelhos a Laser, para a leitura das temperaturas de superfície. Os dados coletados foram então anotados em planilhas, assim como os dados observados de nebulosidade (céu claro, parcialmente encoberto e coberto) e a contagem do número de carros em movimento na via nos três minutos que antecederam as medições.

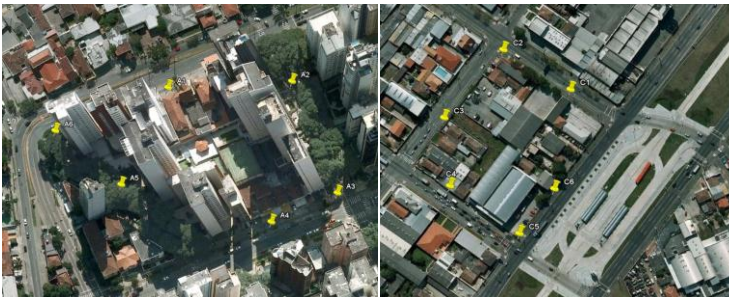


Figura 3 – Quadra A. Setor Estrutural Figura 4 – Quadra C. Linha Verde



Figura 5 – Linha Verde em implantação.

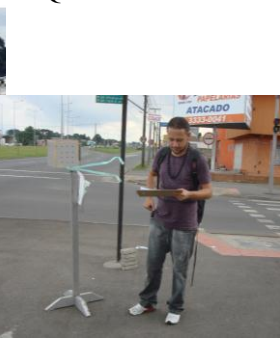


Figura 6 – Coleta de dados na Linha Verde.



Figura 7 – Linha Verde em implantação (eixo cor laranja); Metro previsto (eixo vermelho)

4. RESULTADOS PARCIAIS

Os gráficos a seguir representam as condições climáticas durante os quatro dias monitorados no Setor Estrutural, entre as Avenidas Visconde de Guarapuava e Sete de Setembro (Quadra A), face N. Os dados coletados servirão de referência na simulação do clima futuro nas áreas de reestruturação urbana.

Nos dois primeiros dias de medição (22 e 23 de fevereiro) observou-se nebulosidade variável, com a predominância do céu parcialmente encoberto, o que ocasionou maior amplitude térmica com a elevação da temperatura em cerca de 7° C com relação às medições matinais, assim como uma redução proporcional na umidade relativa no mesmo período. Nas medições das 7h00 às 8h00 horas da manhã, caracterizadas pela presença de sol entre nuvens, houve discreto aumento da temperatura e umidade, com elevação da primeira em cerca de 1° C e redução da segunda em aproximadamente 25%. No período da tarde, as primeiras medições (14h00 e 14h20) apresentaram as maiores temperaturas, e as subseqüentes (14h40 e 15h00) registraram queda em função do aumento da nebulosidade (céu totalmente encoberto) e a ocorrência de pancadas de chuva (predominantemente leve) características da estação na cidade de Curitiba. Nas medições noturnas (19h00 às 20h00) decresceu a patamares similares aos matutinos. Nestes dias verificaram-se também valores de precipitação baixos de 2,2 e 6,0 mm³ respectivamente.

Nos dois últimos dias de medição (24 e 25 de fevereiro) observou-se o predomínio do céu totalmente encoberto, razão pela qual houve menor amplitude térmica (elevação da temperatura em cerca de 4° C com relação às medições matinais) e umidade elevada. No dia 25 de fevereiro houve maior estabilidade de temperatura e umidade: a temperatura apresentou variação de cerca de 1° C, o céu permaneceu totalmente

encoberto e a umidade elevada próxima ao máximo durante todo o período, especialmente nas medições vespertinas e noturnas em que houve ocorrência de chuvas (chuva e ventos fortes à tarde e chuva leve a noite), registrando, inclusive, o maior valor de precipitação da semana (22mm³).

