

DIMENSIONAMENTO DE ABERTURAS CONSIDERANDO A VENTILAÇÃO NATURAL EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB

Silvana Chaves Claudino de Queiroga (1); Francisco de Assis Gonçalves da Silva (2)

(1) CEFET/PB, Av. 1º de Maio nº 720 Jaguaribe - João Pessoa/PB, fone (83) 3208.3054

e-mail: chavesclaudino@uol.com.br

(2) UFPB-CT-PPGEU, Rod. BR-230, sn - João Pessoa/PB, fone (83) 3216.7393.

e-mail: ffagos@yahoo.com.br

RESUMO

O presente estudo trata do dimensionamento de aberturas, considerando a ventilação natural, tendo como objeto empírico o Edifício multifamiliar Maison de France localizado no bairro Tambaú, na cidade de João Pessoa/PB, visando o aproveitamento dos ventos Alísios dominantes nesta cidade, tendo em conta o citado edifício implantado em quatro pontos determinados, na malha urbana, nos quais foram medidos perfis de velocidade do vento utilizando-se de ensaios em Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica com maquete física em escala da área estudada, e de cálculos referentes à ventilação interna e ao dimensionamento das aberturas, obtendo-se resultados que constataram a necessidade de aberturas cada vez maiores à medida que se adentra a malha urbana a partir da orla marítima em direção ao centro da cidade, deixando claro o comprometimento das condições de ventilação no interior do edifício, ficando demonstrado sua inadequação em termos de ventilação.

ABSTRACT

The present study is on the sizing of openings, considering the aspect of natural ventilation and having as its empirical object the multifamiliar building **Maison de France**, which is located in the neighborhood of Tambaú, in the city of João Pessoa/ PB. Its aim is centered in the exploitation of the trade winds, which are dominant in the referred city, and it is important to point out that the mentioned building was taken in consideration once it was founded in four determined points in the urban mesh. As to these points, the wind speed profiles were verified by means of testing concerning the Aerodynamic Tunnel regarding the Atmospheric Limit Layer, with physical mockup in scale of the studied area, as well as by means of some calculations related to the internal ventilation and to the sizing of the openings. The results show us the necessity of greater openings as one gets in the urban mesh from the coast edge in direction to the city center, making it clear that the ventilation conditions in the interior of the building are not adequate.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer do tempo, percebe-se a luta da humanidade no sentido de alcançar o conforto térmico. Nos dias de hoje esta preocupação torna-se cada vez mais evidente. Novas exigências, pelo próprio desenvolvimento da espécie humana, fazem com que o homem procure identificar as condições necessárias para que os espaços interiores possam garantir aos seus ocupantes melhores condições de conforto térmico.

Este estudo faz parte de um trabalho mais extenso (QUEIROGA, 2005) que, da mesma forma, enfoca temas ligados ao conforto térmico, através da renovação de ar interior propiciada pela ventilação natural que permeia o interior dos edifícios. Nesse enfoque entende-se ser de grande importância a questão das aberturas, portas e janelas, no que diz respeito a sua localização e especialmente, ao seu dimensionamento.

Em relação às aberturas de entrada e de saída de ar, objetiva-se o seu dimensionamento para as condições de ventilação da cidade de João Pessoa (SILVA, 1999), tendo como base para o presente estudo as portas e janelas externas do edifício Maison de France, uma das tipologias estudadas (QUEIROGA, 2005), e os Ensaio em Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica, através das tomadas de perfis de velocidade em quatro pontos pré-determinados considerando o referido edifício posicionado nestes pontos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As bases teóricas que nortearam a pesquisa referem-se aos métodos de cálculos de ventilação interna e do dimensionamento de aberturas, o padrão de ventilação contido no Atlas de Vento definido para a cidade de João Pessoa/PB e a norma técnica utilizada como parâmetro de cálculo para renovação de ar interior (QUEIROGA, 2005).

Em estudos realizados acerca da ventilação no interior de edifícios (SARAIVA *et al.*, 1999), aborda método de avaliar a ventilação interna, estimando os fluxos de ar através da edificação, associados a processos de ventilação natural, não considera os efeitos térmicos e pressupõe uma análise das condições de pressão impostas pelo vento sobre a superfície exterior, permitindo definir o sentido das circulações internas. A demarcação do fluxo de ar no interior, definida para o rumo de vento estudado, e analisada antes de prosseguir com a aplicação, para poder determinar, através de bibliografia especializada (SARAIVA, *et al.*, 1999), os valores correspondentes à perda de carga para cada abertura externa.

Para o cálculo da ventilação interna, que inclui cálculo da perda de carga, cálculo do caudal de ventilação e cálculo da quantidade de renovações de ar no ambiente, utilizaram-se os métodos Taxas de Renovação de Ar em Condições de Ventilação Cruzada em Apartamentos de Tipologia Simples (SARAIVA, *et al.*, 1999) e *A simplified model to estimate Natural Ventilation flows for simple dwelling layouts* (MARQUES DA SILVA E SARAIVA, 2001).

Considerando o cálculo do dimensionamento de aberturas tomaram-se como referência os métodos já citados, admitindo que se tenha a mesma distribuição de pressão e as mesmas resistências através do edifício; desta forma, o caudal que passa pelo edifício é proporcional à velocidade e à área de passagem, ou seja, à área das aberturas, bastando para o dimensionamento em pontos determinados igualar os caudais, sendo assim, nas situações medidas temos o mesmo caudal.

Os dados climáticos utilizados neste trabalho fazem parte de estudo desenvolvido (SILVA, 1999), que trata de metodologia que permite avaliar as condições de ventilação natural urbana, tanto externa quanto interna, a edificações, através da determinação de Atlas de Vento. Trabalhou-se com os rumos de vento 90° e 150°, pois, de acordo com o Atlas de Vento, o primeiro rumo tem a menor frequência dentre as mais expressivas, caracterizando a situação mais desfavorável em relação à ventilação, e o segundo rumo é o predominante.

Empregou-se, ainda, neste trabalho a NBR-6401 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1980), como recomendação para renovação de ar ambiente, valor contido na norma em tabela intitulada: Ar exterior para renovação, considerando o número de pessoas e a concentração de fumantes, o dado utilizado corresponde ao valor recomendado para residências, que equivale a 35 m³/h/pessoa.

3. UNIVERSO DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no estado da Paraíba, nordeste do Brasil, que se limita ao norte com o estado do Rio Grande do Norte, ao sul com o estado de Pernambuco, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com o estado do Ceará, mas precisamente na cidade de João Pessoa, capital do estado, localizada entre os meridianos de 34° 45' 54" e 38° 45' 54" de longitude oeste e entre os paralelos de 6° 02' 12" e 8° 19' 18" de latitude sul.

Situada na porção oriental do estado e também das Américas, Ponta do Seixas, a cidade de João Pessoa, corresponde a: latitude de 7° 08' S, longitude de 34° 53' W e altitude de 5,00 m. Pela localização geográfica, o clima em João Pessoa se caracteriza por temperaturas médias anuais elevadas, em torno de 25° C, sem estações térmicas, mas com estação úmida definida. Apresenta um regime pluviométrico acentuado nos meses de maio, junho e julho, possui umidade relativa do ar elevada, média anual de 80%, com apenas dois meses secos, segundo classificação bioclimática de Köppen de 1984 atualizada até os dias atuais, no Atlas do Estado da Paraíba (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1985).

A delimitação do universo estudado envolve trechos dos bairros de Tambaú e de Cabo Branco (QUEIROGA E SILVA, 2006), compreendendo a faixa litorânea que se limita a norte com a Rua Helena Meira Lima, a sul com a Avenida Monsenhor Odilon Coutinho, a leste com as Avenidas Almirante Tamandaré e Cabo Branco e a oeste com o Rio Jaguaribe, corresponde a 846.102,00 m² de área, como pode ser visto na figura abaixo (Figura 1). É cortada pelo principal eixo de acesso à praia, Avenida Presidente Epitácio Pessoa, fazendo a ligação da praia ao centro da cidade.

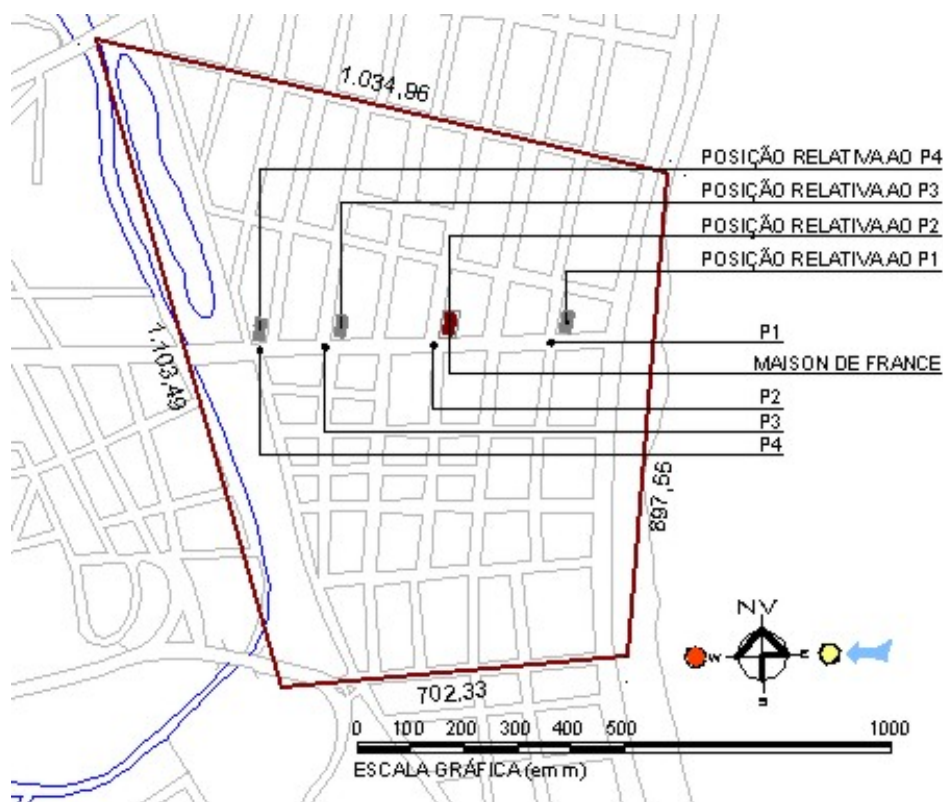


Figura 1 – Planta da área estudada.

Selecionou-se, nesse universo, o edifício Maison de France, tomando-se suas aberturas como referência, portas e janelas externas,

O edifício estudado possui dez pavimentos, sendo semi-subsolo + pilotis + oito pavimentos tipo + cobertura, com quatro unidades habitacionais por andar, das quais, neste estudo, tratou-se da unidade nomeada como APARTAMENTO 4 (Figura 2), que encontra-se na posição mais favorável em relação a ventilação estudada, rumo de vento de 90°.

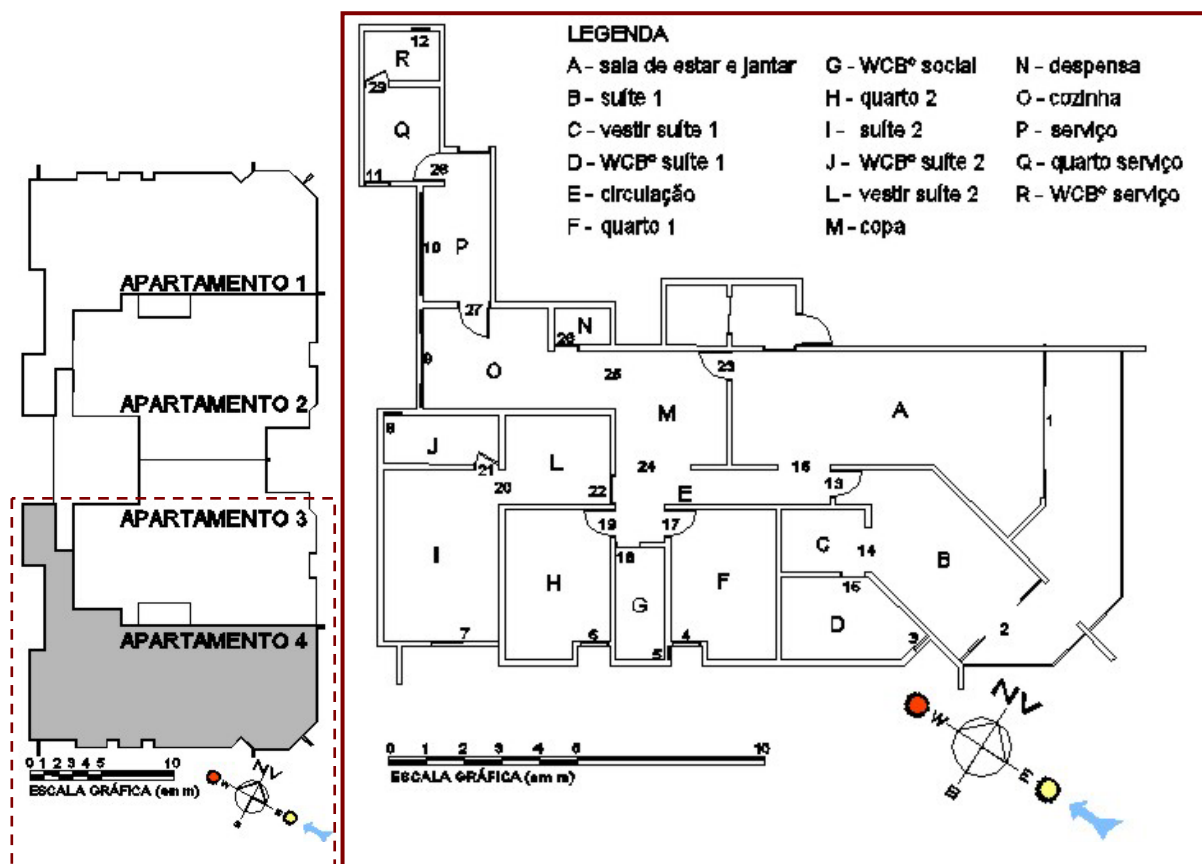


Figura 2 – (A) Planta do edifício Maison de France, (B) planta baixa do apartamento estudado.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho tem o seu desenvolvimento metodológico fundamentado em resultados obtidos de **Ensaio em Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica**, utilizando-se de tomadas de perfis de velocidade medidos em quatro pontos, PONTO 1 (P1), PONTO 2 (P2), PONTO 3 (P3) e PONTO 4 (P4) considerando o rumo de vento 90°, localizados ao longo da Avenida Presidente Epitácio Pessoa, e ensaios de figura de erosão de areia, que serviu unicamente para definir a escolha do edifício estudado (QUEIROGA, 2005). Realizaram-se ainda cálculos referentes à ventilação interna e ao dimensionamento de aberturas, referente à unidade habitacional multifamiliar estudada. Está dividido em cinco etapas.

Etapa I: etapa inicial, composta por duas fases: levantamento físico da área, com o objetivo de conhecer o padrão de ocupação do solo atual; atualização das plantas da área, a partir dos dados levantados.

Etapa II: nesta etapa, realizou-se execução da maquete, foram confeccionados blocos, modelos representativos dos edifícios correspondentes à área estudada, de acordo com a situação atual e o adensamento máximo permitido pelos instrumentos de ordenamento urbano da Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP) (PEREGRINO, 2005). Para esta fase alguns pontos mereceram atenção especial; um deles, diz respeito à garantia de critérios de semelhança entre a escala natural e o modelo, para tanto, procurou-se conservar no modelo a conformação espacial da área estudada; outro ponto, refere-se à escala utilizada para o modelo, pois esta não deve ser nem muito pequena nem muito grande, podendo alterar as condições de escoamento. O modelo usado nesta pesquisa foi confeccionado na escala de 1:750, sendo utilizado na etapa de trabalho seguinte.

Etapa III: composta por quatro fases; na primeira delas foram feitos os Ensaio em Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica, iniciados com medição do perfil de Camada Limite Atmosférica (CLA) de referência, determinando as características do escoamento para o rumo 90°, considerando o terreno livre; foi instalado no túnel um tubo de *Pitot Prandtl* de referência, com três

milímetros de diâmetro, posicionado no ponto que correspondeu ao centro da área estudada, na maquete, acoplado a um braço mecânico, que permitiu medir nas diferentes cotas o perfil de velocidades do tipo CLA. Ensaíram-se ainda, mais dois adensamentos diferentes, objetivando a obtenção de perfis de velocidades correspondentes a cada um dos ensaios, considerando o rumo de vento de 90°, para a situação atual e adensamento máximo permitido pelos instrumentos de ordenamento urbano da PMJP; foi ainda realizado ensaio de erosão de areia para o rumo de vento 150°, situação atual, unicamente para definição do edifício estudado, totalizando quatro ensaios:

- A. 0 – terreno livre . E. 1 – 90°;
- A. 1 – adensamento situação atual da área . E. 2 – 90°;
E. 3 – 150°;
- A. 2 – adensamento máximo permitido pelos instrumentos de ordenamento urbano PMJP . E. 4 – 90°;

Na fase seguinte desta etapa, segunda fase, realizou-se a sistematização de dados obtidos dos ensaios; os resultados referentes aos perfis da CLA geraram valores correspondentes a necessidades de aberturas considerando as situações estudadas; todos os dados foram dispostos em tabelas. Na terceira fase, foram feitos gráficos dos perfis de velocidades de CLA de referência para cada um dos adensamentos, assim como os correspondentes ao dimensionamento das aberturas estudadas, gerados a partir dos perfis de velocidade. Em seguida, na quarta fase, fez-se uma análise dos resultados.

Etapa IV: esta etapa refere-se a cálculos, composta por duas fases, iniciando pelo levantamento físico do edifício escolhido para os cálculos de ventilação interna e de suas aberturas de ventilação, área real de abertura, com base em planta baixa e visita “in loco”; podendo-se então, realizar os cálculos, primeiramente da ventilação interna; considerando o rumo de vento 90°, definiram-se os trajetos de fluxo de ar através do edifício estudado abrangendo todas as aberturas, em várias situações. Para o cálculo dos caudais de ventilação, utilizaram-se dos coeficientes de pressão determinados por (QUEIROGA, 2005), que variaram de + 0,5 (entrada) e - 0,3 (saída). Dadas às dimensões das tabelas resultantes desses coeficientes, dentre outras, e das plantas contendo os trajetos do vento para cada situação, estas não são aqui apresentadas. Em seguida, os valores encontrados foram confrontados com a NBR 6401; logo após fizeram-se novos cálculos no sentido de adequar o número de renovações existente nos ambientes à recomendação normativa, para então poder realizar os cálculos relativos ao dimensionamento das aberturas externas do edifício, considerando este posicionado relativamente aos pontos P1, P2, P3 e P4 gerando gráficos referentes às doze aberturas externas, nas duas situações de adensamento, distintamente medidas.

Etapa V: na última etapa, foi feita a adequação e organização das informações, a partir do conjunto de dados obtidos nas fases de cálculo, sobretudo os relativos ao dimensionamento de aberturas considerando a ventilação natural.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Ensaios em Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica

Os dados obtidos no ensaio A.0 foram adimensionalizados para a obtenção do gráfico correspondente, ou seja, foram divididos pelo maior valor referente à velocidade medida neste ensaio. O perfil de CLA para os adensamentos A.1 e A.2 em cada um dos pontos medidos foi calculado da mesma maneira que foi feito para o perfil de CLA de referência. O perfil de referência obtido, destacado em azul escuro, relativo a CLA de referência, constante dos Gráficos A.1 e A.2 detém, através de seu desenvolvimento em escala, características que simulam um escoamento CLA de zonas de campo aberto, cheio e regularmente desenvolvido.

