

Este artigo discute aspectos concernentes a parâmetros de ocupação urbana e da tecnologia mais adequada ao ambiente edificado. Baseia-se em uma pesquisa que estudou o impacto da urbanização, sobre o meio ambiente, especialmente as transformações climáticas, em função de diversos padrões de ocupação. Postula como um dos seus objetivos, fazer recomendações de preservação e conservação para um zoneamento ambiental, normas de uso e ocupação do solo, visando a qualidade do ambiente construído e o conforto ambiental, em um sítio urbano, bem como em áreas de influência do mesmo e/ou similares.

This paper discusses some aspects related to urban occupation design parameters and adequate technology to building environment. It bases on a research that studied the urbanization impact on natural environment, especially the climatic transformations due to various occupation standards. One of its objectives is to establish preservations and conservations parameters to an environmental zoning, land use occupation patterns, aiming at environmental quality and comfort in a given urban site and its surroundings.

O PROBLEMA

As decisões a respeito dos aspectos concernentes a parâmetros de ocupação urbana e da tecnologia mais adequada ao ambiente edificado precede a própria concepção projetual. É, por assim dizer, o embasamento teórico do ambiente construído.

Convergindo para uma preocupação com a qualidade ambiental, surgiu a exigência de análise de impacto ambiental de empreendimentos que impliquem na alteração de áreas de relevante interesse ambiental e a legislação recomenda, dentre outros, estudos climáticos. Há porém pouca tradição na análise climática aplicada à escala urbana, especialmente uma análise dinâmica que diga respeito à condição climática quente e úmida, predominante no litoral NE do Brasil, de modo que a maioria dos estudos climáticos, anexados a estas análises, tem se limitado à descrição do clima local e não propriamente das transformações que o clima vem sofrendo devido a urbanização.

Um relatório da OMM/Organização Mundial de Meteorologia, embasado em vários pesquisadores dentre os quais Chandler (1969), Landsberg (1972) e Oke (1975), já em 1977, afirmava "Em escala local o clima é afetado por emissões térmicas diretas das áreas urbanas e industriais". No Japão, Nishizawa (1983) e no Brasil, Monteiro (1976), Tarifa (1977), Sampaio (1981), Lombardo (1982) e Hasenach (1989) estudaram o clima urbano e confirmaram ocorrência das ilhas de calor em algumas cidades.

Em Carvalho (1988) e (1992), decidiu-se estudar a problemática do impacto da urbanização sobre o clima aplicada a um sítio com características de área de expansão

urbana que avança sobre um ecossistema de dunas e lagoas de peculiar beleza paisagística, com flora e fauna de expressiva riqueza, além de ser cenário de inúmeras manifestações sócio-culturais.

O sítio estudado, foi o ecossistema de dunas e lagoas do Abaeté, que situa-se na costa NE do Brasil, na cidade de Salvador – BA (13°S,38°N), fig.1. Movimento populares tem ocorrido no sentido de sua preservação e anexação ao Sistema de Áreas verdes e Espaços Abertos da cidade. Por sua vez, o empresariado de construção civil reivindica o direito de nele edificar, ainda que sejam explicitados padrões de ocupação mais rigorosos.

Examinando-se o ecossistema descobre-se que parte dele encontra-se em um estado próximo ao natural e é muito agradável, tanto paisagística como ambientalmente. Entretanto, nas áreas ocupadas do entorno, queixas de desconforto térmico, frequentemente são mencionadas em reuniões de associação de moradores e grupos ambientalistas.

O objetivo era verificar se, de fato, ocorreram transformações no clima local, especialmente nos padrões higrotérmicos e se estas transformações detectadas podiam ser atribuídas à urbanização. Desta forma os estudos enfocaram de um lado as alterações nas qualidades higrotérmicas da atmosfera como elemento do clima local em transformação em clima urbano e, de outro lado, as alterações decorrentes da transformação da superfície ativa do espaço geoecológico, resultante da apropriação do ambiente natural pela população, durante o processo de ocupação e urbanização do Sítio.

Este texto é o relato sintético destes dois trabalhos e busca contribuir na divulgação de uma metodologia para a análise do impacto do ambiente construído sobre o clima, bem como fazer recomendações para tomadas de decisão a respeito do Sítio em pauta e/ou similares.

METODOLOGIA

O estudo de caso usou como referência básica o SCU/Sistema de Clima Urbano, Monteiro (1976), que se define como um "sistema que reúne o clima de um determinado espaço terrestre e a sua urbanização". Tenta descrever no tempo e no espaço, os processos interativos que ocorrem na transformação climática, procurando explicá-los na sua dinâmica como unidade de objeto e sujeito, de produção e produto, de gênese e estrutura.

Faz uso da climatologia dinâmica que caracteriza padrões típicos climáticos para cada época ou estação do ano, utilizando uma análise rítmica, que tem por fonte essencial os tipos de tempo com seus elementos constituintes (temperatura, chuvas, ventos, radiação solar e outros), analisados em conjunto (método sintético), sendo que os parâmetros resultantes devem levar em conta as características do espaço geoecológico (meio ambiente), bem como a posição no espaço geográfico (sítio).

Vale a pena ressaltar que, no SCU, o sítio é considerado o núcleo do sistema e o conjunto gerador do clima pressupõe vários elementos dentre os quais alguns que caracterizam a contribuição urbana no desempenho do mesmo. Desta forma, os procedimentos de análise de dados são tanto qualitativos quanto quantitativos, mais livres e delineados pelos pesquisadores, admitindo diferentes composições, de acordo com o objetivo e com a própria conjuntura habitual dos elementos, segundo Monteiro (1971).

Foram desenvolvidas, simultaneamente, análises em três escalas: mesoclimática, topoclimática e microclimática.

Na escala mesoclimática foi comparado um mapa de evolução urbana do Sítio do Abaeté, fig.2.1, que destaca a ocupação nos últimos 30 anos e uma série de 30 anos de médias climáticas da Estação Aeroporto, situada no seu perímetro, com dados e informações idênticos, fig.2.2, do mesmo período, da Estação Ondina, distante 21 km e localizada próxima ao centro da Cidade do Salvador.

A análise topoclimática considerou a insolação, a ventilação, as condições bióticas e abióticas do ecossistema, inclusive diferentes padrões de desenho urbano e ocupação, chegando a uma seleção de sete diferentes padrões esperados de microclima, propostos em uma carta de pré-zoneamento, fig. 3. Foram amostrados dados micrometeorológicos diários e horários nestes compartimentos (amostra espacial), em locais situados no centro de amostras espaciais, durante 3 (três) dias de um episódio típico de verão e de um episódio típico de inverno, ocorridos no ano de 1987, que após comparação com os padrões anuais foi considerado um ano "normal"

em relação aos grupos de controle (padrões) de dias típicos de verão e inverno.

Para escolha dos episódios (tipos de tempo), foram usadas cartas sinóticas de previsão do tempo, durante períodos típicos, de modo a prever a oportunidade das medições que foram feitas com equipamentos manuais.

Os estudos microclimáticos compararam o comportamento do clima nos diversos compartimentos. O principal critério diz: "se um conjunto de observações de uma variável (como temperatura), medido em uma amostra espacial, tem média maior do que em outra, pode-se afirmar que o compartimento que o referido conjunto representa é mais (quente) que o outro, que tem média menor", Carvalho (1992).

Na análise de dados foi também feita uma correlação não paramétrica - baseada no Coeficiente de ordem de Spearman, in Stevenson (1981) - de seis índices concernentes ao espaço geoecológico e/ou à influência antrópica na ocupação, ao redor do posto de observação micrometeorológico: emascaramento do céu; revestimento florístico; fator de acumulação solar; rugosidade; ocupação e densidade humana, que foram relacionados com os dados microclimáticos seguintes: temperatura de bulbo seco; temperatura de bulbo úmido; temperatura de globo e velocidade dos ventos também agrupados em Índices de Conforto: TEC - Temperatura Efetiva Corrigida, com uso de termômetro de globo, de acordo com Koenigsberger et al (1977), e IBUTG - Índice de Bulbo úmido do termômetro de Globo, índice oficial brasileiro para trabalhadores no exterior, de acordo com a NR-15 da CLT. M.T. Brasil (1972),

RESULTADOS

Dentre os resultados advindos deste estudo de caso, procurou-se neste artigo, selecionar aqueles mais significativos, que dizem respeito sobretudo as transformações climáticas na escala do Sítio, bem como os que possam levar a encaminhamentos para a política de ordenamento territorial e manejo ambiental do Abaete.

O clima local no Sítio do Abaete, segundo o Atlas Climatológico do Estado da Bahia -Brasil (1987), é classificado como quente úmido, sem nenhuma deficiência hídrica. Caracteriza-se por ter sequências de dias medianamente estáveis, tanto no verão como no inverno e sucessões de instabilidades em intervalos ritmados que se acentuam nos equinócios, sobretudo durante aquele que sucede ao verão, quando então a condição climática natural apresenta-se como a pior do ano, sendo frequentemente estressante para o ser humano, que fica sob uma desconfortável conjuntura de muito calor, alta umidade do ar e forte radiação difusa, à qual se seguem precipitações muitas vezes intensas e desastrosas.

De acordo com as hipóteses formuladas constatou-se que este clima vem sofrendo mudanças durante os últimos 30 anos. O gráfico da fig. 4 mostra a evolução simultânea dos parâmetros anuais dos elementos do clima ao longo do tempo, na Estação do Aeroporto e na Estação de Ondina. Como se pode ver, as temperaturas aumentaram paulatinamente, sendo que a média das médias do Aeroporto

aumentou de 0,8°C contra um aumento de apenas 0,3°C em Ondina; a média das mínimas, mais sensível aos efeitos antropogênicos, sofreu uma elevação de 2,9°C no Aeroporto enquanto que em Ondina houve apenas uma elevação de 0,3°C, em idêntico período. Isto permite aceitar que o clima do Sítio do Abaeté está mudando mais que o de Ondina e para pior.

Examinando-se a planta de evolução urbana no entorno das Estações Meteorológicas, figs. 2.1 e 2.2, verifica-se que em Ondina a área ocupada cresceu da metade (1,57%) enquanto que no Sítio do Abaeté, mais que quadruplicou (4.43%), nos últimos 30 anos, o que permite constatar um processo de urbanização muito mais intenso no Abaeté. Como não existe próximo ao Abaeté, nenhuma zona industrial e nenhuma fonte produtora de calor significativa, como vias de tráfego intenso, é perfeitamente aceitável que se atribua a causa destas transformações do clima à urbanização.

Relativamente ao microclima, é importante ressaltar que dentre os resultados alcançados pela análise de dados constatou-se que o conforto térmico em áreas urbanizadas atendendo-se a parâmetros urbanísticos formais (fig.3/06-Farol - padrão de ocupação mais espaçado, onde as casas são isoladas em lotes), é maior do que nas áreas urbanizadas espontaneamente (fig.3/05-Nova Brasília padrão de ocupação compacta, com uso intensivo do solo e densificação de unidades habitacionais).

Verificou-se ainda que as áreas que conservam um clima mais ameno e mais próximo ao original e no cordão de dunas das praias e da planície holocênica, (fig.3/02-Coqueiral), sendo que, nas áreas que a planície se encontra ocupada, mesmo que por habitações isoladas (fig.3/05-Farol), constatou-se uma mudança nas suas qualidades higrotérmicas para pior, possivelmente decorrente de um decréscimo de 2,0m/seg na ventilação tanto no verão como no inverno, que se traduz numa diferença positiva de 0,54°C no IBUTG e 2,17°C na TEC do verão e 0,91°C na TEC do inverno, para os trechos ocupados.

O revestimento florístico, o fator de acumulação solar e a ocupação, foram os índices geocológicos e antrópicos que melhor se comportaram do ponto de vista estatístico, nas análises de correlação. Embora não se tenha encontrado correlações significativas hierarquizadas para todos os padrões de ocupação, na análise das correlações gráficas pode-se obter algumas informações complementares: por exemplo, verificar que quanto maior a ocupação e o nível da urbanização, mais desconfortável a condição microclimática.

CONCLUSÕES

Do exposto pode-se concluir, inequivocamente, estar em curso uma transformação de um clima natural para um clima urbano no Sítio do Abaeté. Pode-se ainda admitir que pré-existia uma variedade microclimática natural, referida pelos ecologistas e biólogos, Ribeiro (1985), que foi confirmada pelos estudos topoclimáticos e microclimáticos. Entretanto, de acordo com as medições verificou-se que a

apropriação do espaço geocológico pela população, segundo diversos padrões de ocupação, tem gerado idêntica multiplicidade de microclimas urbanos, infortunadamente mais desconfortáveis que os primitivamente existentes nos mesmos locais onde está ocorrendo a urbanização.

Esta tendência de ocupação do ecossistema de dunas e lagoas tem gerado desconforto térmico e poderá até influir no aparecimento de ilhas de calor. Durante o período de observação foram registradas por diversas vezes, amplitudes de 5°C, das temperaturas secas, seu indicador habitual, e amplitudes ainda mais significativas das Temperaturas de Globo que chegam a atingir até 13°C, instantaneamente, em determinadas circunstâncias de exposição exterior à radiação direta.

Ao finalizar este artigo é importante que se faça uma avaliação quanto à metodologia adotada. O SCU/Sistema de Clima Urbano, a climatologia dinâmica e a análise rítmica se mostraram muito adequados aos estudos das transformações climáticas, que revelam o impacto da urbanização.

No caso presente, ainda que os dados da pesquisa tenham sido levantados em apenas dois episódios, por limitações de recursos, pode-se chegar a ricas e fidedignas conclusões, pois a partir de análises quantitativas e qualitativas convergem informações para a síntese conclusiva, muito embora as conclusões a que se chegou, em termos quantitativos, por ser uma amostragem, tenham validade relativa e restrita ao Sítio.

Recomenda-se que outros estudos dessa natureza sejam realizados, se possível, com medições mais numerosas e mais longas de episódios típicos e uso de aparelhagem que permita operação automática de 24 horas, pois observou-se que as temperaturas noturnas são particularmente sensíveis a evidenciar a concentração de fluxos energéticos no núcleo do seu. Merece destacar ainda que as observações de inverno, em consonância, mostraram-se mais sensíveis nas análises de correlação.

RECOMENDAÇÕES DE MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO PARA O SÍTIO DO ABAETÉ

PRESERVACIONISTAS

Em primeiro lugar recomenda-se a preservação do topo das dunas, expostas a ação constante dos ventos, chegando a brisas fortes, 11,8m/seg, que podem atuar na reativação da sua migração em decorrência da retirada da vegetação fixadora.

Em segundo lugar recomenda-se que não sejam ocupadas por edificações e sim preservadas ao domínio da biocenose, em todo o sítio, as zonas com vegetação densa e exuberante, de porte arbóreo e arbustivo, conhecida como mata de restinga, pois os dados da pesquisa microclimática (fig3/01-Barulho do Silêncio) constataram que as condições microclimáticas em tais concentrações vegetais são desconfortáveis para os humanos, tendo se apresentado mais quente no verão e mais fria no inverno que muitos dos outros comparti-

FIGURA 1

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO SÍTIO DO ARAETE
 SALVADOR — BAHIA — BRASIL
 LARGURA 48° 30' W LARGURA 51° 30' W

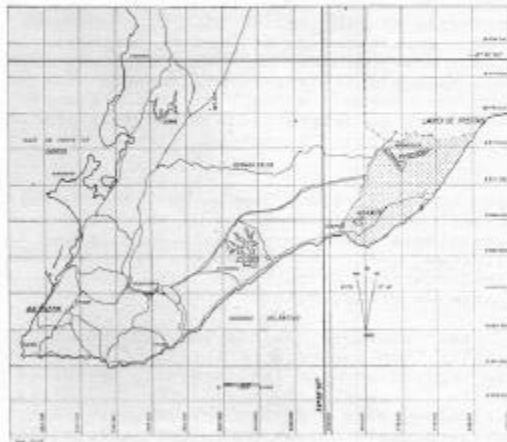


FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DAS SÉRIES CLIMÁTICAS
 1957 A 1986

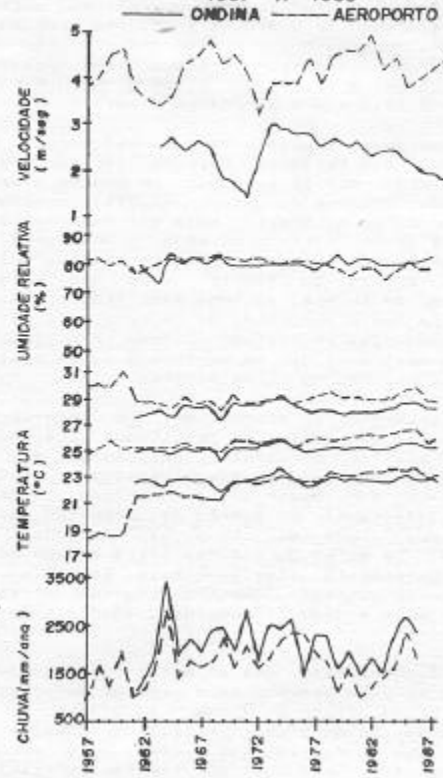


FIGURA 2 - EVOLUÇÃO URBANA



2.2 - ONDINA

FIGURA 3 - CARTA DE PRÉ-ZONEAMENTO DO SÍTIO



mentos, enquanto que parecem ser muito adequadas aos vegetais. " concentrações vegetais mais significativas são predominantemente encontradas nas regiões a sotavento das dunas, as quais sugerem-se que sejam consideradas também áreas de preservação.

Do ponto de vista climático, possuem ainda características que justificam sua preservação, as áreas de penetração dos ventos, especialmente os vales dos muitos riachos e as planuras alagadiças, que levam às áreas de influência, sobretudo no interior do espaço geocológico, o benefício do refrigério da ventilação constante. A continuidade de extensas glebas de áreas verdes e espaços abertos, característica deste ecossistema, são desejáveis neste Sítio não só por diversas razões, como autossustentação do ecossistema, territorialidade dos elementos bióticos do ecossistema, suas necessidades de reprodução, aspectos não estudados nesta pesquisa, mas também do ponto de vista do conforto térmico, pois servem de refrigério às áreas urbanizadas.

Não tendo intenção de esgotar o assunto, recomenda-se ainda que sejam preservados os locais que possuem características paisagísticas de beleza cênica, sobretudo aqueles com características de amenidade, vez que foi comprovado que do ponto de vista higrotérmico, qualquer tipo de ocupação é pior do que o pior tipo de desocupação.

ORDENAMENTO DO USO DO SOLO

Considerando-se que a ocupação de parte do ecossistema é inevitável, propõe-se, sob uma ótica conservacionista, as restrições que a seguir serão relacionadas.

Primeiramente recomenda-se que a ocupação não seja contínua e sim estrategicamente intercalada com áreas desocupadas, de acordo com estudos topo e microclimáticos.

Em segundo lugar, recomenda-se um padrão de Desenho Urbano, permeável à ventilação, elemento essencial para obtenção do conforto térmico em climas quentes e úmidos, bastante espaçado e sem obstruções ou barreiras artificiais que alterem para pior ou acentuem as máscaras topoclimáticas. Casas duplex em fila muito longas são condenáveis. Os partidos em elevação devem possibilitar idêntica permeabilidade, que pode ser garantida por arranjos em fila única e uma adequada porosidade das edificações, além do controle profilático dos gabaritos a fim de evitar extensas sombras de ventos artificiais.

É interessante ainda registrar a importância e a essencialidade do sombreamento nas ambiências humanas, caminhos de pedestres e estacionamento de veículos, visto as altas diferenças térmicas observadas nos termômetros de globo. O sombreamento deve, preferencialmente, ser obtido pelo plantio de espécies vegetais nativas que protejam do sol, sem no entanto impedirem a passagem dos ventos.

Por fim, deve-se desestimular, em qualquer circunstância, a ocupação de localidades em que a própria condição natural seja considerada inadequada a assentamentos humanos, do

ponto de vista do conforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA/SEPLANTEC/CEPLAB/Centro de Planejamento da Bahia. Atlas Climatológico do Estado da Bahia. Documento Yinal.Salvador,1~87.
- BRASIL/Ministério do Trabalho. CLT/Consolidação das Leis Trabalhistas. Portaria n. 3.214. Anexo 3 da NH-15. 1972.
- CARVALHO, M.L.A.M. Zoneamento da APA/Área de Proteção Ambiental do Abaeté. Salvador: CHA/Centro de Recursos Ambientais, 1988. (Relatório).
- CARVALHO, M.L.A.M. Urbanização e Clima: Abaeté, um estudo de caso. Salvador, 1992. (Dissertação, FAUFBA).
- CHANI)LER, T.J. Urban Climates. Select Papers in Meteorology as 'Relates to the Human Environment. WMO, 1965 N.512. S.E. Report N.2.
- HASENACK, H. Influência de Variáveis Ambientais sobre a Temperatura do Ar na Área Urbana de Porto Alegre.-Porto Alegre, 1989. (Dissertação)
- LANDSBERG, H. El tiempo y la Salud. Buenos Aires: Universitária, 1972.
- LOMBARDO, M. A. ilha de calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.
- KOENIGSBERGER et al; j. Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas e Tropicales. Madrid: Paraninfo, 1977.
- MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo, 1976. (Tese, Livre Docência USP/IGEU).
- Análise Rítmica em Climatologia. Climatologia. (Boletim do instituto de Geografia da USP) São Paulo, 1971.
- NISHIZAWA, T. Curso sobre clima, hidrologia, ecologia urbana. Rio de Janeiro: UERJ/CSR~ 1983.
- OKE, T.R. Boundary Layer Climates. London/New York: Methuen, 1978.
- RIBEIRO, A. Observações sobre a implantação do Country Club e Vill; ~ge it:apoã e seu Impacto no Ecossistema do Abaeté. Salvador: ABAB/CATA, 1985.
- SAMPAIO, A.H. Correlações Entre uso do Solo e ilhas de Calor no Ambiente Urbano: o Caso de Salvador. São Paulo, 1981. (Dissertação).
- STEVENSON, W. J. Estatística aplicada a administração. São Paulo: HARBRA, 1981.
- WMO/World Meteorological Organization. Urban Climates. Génève: Publicação n. 254, 1970.