

O EFEITO DA VERTICALIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES NA VENTILAÇÃO NATURAL DO TECIDO URBANO: O CASO DA ORLA MARÍTIMA DE MACEIÓ

BITTENCOURT, Leonardo S. (1); CRUZ, Jorge M. (2); LÔBO, Denise G.F. (3)

(1) Arquiteto e Urbanista, Doutor em Energia e Meio Ambiente, professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Univ. Federal de Alagoas (UFAL) Campus A.C.Simões, s/n, Tabuleiro do Martins, CEP 57072-970, Maceió/AL
Tel.: (0xx82) 214-1283 Fax: (0xx82) 214-1625 e-mail: lsb@ctec.ufal.br

(2) Arquiteto e Urbanista, Mestrando do Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/ UFAL), Bolsista CAPES - Travessa Hélio Pradines, 21 P. Verde CEP:57035-220 Maceió/AL Tel.: (0xx82) 231-8677
email: jmccruz@uol.com.br

(3) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Bolsista do PIBIC/CNPq Campus A.C.Simões, s/n, Tabuleiro do Martins, CEP 57072-970, Maceió/AL
Tel.: (0xx82) 214-1283 Fax: (0xx82) 214-1625 e-mail: lsb@ctec.ufal.br

RESUMO

Com a verticalização da orla marítima de Maceió, o poder público municipal elaborou uma legislação com o intuito de regulamentar as construções na área, impondo restrições ao gabarito das edificações. Tal legislação pretende, entre outros aspectos, preservar adequadas condições de ventilação nas quadras posteriores à orla marítima. Essas medidas provocaram protestos do setor imobiliário local por restringirem o uso e a ocupação do solo. Este trabalho objetiva investigar o efeito gerado pela altura dos edifícios na ventilação natural do tecido urbano. Para isso utilizou-se um programa de CFD (*computer fluid dynamics*), o *Phoenix* 3.2, onde foram realizadas dez simulações, com cinco diferentes alturas de edifícios. Cada modelo foi submetido a duas incidências de vento, 45° e 90° em relação à beira-mar, correspondentes aos ventos dominantes. Conclui-se que, em relação à ventilação natural, mais importante que a altura das edificações é a distância horizontal entre as mesmas, devido à aplicação de recuos progressivos em função do número de pavimentos.

ABSTRACT

The Maceió's building regulations restrict maximum building's height aiming to avoid barriers to ventilation inside the urban network nearby the coastal area. This restriction

effectiveness has been discussed by local builders. This paper aims to examine the effect of building height on natural ventilation inside the urban tissue in this area. It uses a CFD software to simulate the influence of a group of buildings having five different construction height. Each model was studied under wind incidence of 45° and 90°, respecting the coastline, corresponding to local prevailing winds. Results show that reducing the plot occupation, while increasing the buildings height, would provide better ventilation patterns inside the urban grid than those obtained with lower buildings and higher plot occupation.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte de uma linha de pesquisa do Grupo de Estudos de Conforto Ambiental (GECA/UFAL), a qual tem por objetivo o estudo dos efeitos provocados pela verticalização das construções na ventilação natural do tecido urbano. Tal estudo é realizado com foco na realidade local vivenciada pelos bairros da orla marítima da cidade de Maceió.

Estes bairros, a partir do trabalho de urbanização realizado na década de 70, passaram a ser ocupados por residências de alto padrão. Na década de 80, com o aumento da demanda por imóveis nesta região, surgiram os primeiros edifícios verticais, os quais chegaram a alcançar até dezessete andares. Na época não existia legislação específica sobre a prática construtiva na área, o que possibilitou a construção de prédios com a ausência de recuos laterais, o que resultava em total obstrução à passagem da ventilação para as áreas localizadas à sotavento dos ventos dominantes.

Preocupados com o rumo tomado pelos construtores imobiliários, o poder público municipal elaborou um conjunto de normas com o intuito de regulamentar as construções localizadas em áreas próximas à linha costeira. Os pontos mais importantes com respeito à ventilação do tecido urbano foram a restrição do gabarito e a introdução dos recuos progressivos obrigatórios. Essa legislação vem sofrendo críticas dos empresários da construção civil e do setor imobiliário desde a sua aprovação, pois restringiu o aproveitamento do lote pela edificação, diminuindo a rentabilidade do investimento, segundo afirmações de representantes de tais setores (GAZETA DE ALAGOAS, 1996).

O estudo dessa questão, aqui considerado, tem por intuito determinar o impacto da verticalização dos edifícios nos padrões de eficiência quanto à circulação do ar na malha urbana, visando a obtenção de conforto térmico por vias passivas.

2. CONDICIONANTES LOCAIS

2.1 - Condicionantes climáticos

A cidade de Maceió, capital do Estado de Alagoas, está localizada no litoral nordeste do Brasil, na latitude 9°45". O clima é quente e úmido, com temperatura média anual de 25,1°C e média das máximas e mínimas de, respectivamente, 29,2°C e 21,0°C. As médias

absolutas, máxima e mínima, foram de 31,7°C (com máxima absoluta em 39,7°C) e 18,9°C (com mínima absoluta em 13,5°C), respectivamente (LIMA et al., 1988).

A incidência dos ventos ocorre de forma predominante no quadrante leste. A direção Sudeste é a que apresenta maior frequência ao longo do ano, sendo as máximas velocidades registradas na direção Nordeste (ocasionalmente alcança 10m/s).

A umidade relativa do ar é de 81% em média, sendo frequente a saturação do ar (100%), principalmente nos meses frios.

2.2 - Legislação municipal

A legislação municipal que regulamenta a prática construtiva de edificações verticais nas áreas litorâneas ou lagunares da capital alagoana tem por princípios básicos:

- 1- Limitação do gabarito das edificações (Determinada de acordo com a proximidade à orla marítima. Na primeira quadra da praia o limite máximo é de seis andares, podendo crescer um andar a cada quadra subsequente).
- 2- Taxa de ocupação (A máxima ocupação do lote por uma edificação deverá ser menor ou igual a 50% da área total do lote).
- 3- Coeficiente de aproveitamento (A área máxima edificada em um lote deverá ser menor ou igual ao produto de quatro vezes a área do lote).
- 4- Aplicação dos recuos progressivos (Os recuos laterais, frontal e de fundos de uma edificação em relação aos limites do lote é calculado de acordo com o número de pavimentos da mesma. Ou seja, quanto maior o número de andares, maiores serão os recuos obrigatórios). Na tabela 1 encontram-se as fórmulas adotadas no cálculo dos recuos progressivos.

Tabela 1. Fórmulas para cálculo dos recuos progressivos

Fórmulas para cálculo dos recuos mínimos obrigatórios	FRONTAL(metros)	FUNDOS(metros)	LATERAL(metros)
	$5,0 + \frac{(n-2)}{2}$	$3,0 + \frac{(n-2)}{2}$	$1,5 + \frac{(n-2)}{2}$
Obs.: 1. É permitido avançar 1,00 m na frente e fundos e 0,5 m nas laterais a partir do primeiro andar. 2. n = número de pavimentos da edificação. 3. Pilotis, cobertura e subsolos não são computados no número de pavimentos.			

Fonte: Código de Obras da cidade de Maceió, 1992

A combinação desses quatro itens resulta em um modelo de ocupação do espaço urbano que tem sido seguido nos últimos oito anos, apesar das constantes pressões realizadas pelo setor imobiliário com a intenção de ampliar o limite no número de pavimentos permitido.

3.0 - OBJETIVO

O presente trabalho pretende averiguar as condições de ventilação natural na malha urbana dos bairros litorâneos de Maceió, em função de variações na configuração dos volumes constituídos pelos edifícios localizados na orla marítima, a fim de explorar o potencial da ventilação como estratégia bioclimática de fundamental importância na obtenção de conforto térmico nas regiões localizadas no trópico úmido.

4.0 - METODOLOGIA

Para concretizar o objetivo proposto, será utilizado um método teórico, representado pela CFD (*Computer Fluid Dynamics*). Este método é inteiramente baseado em simulações em computador, nesse caso específico, utilizando o *software* PHOENICS 3.2., desenvolvido para simplificar a definição e análise de problemas, em duas e três dimensões, envolvendo transferência de calor e/ou mecânica dos fluidos, resolvidos pelo método dos elementos finitos. O programa é composto de quatro módulos: o primeiro corresponde à *interface*, em que os problemas a serem estudados são definidos; o segundo módulo é um pré-processador, através do qual o programa prepara os dados para serem processados pelo terceiro módulo, em que ocorrem os cálculos computacionais. Durante esses cálculos, o usuário pode acompanhar, gráfica e numericamente, a evolução do erro residual, bem como do processo de convergência. O último módulo é composto pela *interface* gráfica, que permite ao usuário visualizar o resultado dos cálculos. Estes, sendo apresentados em forma de vetores, propiciam uma leitura simultânea da intensidade e direção do fluxo de ar, fato que não ocorre nos métodos tradicionais usando túneis de vento. Esse tipo de programa encontra-se hoje bastante validado por comparações com medições empíricas (SPALDING, 1989).

4.1 - Definição dos Modelos para Simulação

Foram criados cinco modelos para simulação em computador. Cada modelo será submetido à duas incidências de ventos, 45° e 90° em relação à linha costeira, correspondente à condição dominante na região. Os modelos são constituídos por um conjunto de doze edifícios de altura uniforme, sendo o número de pavimentos alterado em cada modelo. São considerados edifícios com seis, oito, dez, doze e dezesseis andares. A aplicação dos recuos progressivos foi realizada de acordo com as normas municipais vigentes, mas não foi considerada a limitação do número de pavimentos, uma vez que esse era o parâmetro cujo efeito de sua variação estava sendo investigado. Os modelos apresentam o pavimento térreo completamente vazado, sob pilotis, assentado sobre uma base de 1,60 metros de altura acima do nível da via, elemento este que representa o subsolo semi-enterrado, utilizado como garagem nas construções da área. O lote urbano considerado na confecção dos modelos tem forma quadrada, com lados medindo trinta metros cada. A escolha de tais dimensões tem relação com o lote típico encontrado na área, fruto do remembramento de dois lotes de 15x30m, padrão predominante no local. Os cálculos dos recuos progressivos para as cinco diferentes alturas de edificações consideradas foram feitos com base nas dimensões do lote mencionado.

5.0 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na figura 1 são exibidos os resultados das simulações realizadas. Esses são expressos por meio de vetores, os quais indicam a direção e intensidade do fluxo de ar. No caso dos cortes, os vetores indicados nas figuras representam o fluxo do ar num plano vertical que passa no centro das edificações. Nas plantas esse fluxo de ar está representado pelos vetores contidos no plano horizontal que passa na altura do quarto pavimento dos edifícios.

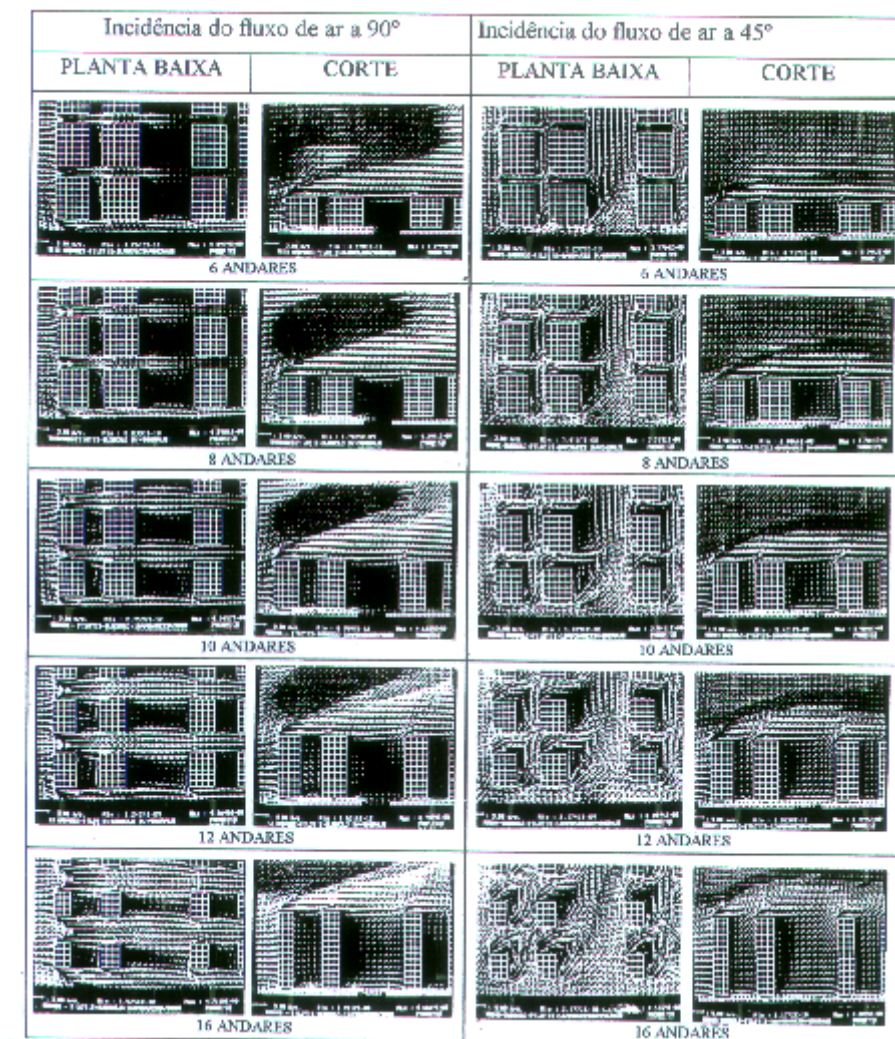


Figura 1. Resultados das simulações em computador

Os resultados apresentados conduzem a algumas observações importantes que são discutidas a seguir.