Observando-se os perfis de CLA para o A.1 (Gráfico 1), percebe-se, já a entrada da área, a elevação da CLA iniciando com os valores relativos ao ponto P3, P4, P1 e P2, respectivamente, destacados em laranja claro, amarelo, vermelho e laranja escuro. No perfil relativo ao P3 percebe-se uma transição considerável seguindo-se uma outra no P1, correspondendo à altura entre o segundo e quinto pavimento aproximadamente, ambas coerentes com o padrão de ocupação do solo atual. Destacando o perfil relativo ao P1 como o mais cheio, valores de velocidade e cota altimétrica mais próximos ao perfil de CLA de referência, enquanto que o perfil que se relaciona ao P4 como o menos cheio.

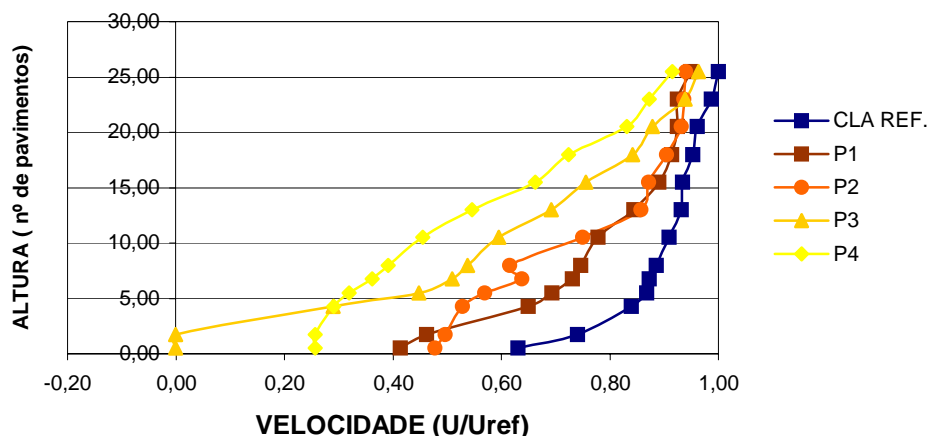


Gráfico 1 – Camada Limite Atmosférica, A.1.

No ensaio A.2, os perfis demonstram uma rápida elevação da camada limite, embora o perfil relativo ao P1 encontre-se, neste adensamento, com valores mais próximos aos valores da CLA de referência com desenvolvimento uniforme sem transições, o perfil relativo ao P4 destaca-se por ser menos cheio (Gráfico 2).

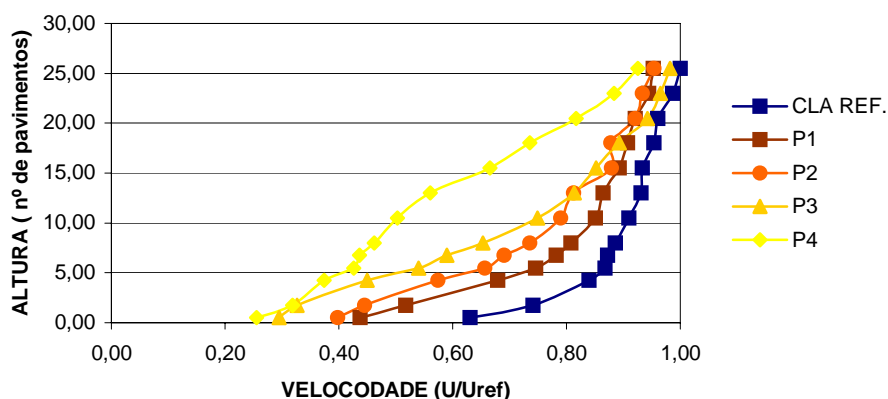


Gráfico 2 – Camada Limite Atmosférica, A.2.

