



Otimização do Conforto Ambiental Climático de Edifícios Multifamiliares em Fortaleza

Márcia Cavalcante Hissa & Marcondes Araújo Lima

Mestranda em Engenharia Civil e Professor Dr em Conforto Ambiental

Universidade Federal do Ceará

Deptos. de Engenharia Civil e Arquitetura

Rua Joaquim Nabuco, 523 60.120-125 - Fortaleza/CE – Brasil

fax: +55(02185)261-7500

e-mail: nharg@ultranet.com.br

RESUMO- Este trabalho visa analisar e propor a otimização do conforto ambiental em edifícios multifamiliares, localizados em zona residencial de alta densidade na cidade de Fortaleza-Ceará. São desenvolvidas estudos do comportamento climático de três edifícios multifamiliares com base na caracterização física do edifício; nas medições de temperatura e umidade do ar e ventilação; insolação e nas entrevistas com moradores. Verifica-se que apesar da adoção de critérios de orientação, da utilização de revestimentos externos adequados, e a provisão de aberturas sombreadas e de dimensões suficientes, os edifícios não utilizam o potencial climático, especialmente a ventilação, predominante na área.

ABSTRACT – This paper aims to analyze and recommend the optimization of environmental comfort in apartment buildings located in dense residential zone in the city of Fortaleza- CE. Studies of the climatic behaviour of three buildings are made, based on each building's characteristics; measured air temperature, relative humidity and ventilation; insolation, and on the interview of their occupants. It is noted that besides the adoption of technical criteria for proper orientation, the use of adequate external finishes, proper sizing and shading of openings, such buildings do not take full advantage of the local climate, especially of natural ventilation.

1 Introdução

A evolução do processo de transformação da construção civil no Ceará e em alguns estados do Nordeste na busca de competitividade tem se desenvolvido de maneira qualitativa. O mercado imobiliário está cada vez mais exigente e a melhoria da

qualidade é hoje o grande desafio. A necessidade de qualidade construtiva induz à qualidade de projeto, e a consciência ambiental é hoje um dos pressupostos para o desenvolvimento de uma arquitetura mais qualitativa.

Com vistas a esta realidade propõe-se um estudo que vise contribuir para um incremento da qualidade ambiental dos projetos de edifícios multifamiliares em Fortaleza, pois segundo Yeang (1994), *"Se você quer uma sociedade com uma base de princípios ecológicos, então o estilo de vida e o seu envoltório (edifícios) têm que ser envolvidos e mudarem juntos"*.

O trabalho tem por objetivo encontrar formas de conciliar um projeto mais adaptado ao clima com sua localização na área urbana, procurando-se obter a racionalidade energética dentro da organização do espaço urbano. Com isso pretende-se colaborar para um maior conhecimento e divulgação da arquitetura bioclimática e sua adaptação ao clima de Fortaleza.

2 Breve caracterização de Fortaleza

A cidade de Fortaleza, que é o objeto de nosso estudo, localiza-se a 3° 43' de latitude sul e 38° 32' de longitude oeste, na zona litorânea do estado do Ceará- Região Nordeste do Brasil. Possui um clima tropical quente e úmido que caracteriza-se pela quase invariabilidade de seus padrões climáticos, onde as variações são muito mais intensas durante o dia do que durante as estações do ano. A cidade recebe a penetração dos ventos alísios, que agem durante quase todo o ano com uma velocidade média de 4,0 m/s, e além desses ventos, por estar situada à beira-mar, sofre a influência das brisas marítimas. De acordo com dados da Funceme, a temperatura apresenta uma média anual de 26° C sendo a média das máximas de 31° C e a média das mínimas de 22,5°C. É, portanto, uma cidade com *"agradabilíssimas condições de bem estar físico, principalmente nos pontos elevados ou à beira-mar."* (CASTRO, 1977)

O processo de crescimento da cidade gerou uma mudança de hábito na população que está emigrando da moradia unifamiliar, geralmente térrea, para edifícios multifamiliares. E, conseqüentemente, a verticalização da cidade, que ocorre principalmente no bairro da Aldeota e Meireles por possuir grande quantidade de residências de alto padrão. Esta micro-área urbana foi a escolhida para sediar os estudos.

3 Metodologia da análise bioclimática de edifícios multifamiliares

A análise do comportamento climático é baseada em três estudos de caso tomando-se como amostra edifícios multifamiliares com apartamento tipo de três quartos e área média construída em torno de 150,00 m², localizados nos bairros da Aldeota e Meireles, pois, segundo dados do SECOVI, em 1998 os empreendimentos de três dormitórios corresponderam a 57% dos lançamentos imobiliários da cidade e destes, 35,29% localizam-se nos bairros da Aldeota e Meireles, portanto essa amostragem para a pesquisa procurou ser representativa dentro do padrão imobiliário de Fortaleza.

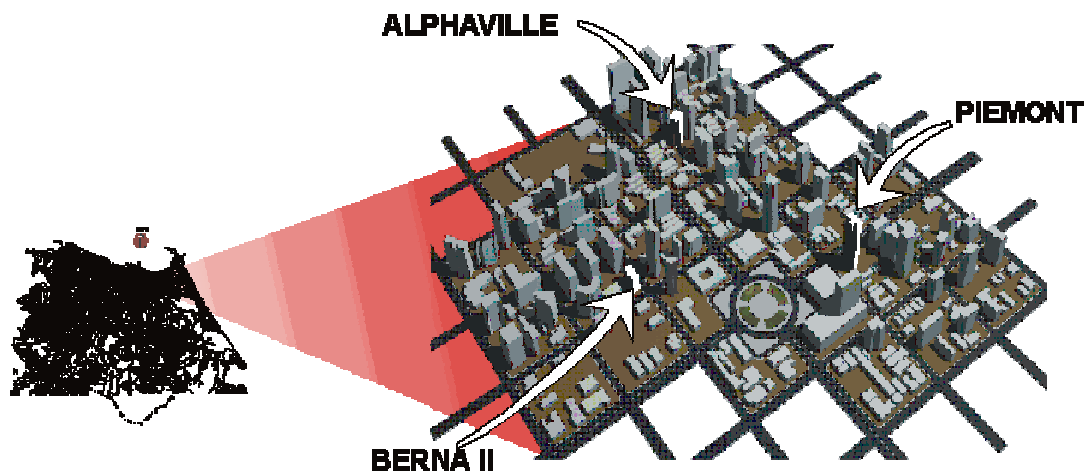


Fig.1 Área da cidade escolhida para sediar os edifícios analisados

A primeira etapa da pesquisa constituiu a escolha de uma área de Fortaleza que possuísse características urbanas homogêneas e que representasse uma zona completamente urbanizada. Dentro da área urbana escolhida (fig. 1) foram selecionados os edifícios multifamiliares que possuíssem as prerrogativas da pesquisa, isto é, área do pavimento tipo em torno de 150,00m² e três quartos. Além destas prerrogativas influíram na seleção os seguintes critérios: a similaridade das plantas dos apartamentos tipo, a orientação diferenciada, o adensamento do entorno e a altura dos edifícios. Com isso foi possível avaliar aspectos da morfologia urbana tais como: densidade, rugosidade, altura relativa e tipo de trama que, segundo Florensa (1995), *"geram um clima específico mais stressado que o rural. Por isso em termos gerais podemos afirmar que uma densidade urbana maior dá lugar a um clima mais seco, com temperaturas mais altas e mais oscilantes, com menos vento e com graus mais altos de poluição"*.

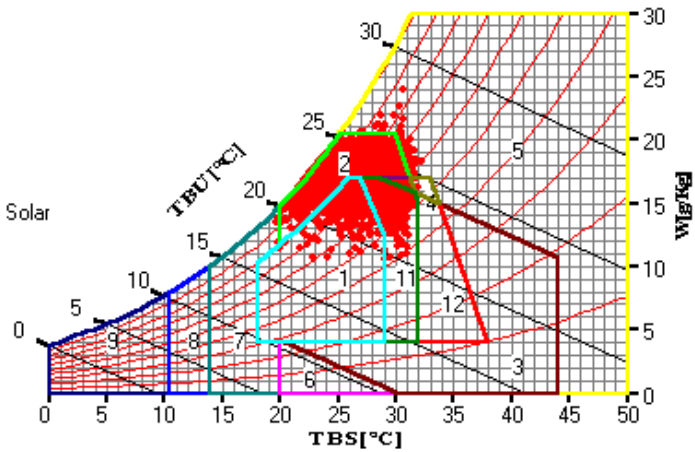
Numa segunda fase está sendo estudada a ventilação da área com base em perspectiva eletrônica feita no programa 3D- Studio e em bibliografia específica.

A terceira fase da pesquisa é composta pela análise específica dos edifícios. Foram feitas caracterizações seguindo a metodologia proposta por Florensa (1995); medições dos parâmetros térmicos de temperatura do ar, umidade relativa do ar e intensidade e direção da ventilação; estudo da insolação utilizando o gráfico solar e o programa 3D Studio e pesquisa pós-ocupação com os moradores.

As medições internas foram feitas nos meses de junho e julho do corrente ano e envolveu seis apartamentos em cada edifício, dois no primeiro andar, dois no último andar, e dois no andar médio. Os horários das leituras basearam-se nos horários considerados pelas estações meteorológicas da cidade (horário padrão internacional – OMM) : 9 horas e 15 horas. Estas medições foram tabuladas e inseridas na Carta Bioclimática de Fortaleza.

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Massa Térmica p/ Resfr.
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Massa Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
11. Vent./Massa/Resf. Evap.
12. Massa/Resf. Evap.



UFSC - ECV - LabEEE - NPC

Fig.2 Carta Bioclimática de Fortaleza.

O estudo de insolação (ver fig. 3a,b,c) foi feito no software 3D-Studio tomando-se os dois solistícios e o equinócio como datas padrão.

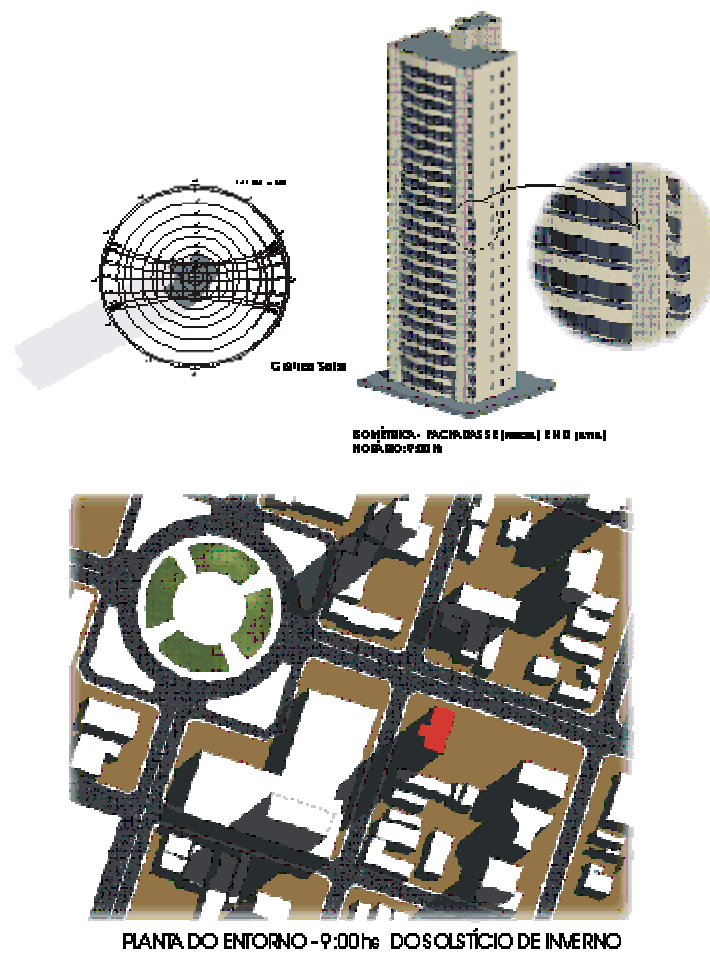


Fig. 3 Estudo de insolação do edifício Piemont às 9:00 hs do dia 21 de junho

O estudo do fluxo interno de ventilação (ver fig. 4 a,b,c) foi feito utilizando-se bolhas de sabão e medindo a intensidade com o anemômetro.

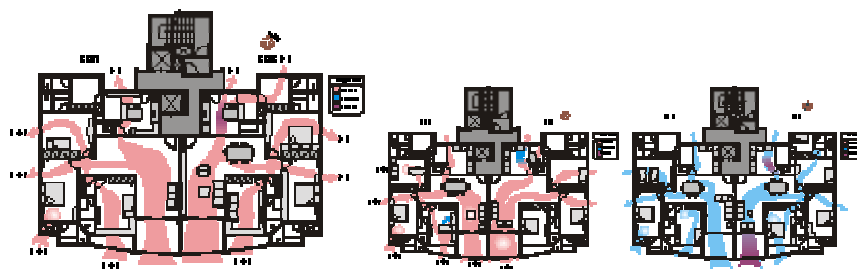


Fig. 4 Estudo do fluxo interno de ventilação do edifício Piemont 1º, 13º e 23º andares

Foram utilizados os seguintes materiais: levantamento aerofotogramétrico de 1997; foto aérea de 1998; projeto arquitetônico dos três edifícios; dados climáticos da cidade; observações *"in situ"*; fotografias e croquis; questionários de avaliação pós-ocupação; bússola; aparelhos de medição para obtenção *"in loco"* de dados de temperatura, temperatura bulbo seco, temperatura bulbo úmido, velocidade e direção dos ventos.

4 Análise dos Resultados

A análise dos resultados das medições de temperatura bulbo seco e úmido foi feita tomando-se como parâmetro a Carta Bioclimática proposta por Givoni (1992) e desenvolvida no NPC/UFSC por Goulart, Lamberts e Firmino (1997). Verifica-se que os edifícios apresentaram resultados diversos, porém uniformes entre os apartamentos de um mesmo edifício. O edifício Piemont, o mais alto, é o que apresenta temperaturas internas mais altas por estar mais exposto à radiação solar, demonstrando a necessidade de maior fluidez da ventilação. O edifício Berma II possui a maioria de seus ambientes na área de conforto com exceção de um apartamento no último andar lado norte, provavelmente em função da transmissão de calor da cobertura, e dos ambientes localizados na fachada oeste, por estes estarem em zona exposta a uma maior intensidade de radiação solar. O edifício Alphaville encontra-se com a maioria de seus ambientes na zona de conforto com exceção daqueles do apartamento do primeiro andar localizado do lado leste muito próximo ao edifício vizinho, fato que gera uma obstrução e reflexão localizadas.

Ao analisarmos a ventilação nestes apartamentos comprovamos o predomínio da ventilação sudeste, que em alguns casos é alterada por fatores bloqueadores do fluxo. No edifício Berma II, em função de existir um edifício de 23 pavimentos a barlavento, os apartamentos da esquina são ventilados à sudeste e os vizinhos são ventilados à noroeste, isto é, a ventilação naquele ponto bate no edifício à sotavento e penetra pela janela de serviço bloqueando a passagem do vento sudeste. No Alphaville a ventilação predominante penetra pela fachada sudeste, onde se localizam as áreas de serviço, e nos apartamentos do lado noroeste há uma pequena penetração de ventos pela fachada nordeste. No edifício Piemont em função de um afastamento de 40,00 m do edifício mais próximo e de estar mais elevado do que os edifícios em volta, a ventilação que atinge o edifício provém da direção sudeste, somente os apartamentos dos níveis mais baixos recebem pouca ventilação.

Os fluxos internos da ventilação foram estudados com todas as janelas e portas internas abertas, com exceção das portas de entrada. Nota-se que apesar das aberturas estarem localizadas na direção correta dos ventos e possuírem boa

dimensão, a compacidade da forma e as poucas saídas de ventilação com maiores dimensões diminuem o fluxo interno da ventilação.

A insolação foi estudada nos horários críticos de 9:00 horas e 15:00 horas e mostra que as fachadas mais atingidas são as do leste e oeste, sendo que as proteções das janelas ocorrem prioritariamente na fachada leste. As aberturas à oeste ficam desprotegidas causando aumento da temperatura nos ambientes localizados nesta área, em geral áreas de serviço estrategicamente utilizadas no zoneamento interno como barreira protetora contra a insolação. Os revestimentos dos edifícios garantem um bom isolamento, pois são em geral cerâmicas esmaltadas e claras.

A Carta Bioclimática de Fortaleza mostra a concentração das temperaturas numa zona apontando como principal fator gerador de conforto nos ambientes deficientes a ventilação. Em Fortaleza, a ventilação tem praticamente o mesmo comportamento durante todo o ano, com direção predominante no quadrante sudeste, no entanto este potencial é pouco estudado e conseqüentemente pouco explorado nos edifícios.

5 Conclusões

Embora os resultados obtidos tenham se limitado a somente uma série de medições dos apartamentos em uma estação do ano, considera-se que, em função da pouca variação climática de Fortaleza durante as estações do ano, estes dados possam refletir o desempenho climático das edificações multifamiliares analisadas. Constata-se que o sombreamento das fachadas, o tratamento da cobertura, o revestimento das fachadas e a ventilação interna dos ambientes contribuem para um bom desempenho bioclimático em uma edificação vertical em nossa região.

Os estudos demonstram que o entorno urbano atua também sobre os edifícios isoladamente alterando o seu desempenho bioclimático. A busca por um projeto de arquitetura adaptado ao clima deve necessariamente considerar, além das proteções arquitetônicas usuais requeridas pelo clima quente-úmido, um estudo mais aprofundado das condições e do comportamento da ventilação na área. A alteração do comportamento dos fluxos da ventilação dentro de uma área urbana edificada e o conhecimento de como estes fluxos atuam sobre o edifício, a utilização de aberturas sem opção de regulação da entrada de ventilação e as barreiras internas à ventilação cruzada comprometem o conforto climático no interior destes edifícios. Faz-se necessário, portanto, maiores pesquisas nesse campo.

Espera-se dessa forma contribuir para um maior conhecimento do ambiente construído e colaborar na conscientização da necessidade da adoção de um desenho urbano bioclimático, pois segundo Yeang (1994), A diminuição dos custos operacionais de consumo de energia é a justificativa mais óbvia para o desenho bioclimático. A outra justificativa é ecológica, o desenho bioclimático irá gerar menor consumo de energia, economizando os combustíveis e emitindo menos poluição no ar. A última justificativa é regionalista, o clima é o fator histórico que pouco tem se alterado no decorrer da história, os nossos ancestrais reconheciam a adaptação ao clima regional como um princípio essencial da arquitetura. Desta maneira, a adaptação climática do edifício é vista como uma adaptação a seu contexto cultural e geográfico.

6 Referências Bibliográficas

Castro, J.L.de. (1987): Fatores de localização e de expansão da cidade de Fortaleza. Fortaleza. Imprensa Universitária.

Florensa, Rafael Serra, Helena Coch Roura.(1995): Arquitectura y energía natural. Barcelona, Edicions de la Universitat Politécnica de Catalunya.

Givoni, Baruch.(1998): Climate considerations in building and urban design. New York, Van Nostrand Reinhold, and International Thomson Publishing Company.

Goulart, Lamberts, Firmino. (1997): Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras. Florianópolis, Núcleo de Pesquisa em Construção.

Szokolay, Mayhew, Koenigsberger, Ingersol.(1973): Manual of tropical Housing and building part 1 Climatic design. Longman Inc . New York.

Yeang, Kenneth.(1994): Bioclimatic Skyscrapers. London, Artemis London Limited.