Quando a incidência do vento ocorre com um ângulo de 90°, a sombra de vento causada pela primeira fileira de prédios nos edifícios localizados a sotavento é bastante significativa, principalmente nos dois primeiros casos examinados (recuos menores). Nota-se uma melhor circulação do ar nos dois últimos modelos, onde os edifícios mais altos (com doze e dezesseis andares) produzem maiores afastamentos entre os blocos devido, ao recuo progressivo exigido pela legislação vigente. No entanto, as fachadas

paralelas à incidência do vento apresentam boas possibilidades de captação da ventilação devido à "canalização" do fluxo de ar produzido entre os blocos.

Quando a incidência ocorre com um ângulo de 45°, a condição de ventilação do tecido urbano é favorecida em comparação com a situação anterior. Percebe-se uma melhoria crescente na distribuição do fluxo de ar, inversamente proporcional à taxa de ocupação do terreno, como consequência da maior porosidade da malha edificada.

Em todos os casos analisados, a melhoria na distribuição do fluxo de ar no tecido urbano ocorre à medida que o recuo entre as massas construídas é ampliado, mesmo que tal progressão implique no aumento de altura dos edifícios. Isso sugere que, em relação à ventilação natural da malha urbana, o fator recuo assume uma importância maior do que a altura das edificações. Além disso, uma malha com edifícios de altura constante e recuos reduzidos pode produzir uma alteração significativa no gradiente do vento local, com graves prejuízos para a circulação do ar no interior na malha urbana (LEE et al., 1980). Do ponto de vista da ventilação é preferível uma variação nas alturas dos edifício que compõem o tecido urbano.

A adoção de recuos maiores em relação aos limites do lote conduz a uma menor taxa de ocupação. Isto possibilita maior privacidade no interior dos apartamentos associada ao aumento na área livre do terreno, a qual normalmente é destinada às áreas verdes e ao lazer dos moradores. Os edifícios com recuos maiores, além de ampliarem o potencial de refrigeração através da ventilação, contribuem também para aumentar o potencial de iluminação natural dos apartamentos, especialmente daqueles localizados nos pavimentos inferiores, em função da redução na obstrução provocada na abóbada celeste (BITTENCOURT et al. 1997).

Os resultados aqui obtidos se aplicam a edificações com formato retangular, onde a diferença entre lados perpendiculares não exceda 25%. Esse formato de edifício vertical, conhecido como "torre", proporciona um melhor circulação do ar na malha urbana que aqueles tipo "lâmina", onde há grande predominância da dimensão de um lado sobre o outro.

6.0 - CONCLUSÃO

Os modelos simulados são uma simplificação da condição que ocorreria no caso da ocupação completa da região estudada acontecer de acordo com um determinado modelo de urbanização vertical. Esse modelo vertical tende a se viabilizar devido ao alto preço dos terrenos, que obriga o incorporador a tirar o máximo proveito da área construída permitida pela legislação, a fim de amortizar os elevados custos do lote. Hoje a região da orla marítima de Maceió tem sua ocupação diversificada entre edifícios verticais, residências e pontos comerciais de predominância horizontal, mas a tendência à rápida verticalização já é notável.

A discussão sobre o modelo de ocupação mais adequado para a região em questão depende ainda da análise de outros fatores como: capacidade da infra-estrutura urbana, densidade populacional, malha viária, poluição atmosférica, entre outros, os quais devem ser equacionados de forma integrada de modo a garantir a concepção de um modelo mais eficiente como um todo.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, L., CRUZ, J.,M. e LOBO, D. F. **Influência de diferentes configurações volumétricas dos edifícios da orla marítima de Maceió na ventilação natural do tecido urbano.** Relatório de pesquisa, PROPEP/UFAL, Julho 1997, 56 p.

GAZETA DE ALAGOAS, Suplemento Imobiliário, p.3-4, Maceió, 12 de junho de 1996

LEE, B. E., HUSSAIN, M. e SOLLIMAN, B. Predicting natural ventilation forces upon low-rise buildings. **ASHRAE Journal**, Fevereiro, 1980, p.35-39.

LIMA, B.M., BITTENCOURT, L.S., **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo nº2**, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas - UFAL - Maceió, 1988.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ, **Plano Diretor e Código de Obras de Maceió**, Maceió, 1992

SPALDING, B. **The PHOENICS beginners guide.** TR/100, CHAM, Huntsville, 1989.