Confrontando-se os gráficos de CLA para os adensamentos A.1 e A.2 (Gráfico 1 e 2), tem-se: os perfis relativos ao A.1, demonstrando já no ponto P3 uma elevação da CLA à cota de dois pavimentos, aproximadamente, seguido do ponto P4, a partir do qual, no ponto P3 detecta-se uma transição e no ponto P4 uma aceleração ascendente das velocidades que, quando comparados com os pontos P3 e P4 do A.2, nestes últimos, percebe-se uma aceleração na sub-camada inferior e uma elevação da CLA em função da rugosidade da área a partir do segundo pavimento.

Ainda comparando os perfis relativos aos adensamentos A.1 e A.2, pode-se perceber que no A.1 a elevação da CLA inicia-se praticamente nos quatro pontos à mesma altura, enquanto que, no A.2 há

um pequeno retardamento na elevação da CLA nos pontos P1 e P2, o que conduz ao entendimento das inter-relações existentes entre os escoamentos e a tridimensionalidade do ambiente construído, nele considerando-se os afastamentos entre os edifícios.

5.2 Cálculo da ventilação interna

Calculou-se a perda de carga dos trajetos de ar estudados, o caudal de ventilação, que é determinado em função dos valores da velocidade do vento exterior, da área de referência, do coeficiente de perda de carga e dos coeficientes de pressão de entrada e de saída e o cálculo da quantidade de renovações em cada ambiente, que corresponde à razão entre o caudal de ventilação e o volume do ambiente, possibilitando a comparação com a norma técnica e, sobretudo, a utilização das aberturas, ou seja, das suas áreas reais, para o cálculo do dimensionamento, no caso destas aberturas, para as condições determinadas neste estudo (QUEIROGA, 2005).

5.3 Cálculo do dimensionamento de aberturas

Com relação à determinação do dimensionamento de aberturas referente ao edifício Maison de France foram feitos cálculos relativos a todas as aberturas externas, gerando 12 gráficos. Destes, foi analisado, neste trabalho, apenas os referentes às aberturas 1 e 3, podendo representar de forma sucinta o conjunto total dos gráficos. Os gráficos não apresentados traduzem situações diferenciadas em termos de dimensões e localizações das aberturas. Desta maneira evitou-se tecer maiores considerações que dizem respeito aos aspectos físicos destas, atendo-se apenas à demonstração dos resultados encontrados para os seus dimensionamentos; para tanto, considerou-se o respectivo edifício posicionado relativamente aos pontos P1, P2, P3 e P4 (Figura 1).

Observando-se os gráficos relativos a abertura 1, porta da sala estar e jantar para a varanda, com área real de abertura igual a 3,61 m², percebe-se facilmente, através do desenvolvimento das curvas relativas a esta abertura, um déficit considerável no A.1 (Gráfico 3), crescente em relação aos adensamentos A.2 (Gráfico 4).

Como pode ser visto no gráfico correspondente ao A.1, os resultados encontrados para a abertura 1 relativo ao seu dimensionamento tem o seu maior valor para o perfil relacionado a P1 perto de 5,00 m² de área real, chegando a um valor máximo de aproximadamente 14,00 m² para o P3, em ambos os casos para a altura em torno de dois pavimentos, este valor deve-se ao padrão de ocupação da área, podendo ser percebido quando relacionado ao gráfico referente a CLA para o A.1 (Gráfico 1), quando foram encontradas velocidades muito baixas.