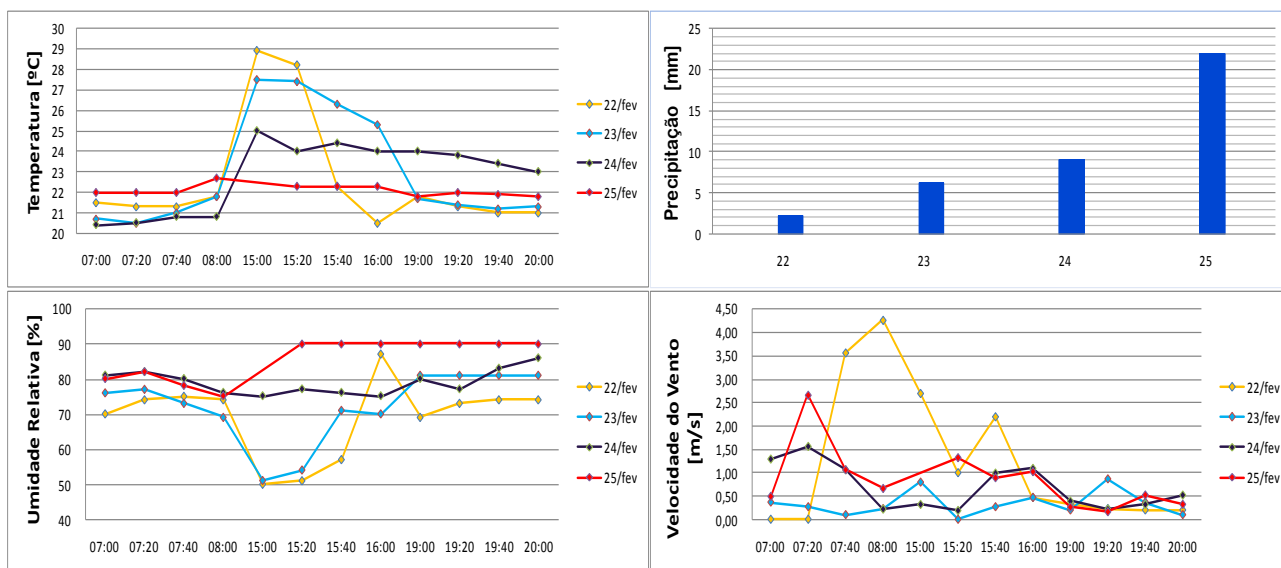


Figura 8 – Análise Rítmica: 22-25 fev. 2011. Dados climáticos dos 4 dias, nos 3 horários coletados na Quadra A – Setor Estrutural.

Constatou-se que o vento era altamente influenciado pelo intenso fluxo de veículos característico da via em que as medições foram feitas, tanto em relação à direção quanto a velocidade. Considerando-se que este é o fluxo do "urbano" no canopy layer, o vento do fluxo deverá ser comparado aos dados oficiais da meteorologia (sem fluxos de veículos), mostrando assim o efeito da urbanização.

Os dados coletados serão utilizados para a elaboração de um modelo climático a ser empregado no programa de simulação dos cenários e modelização do clima futuro nas áreas de reestruturação urbana da Linha Verde e do Metro em Curitiba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, E. S. **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória.** In: VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió. Anais do VIII ENCAC e IV ELACAC. Maceió: Roriz, M.; Cabús, R. e Ghisi, E. (ed.), ANTAC, 2005. v. 1. p. 92-101.
- DANNI-OLIVEIRA, Ines Moresco. **A cidade de Curitiba e a poluição do ar: implicações de seus atributos urbanos e geocológicos na dispersão de poluentes em período de inverno.** Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- DUMKE, Eliane. **Clima urbano e condições de vida na cidade, uma perspectiva a partir do Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba - PR.** Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), UFPR. Curitiba, 2007.
- ELIASSON, I. The use of climate knowledge in urban planning. **Landscape and Urban Planning** 48, 2000, p. 31-44.
- IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Caracterização de Curitiba.** Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br>>. Acesso em 25 jan. 2011.
- JOHANSSON, E. **Urban Design and outdoor thermal comfort in warm climates.** Tese (Doutorado). Lund University: Lund, Suécia, 2006.
- GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture.** Barking, Essex, England: Applied Science Publishers, 1976.
- MENDONÇA, Francisco. **Clima e criminalidade: ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência da criminalidade urbana.** Curitiba: Editora da UFPR, 2001. 182p.
- MENDONÇA, Francisco; DUBREUIL, Vincent. 2006, Termografia de superfície e temperatura do ar na RMC (Região Metropolitana de Curitiba). **Revista RA'E GA**, Curitiba, Editora UFPR, n. 9, p. 25-35, 2005.
- MONTEIRO, 2003. Teoria e Clima Urbano. In: MONTEIRO, C. A. de F; MENDONÇA, F. (Org.) et al. **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. p. 9-67.
- OLGYAY, V. **Design with Climate.** N. J: Princeton University Press, 1963.
- WHO. **Impact of climate change on health: how to address new threats now.** Fact sheet EURO/15/05. <http://www.euro.who.int/Document/Mediacentre/fs1505e.pdf>, 2005.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto.