

**POR UM SUPORTE TEÓRICO E PRÁTICO PARA ESTIMULAR ESTUDOS
GEOGRÁFICOS DE CLIMA URBANO NO BRASIL***

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro**

O fato de haver dado a público em 1976 um trabalho rotulado TEORIA E CLIMA URBANO (MONTEIRO, 1976) certamente foi o motivo do convite que foi feito pelos organizadores do presente simpósio. Mais de 10 anos se passaram e a situação presente, se não anula ou reduz o interesse nas especulações teóricas está a exigir uma ênfase na prática. Assim sendo, minhas palavras neste momento serão conduzidas pelo rótulo acima.

Ao iniciar o primeiro curso de Climatologia Urbana na Pós-Graduação no Departamento de Geografia da USP em 1971 esperava poder fomentar esta linha de pesquisa tão necessária à compreensão do processo de urbanização, para o qual a grande ênfase se restringia ao sócio econômico. Profundas e marcantes evidências

*Palestra proferida no I SIMPÓSIO SOBRE URBANIZAÇÃO E QUALIDADE AMBIENTAL - Efeitos Adversos no Clima - 07 de Dezembro de 1987 - São Paulo - Anfiteatro Augusto Ruschi - CETESB

**Professor Titular da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia de FFLCH-USP (aposentado). Professor Visitante colaborando no Curso de Pós-Graduação (Mestrado em Geografia) junto ao Departamento de Geociências - CCH-UFSC.

de que a qualidade ambiental das nossas cidades estava intimamente ligada à componentes climáticos já eram fato irrefutável. E sobretudo que a ação antropogênica na geração dos inconvenientes e negativos climato-ambientais eram já indisfarçáveis.

Não apenas algumas especificidades da cidade brasileira estavam a requerer uma séria reflexão sobre as derivações climáticas produzidas pelo homem em nossa realidade sócio-econômica espelhadas nas metrópoles, mas a própria concepção básica de "clima urbano" que nos chegava dos centros produtores de conhecimento do exterior, não me satisfaziam. Tal esforço de reflexão crítica sobre a temática resultou no já referido trabalho que se constituiu em minha tese de livre-docência na USP (1975).

Procurara ali, lançar um projeto de pesquisa a desenvolver tanto pessoal quanto especialmente dirigida à participação de meus orientandos na pós-graduação. Absolutamente consciente das minhas limitações pessoais e das coletivas que o grupo de jovens pesquisadores pós-graduandos e as condições de trabalhos no Departamento de Geografia da USP poderiam oferecer, escolhi atacar o estudo do clima urbano pelo vize do impacto pluvial concentrado e desorganização do espaço metropolitano em São Paulo. Disto resultaram uma comunicação que apresentei no Congresso Internacional de Geografia de Tóquio (1980) editado em Moscou (MONTEIRO, 1984) e uma dissertação de mestrado sobre a percepção e reação do habitante do Cambuci ao crônico problema das enchentes (PASCHOAL, 1981).

Embora fosse de todo o interesse e do primeiro grau de prioridade, atacar o estudo do campo térmico da metrópole a grandiosidade do organismo urbano e as muitas dificuldades operacionais envolvidas, deixei-o a outros centros ou instituições melhor capacitados. Cheguei mesmo a sugerir, em visita ao INPE, ao pronunciar uma pequena palestra - "O Clima Urbano na perspectiva geográfica dos estudos ambientais: relações interdisciplinares e estratégias de ação para um programa de pesquisas na Área Metropolitana de São Paulo" - no dia 10 de dezembro de 1976, que a importância do tema e o potencial daquela instituição estavam a sugerir que aquela pesquisa teria melhores perspectivas de ali vir a ser conduzida.

Cerca de dez anos se passaram, até que aparecesse a contribuição de LOMBARDO (1986) dando o primeiro passo na identificação daquele fenômeno em nossa Metrópole. Nesta mesma época, ao realizar um banho geral no que havia sido produzido entre nós sobre Clima Urbano atendendo a solicitação de Tim Oke e destinada à conferência técnica de WMO realizada em novembro de 1984 na cidade do México, constatei a escassês de nossa produção. Escassês tanto mais lamentável porquanto mais e mais se agravavam os problemas de qualidade ambiental urbana neste País.

Hoje, ao encerrar parcialmente minha atuação na USP, tomei como um dos centros de meu interesse pessoal, realizar um esforço no sentido de fomentar, e estimular estudos de climas urbanos neste País. Como geógrafo que sou, tal pregação dirige-se obviamente aos geógrafos que, não sendo os únicos interessados e de nenhum modo os exclusivamente credenciados, na temática, tem obrigação de acrescentar a sua contribuição neste esforço conjugado em contribuir para a solução dos problemas de qualidade urbana que nos afligem.

O cerne da presente conversa dirige-se a dois aspectos que considero essenciais a uma mudança de atitude e um chamamento a um esforço de pesquisa neste campo.

Como primeiro ponto básico advoga-se aqui a necessidade de, paralela ou complementarmente às análises meteorológicas da atmosfera sobre as cidades, penetrar-se no interior delas, tomando-as como "fato geográfico", em sua real estruturação físico-natural de ambiente altamente "derivado" pelo homem sob uma dinâmica funcional conduzida pelos condicionamentos econômicos.

O segundo ponto diz respeito ao instrumental técnico e estratégias de abordagem para conduzir uma tal investigação. Advoga-se em favor da necessidade (e oportunidade) de recorrer-se a recursos singelos e discretos de observação-mensuração no tratamento das análises de clima urbano. Desde que a singeleza do apparatus técnico seja compensada por uma consistência na lógica da investigação e cuidados especiais na avaliação dos resultados, tal proceder poderá conduzir, na pior das hipóteses a um treinamento de jovens pesquisadores e a obtenção de um acervo de informações, pelo menos a nível introdutório.

1. Fundamentos Conceituais e Teóricos de uma Abordagem Geográfica do Clima Urbano

Considerada como "anomalia" atmosférica por uns, como "tecido canceroso" no organismo social por outros a "cidade", malgrado toda essa constatação, continua sendo o "habitat" do homem por excelência. Neste Estado, o último censo já revelara que mais de 80% da população vivem nas cidades. A previsão que os maiores centros urbanos do futuro próximo estarão na América Latina onde o processo de urbanização forçosamente espelham uma trágica realidade sócio-econômica, aumenta a importância do problema para nós.

Todo o histórico da evolução dos estudos de "Clima Urbano", nascido da comparação com o contraste oferecido com o "campo" circundante evidencia o caráter fundamental da cidade como espaço localizado de uma contínua, cumulativa e acentuada "derivação antrópica" do ambiente. Isso já seria razão suficiente para que ela viesse a implicar em uma série de alterações sobre a atmosfera - até mesmo em sua própria composição química - tanto "sobre ela" e até mesmo com "exportação" para o ambiente circundante. Nada mais legítimo, pois, que para a ótica do meteorologista a cidade seja um apparatus produtor de "anomalias" na atmosfera. E não apenas isto. A expressão consagrada de "**air over cities**" confirma a concepção meteorológica de que algo na negligenciável "**camada de mistura**" está ultrapassando os seus limites. A preocupação com a faixa limite ou o "**boundary layer**" é uma "**must**" nos estudos de clima urbano mesmo entre geógrafos. Ali estaria a chave para a compreensão do caráter climático da cidade. O conhecimento produzido sobre os "climas" das cidades advem desta perspectiva. Que estes estudos continuem e que os resultados sejam aprimorados cada vez mais.

Não será ilegítimo ou exorbitante, contudo, conclamar o geógrafo que vê a cidade como "fato geográfico" para que penetre no seu interior, que observe e confronte ao que o meteorologista pretende como **ar livre**, o "ar comprometido" com o organismo urbano, contribuindo ao conhecimento do "**air within the cities**" que, em meio a toda a sorte de efeitos anômalos, é o que vai pro-

duzir o "clima urbano", uma das componentes básicas ao quadro geral da qualidade ambiental citadina.

É preciso penetrar na cidade, no seu interior e compreendê-la como fato social produtor de uma acentuada gama de derivações progressivas. No contexto geo-ecológico primitivo, a ponto de criar um quadro especial, "edificando" um novo contexto topográfico, pulsando na mais acentuada e complexa das dinâmicas e refletindo, como espelho fiel, todo o caldo cultural de uma dada sociedade.

Tal foi a concepção básica que me conduziu na montagem de um modelo teórico para a investigação do clima urbano a partir da Geografia. A aplicação à Teoria Geral dos Sistemas - como uma reorientação que se tornara necessária à ciência em geral e a Geografia, em particular, naquele então (1975) dentre muitas vantagens, oferecia aquela especialmente preciosa de poder configurar o clima urbano como um sistema complexo, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior no qual se insere, a transforma substancialmente a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente. Uma cômoda facilidade para articular, pelas escalas de abordagem, a grandeza taxonômica nos diferentes graus hierárquicos da organização climática na face da terra. Além da centralização na "cidade" (em vez de na atmosfera) e da perspectiva "sistêmica" a própria concepção de "clima" como fato dinâmico, de maior espectro de sintonia com o biológico e o humano completava o triplice suporte daquela montagem.

Dez enunciados básicos foram propostos, três questões básicas de consistência foram discutidos ao mesmo tempo que foram diagramados em blocos não só o modelo geral mas sua decomposição em cada um dos canais de percepção em que se decompõe o conjunto produto: o do conforto térmico (resolução termo-dinâmica): da qualidade do ar (resolução físico-química) e aquela de impacto meteórico (precipitações) o que, para as regiões intertropicais significa impacto pluvial concentrado. Enquanto este último representa um risco imposto pelas forças naturais e o anterior uma ação antropogênica, a resolução termo-dinâmica seria a própria "coparticipação" advinda das transformações energéticas introduzidas pela ação humana na cidade, alterando, deformando ou

ampliando aquela entrada natural no sistema.

Ao longo desses doze anos esta esquematização tem norteado minhas preocupações com os enfoques sobre o clima urbano. Mostrou-se adequada à análise das inundações na cidade de São Paulo, referente aos impactos ocorridos nos anos Sessenta, setor no qual pude chegar a apresentar alguma contribuição. Com diferentes graus de compreensão ou aceitação foi utilizada em umas poucas análises de orientandos meus na Pós-Graduação.

Não caberia repetir aqui a referida proposta de mais de um decênio, com uma edição de cinco mil exemplares esgotada há alguns anos. Tanto o seu conhecimento tornaria redundante sua repetição quanto a indiferença (ou inaceitação) resultaria desnecessária. A sensação pessoal que me ficou seria antes a de um enigma ainda não decifrado (ou decodificado, para ser mais atual) que talvez esteja aguardando chegar aqui pela via habitual, ou seja, de um dos centros hegemônicos do conhecimento científico mundial.

Ao retornar a ela, mais uma vez, tentando sua aplicação na análise geográfica, o faço dirigido a proposta ao canal mais necessário não só pelas suas implicações na idéia de "conforto", uma variável a considerar na qualidade ambiental, como também pelo fato de que as implicações termo-dinâmicas repercutem decisivamente nos demais canais.

Seria absolutamente improvável que o geógrafo penetrasse na cidade para medir a qualidade do ar - normalmente realizada por uma rede de monitoramento oficial ligado a instituições especializadas neste mister. Quando muito, rompidas as barreiras habituais de acesso aquela informação, cumpriria integrá-la aos aspectos termo-dinâmicos em análises tempo-espaciais.

O canal dos "impactos meteóricos" ou seja a dos grandes aguaceiros desorganizadores eventuais da vida urbana requer uma análise geográfica acurada dos atributos urbanos para "responder" a tais impactos, cujo estudo, exige um rumo no passado, pesquisa na memória da cidade (registros, arquivos de jornais, etc) e a análise espacial dos episódios pluviais.

Penetrar na cidade para "tomar-lhe a temperatura" e enriquecer esta visão de suas componentes higró e anemométricas que

constituem a base mesma do comportamento do ar atmosférico comprometido no universo urbano é uma tarefa difícil que poderá ser, contudo, tentada.

Uma vez referenciada ou apoiada nas observações meteorológicas padronizadas, este mergulho difícil na realidade para perceber valores numéricos ou indicimétricos que revelem e caracterizem os atributos do ar intra-urbano requer uma sintonia entre aquelas posturas conceituais e teóricas com as estratégias de operacionalidade. A idéia associada à ação.

2. Estratégias para Instrumentalizar as Operações de Campo na Análise Geográfica do Clima Urbano

Uma metrópole como Moscou dispõe de rede de observação meteorológica invejável. A famosa torre de Ostankino, um verdadeiro observatório que decompõe as observações em vários estratos de mensurações junta-se uma densa rede de monitoramento, cobrindo sistematicamente o universo metropolitano. Proporcionalmente ao porte da cidade, extensão em área e população, talvez a cidade de Stuttgart seja uma daquelas melhor mensurada em seus atributos meteorológicos. Uma invejável política urbana conduz um processo aberto e científico de planejamento urbanístico na qual os estudos climatológicos tem a seu dispor toda uma infraestrutura de observação meteorológica não apenas "standard" como também em unidades móveis que penetram sensivelmente no que o ar da cidade tem de especificamente "urbano".

Cito aqui apenas dois exemplos dentre aqueles que pude observar diretamente mas que, sem dúvida, se podem juntar a um número considerável de cidades européias e da América do Norte, expressando a preocupação que os países ricos industrializados vêm dispensando aos problemas ambientais em particular aqueles ligados à urbanização.

Este fastígio tecnológico, que se espelha pela literatura científica referente aos estudos de clima urbano que nos chegam dos grandes centros deve, certamente, representar um papel inibidor para nós, senão impedindo, pelo menos desestimulando a

que nos aventuremos na pesquisa dos climas urbanos.

Muitas cidades brasileiras, pelo menos as capitais dos Estados dispõem, em geral, de três postos meteorológicos. Aquele do INEMET, outro na base aérea (ou destacamento de) e um outro associado a alguma escola de agronomia ou centro experimental agrícola localizada nos arredores. Como medida de economia do subdesenvolvimento, um posto citadino ao atingir seus trinta anos de observação é extinto e transferido para outro local. Estes postos de observação "standard" servem à relação do caráter climático "local" e, quando a série de dados é suficientemente longa, presta-se a uma sondagem sobre uma provável influência do crescimento urbano afetando um ou outro elemento do clima local. Além de que esses postos são o ponto de amarração a quaisquer observações complementares.

É a partir daí que inicia a argumentação em torno de uma desejável participação do geógrafo como contribuição paralela e complementar para o conhecimento do problema.

As metrópoles, pela sua grandeza e complexidade, não seriam as áreas aconselháveis para um tal programa. Assentaria melhor a ela uma conjugação de procedimentos de maior sofisticação termológica e acuidade de alcance, sobretudo o acoplamento do trabalho de campo (um "controle", indispensável) à análise de imagens de sensoriamento remoto, a partir da experiência de LOMBARDO (1975).

A estratégia a que me refiro dirige-se especialmente as cidades médias onde, além da relativa comodidade de ação, estariam elas fadadas a responder indagações básicas: a partir de que porte e grau hierárquico uma cidade brasileira passa a oferecer condições de geração de um "clima urbano"?; quais as relações internas entre os atributos geo-ecológicos do sítio, morfologia e funções urbanas nessa definição?

Minha atividade pessoal neste campo ainda está a nível de "experimentação". No primeiro semestre desse ano, como complemento de pesquisa à disciplina "ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL" do currículo do Mestrado em Geografia na Universidade Federal de Santa Catarina, em meio as habituais paralizações por greves

e em condições especialmente adversas de tempo meteorológico, fizemos alguns experimentos na cidade de Florianópolis. Com cerca de meio milhão de habitantes em toda a conurbação o porte da cidade tornava exequível tal experimentação. Alguns fatos e observação ali auferidos servirão de base a argumentação aqui desenvolvida.

De nenhum modo disponho de uma receita pronta a ser prescrita aos outros. Trata-se de uma operação prática **em andamento** mas que, por isso mesmo, servirá a ilustrar alguns tópicos ou aspectos importantes **à discutir**.

Em vez da "receita" pronta ou do "modelo" a sugerir, poderei, no momento, ousar dois conselhos básicos e alguns princípios normativos condutores da operação.

O primeiro conselho seria o de não ter complexo de inferioridade pela falta de recursos e infraestrutura tecnológica e ousar partir para o campo (urbano) munido de aparelhagem simples, tentando obter informações discretas e singelas que, não oferecendo margem a "certezas" poderão conduzir à "hipóteses". Não se trata apenas de uma disponibilidade de recursos. Uma acuidade acentuada na aparelhagem não só requer complicadas operações de calibragem como também os resultados encerram, pela sua própria sensibilidade, uma massa muito grande de "ruído" ("noise") que viria mascarar os próprios "fatos simples" que estamos perseguindo.

O segundo conselho ou antes uma advertência é a de que não estaremos brincando de meteorologistas mas atuando como geógrafos que queremos, antes de tudo, compreender as relações dos fatos termodinâmicos básicos do ar dentro da cidade com os fatos específicos da própria condição urbana.

Uma pequena série (15) de dispositivos a projetar dará ensejo a que, por enquanto, possamos exhibir - uma equipe de alunos do Departamento de Geografia da UFSC sob a coordenação operacional dos professores MARIA LURDES SEZERINO e CELITO JOSÉ ISRAEL - alguns fatos colhidos num experimento inicial, composto de três operações de campo em maio/junho próximo passados.

De sua observação podem emergir alguns tópicos que, sugeridos como princípios básicos da operação, podem ser submetidos à discussão.

1. A singeleza da aparelhagem deve ser compensado por uma absoluta homogeneidade nos artefatos da observação e uma multiplicação dos pontos de observação no universo em análise.

2. A observação-mensuração de alguns dos elementos básicos do clima deve estar referenciada à observação meteorológica local, devendo este desdobramento da observação no universo intra-urbano estar sintonizada com o horário de leituras do procedimento "standard".

3. A observação-mensuração dos elementos do clima neste trabalho de campo deve estar associada àquelas de outros fatos significativos da condução urbana (fluxo de veículos, número ou densidade de aparelhos de condicionamento de ar no ponto de observação, etc, etc).

4. O trabalho realizado a nível episódico será conduzido, acima de tudo, para promover a comparação sincrônica e concomitante entre situações topo-climáticas distintas no universo urbano e as variações capazes de exibir as diferenças de atributos "locais" e "urbanos".

5. A diversidade e multiplicação das investigações no espaço urbano devem ser equilibradamente correspondentes às variações temporais: diário, mensais, sazonais, para que as variações intra-anuais possam estar referenciadas aos "tipos de tempo" mais expressivos dentre aqueles que a circulação atmosférica regional condiciona localmente.

Esta, aliás, é condição *sine qua* para que o teste de que se trata neste momento, passe a ser projetado num "plano de pesquisa".

6. A ênfase geográfica na análise espacial urbana é um tratamento especial de um acentuado grau de complexidade cartográfica, o qual está a requerer mais inovação e criatividade do que a simples adoção de modelos disponíveis.

Este último item diz respeito a própria análise de gabinete subsequente ao trabalho de campo. O problema inicial seria aquele da **extensão dos fatos observados-mensurados além do "ponto" de leitura**. O traçado convencional de **isolinhas** apenas sugere a variação espacial e como tal deve ser apenas um recurso introdutório. Uma representação mais espacial, mais adequada, deverá promover a mais íntima relação possível entre os atributos e comportamento do ar no interior da cidade com a riqueza dos fatos emanados da própria condição urbana. Assim a análise do clima urbano em geral e a do campo termo-dinâmico em especial, requer todo um material de caracterização da cidade: uso da terra, padrões de edificação com áreas verdes e espaços abertos, morfologia e estrutura urbana, configuração vertical, densidade demográfica, densidade de aparelhos de condicionamento interno de ar, intensidade do fluxo de veículos auto-motores e de pedestres, etc, etc.

Considerações Finais

A experimentação desta estratégia e seu aperfeiçoamento progressivo, multiplicada em várias cidades médias, é um programa de investigação necessário a atacar **agora**, para que se possa conhecer os mecanismos fundamentais de geração e as características básicas do clima de nossas cidades.

Além de ser um subsídio ao conhecimento dos climas urbanos nos domínios tropicais e subtropicais - cuja carência é patente e como tal foi considerada na Conferência Técnica do WMO do México - tais estudos poderiam vir a fornecer subsídios à temática mais ampla da "qualidade ambiental urbana" além de gerar uma massa crítica a ser considerada no trabalho dos urbanistas. Num País onde se implantam cidades a partir de decisões políticas e planejamento na prancheta, o lastro de informações sobre nossos climas urbanos poderia ajudar a que progredissemos no campo do conforto térmico de nossas cidades, um traço cultural que deverá ser uma contribuição do homem "situado" nos trópicos e consciente dessa condição.

Do ponto de vista pessoal esta minha atitude em preconizar uma atitude mais humilde e despretenciosa para enfrentar a nossa "realidade" nacional pode parecer revestida de um caráter "fáustico". A experiência me impele a sair do isolamento acadêmico onde o idealismo é permanentemente frustrado pela realidade de trabalho e produção universitária, convencionalmente atrelada a um "cientificismo" que induz à improdutividade. É preciso penetrar fundo na realidade, no interior das nossas cidades, didaticamente treinando nossos estudantes e inclusive procurando a solidariedade e sensibilidade do habitante da cidade. Da irrealidade do **sonhador**, à condição mais humanas do **amante** identificado com as limitações e defeitos do objeto amado, talvez não venha a ser o **fomentador** que possa vir a colher os frutos da semente ora lançada*.

Confesso que me agrada a simples condição de "estimulador" neste processo. Com toda a limitação dos resultados colhidos agora em Florianópolis há alguns sinais animadores. Projetos de pesquisa estão sendo pensados e propostos para a investigação tanto de docentes quanto de pós-graduandos do Departamento de Geociências da UFSC. E o que é melhor ainda, a informação básica relativa a atual realidade urbana da capital catarinense está sendo atacada pelos próprios alunos. Um mapa da verticalidade das edificações está sendo concluído neste exato momento por alunos de graduação. Na Pós-Graduação (mestrado) em Geografia, este experimento em climatologia urbana foi uma investigação complementar e paralela a um projeto maior, realizado em dois semestres, sobre a Qualidade Ambiental na Área de Expansão Urbana de Florianópolis para a vertente leste do Morro da Cruz. Uma sondagem na "percepção" que o habitante da Trindade tem dos problemas ambientais urbanos também foi ultimado.

A produção pessoal de conhecimento através de projetos individuais, neste momento, após um já longo desempenho universi-

*Refiro-me aqui a nova interpretação que se dá à tragédia do FAUSTO de Goethe, tal como é apresentada no ensaio de BERMAM, Marshal - Tudo o que é sólido se desmancha no ar - A Aventura da Modernidade. - Companhia de Letras, São Paulo, 1986.

tário não me interessa mais. A presente opção é um modo de continuar professando o magistério. Já senti o sabor (e os dissabores) de uma chegada. Agora importa mais ajudar os jovens e menos experientes nesta difícil e inglória travessia.

Referências

MONTEIRO, C.A. de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. Série "Teses e Monografias nº 25", São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1976. 181pp. (ilustrado)

_____. "Environmental Problems in São Paulo Metropolitan Area: the role of urban climate with special focus on flooding" **Problems of the environment in urbanized regions -** Proceedings of the IVth Annual Meeting and Symposium of the IGO Commission on Environmental Problems (Tokyo, August, 1980) pp.17/38.

_____. "Some Aspects of Urban Climates in Tropical South American: The Brazilian Contribution. Proceedings of the technical conference on urban climatology and applications with special regard to tropical areas (México, 26/30 Novembro, 1980). **WMO Publication nº 652**, pp.165-198, Genova, World Meteorological Organization, 1986.

PASCHOAL, Wanda. **As inundações do Cambuci: percepção e reação do habitante de uma área central da metrópole a um dos seus problemas mais sérios**. São Paulo, FFLCA/USP, 1981. 123pp. mimeografado, ilustrado. (Dissertação de Mestrado).

LOMBARDO, Magda Adelaide. **A ilha de calor nas cidades: o exemplo de São Paulo**. São Paulo, Editora HUCITEC, 1986.