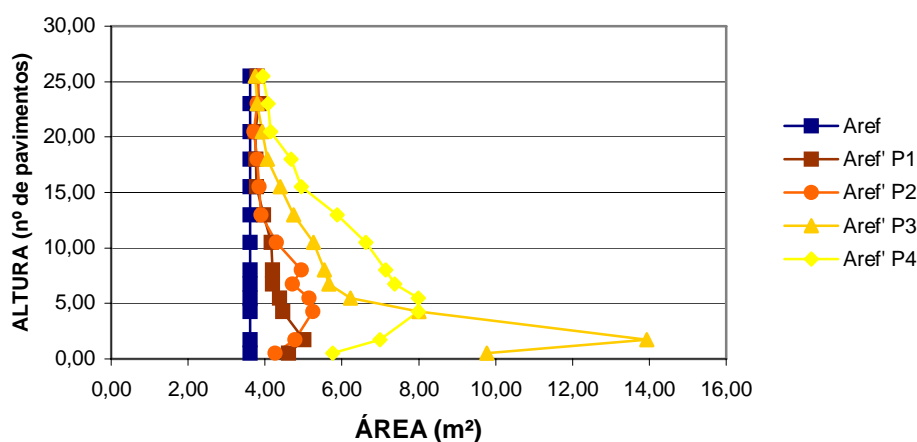


Gráfico 3 – Maison de France abertura 1, Aref' calculada para P1, P2, P3 e P4 – A.1.

Pela análise do gráfico para o A.2, os valores encontrados para o P1 recorrem ao mínimo, encontrando-se próximo a 4,50 m² de área real requerida considerando as condições de ventilação estudadas, como em A.1 a altura de dois pavimentos, já os valores para P4 recorrem ao máximo, chegando a quase 7,00 m² de área de abertura a altura aproximada do quinto pavimento.

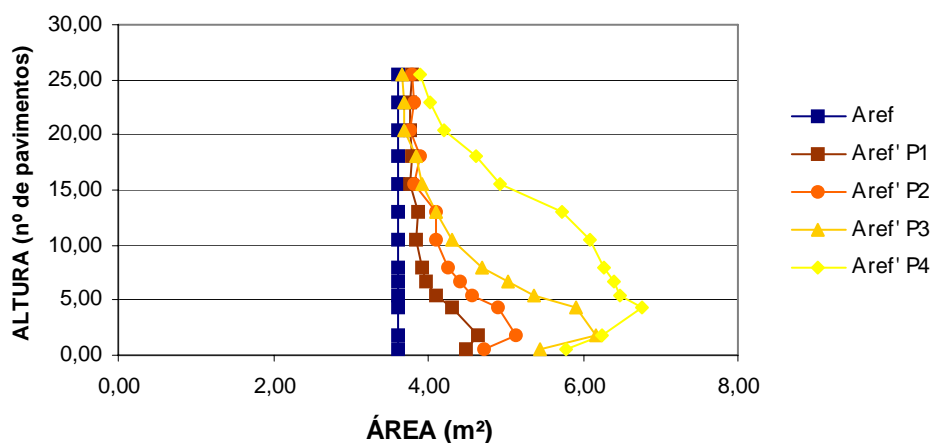


Gráfico 4 – Maison de France abertura 1, Aref' calculada para P1, P2, P3 e P4 – A.2.

Em relação à abertura 3, janela do WCB^o suíte 1, com área real de abertura que corresponde a 0,16m², observando-se os gráficos relacionados com os adensamentos A.1 e A.2 (Gráfico 5 e Gráfico 6), respectivamente, é evidente a necessidade de acréscimos na área desta abertura à medida que se adentra à área estudada, comprovada quando relacionada aos perfis de CLA para cada ponto em cada um dos adensamentos, esta comparação torna-se evidente, principalmente quando analisado o valor encontrado para o ponto P3 à altura do segundo pavimento para o adensamento A.1, requerendo valores maiores que 0,60m², o que chega a corresponder a quase quatro vezes mais, quando comparados aos valores de referência.

Ainda pela análise do gráfico referente à abertura 3 (Gráfico 5), pode-se perceber que, a altura de aproximadamente cinco pavimentos, há a sobreposição dos valores para o P3 e P4 equivalendo a perto do dobro da área utilizada como referência, ou seja, valores próximos a 0,32m², já os valores para P1 e P2 se aproximam bastante do perfil de referência.

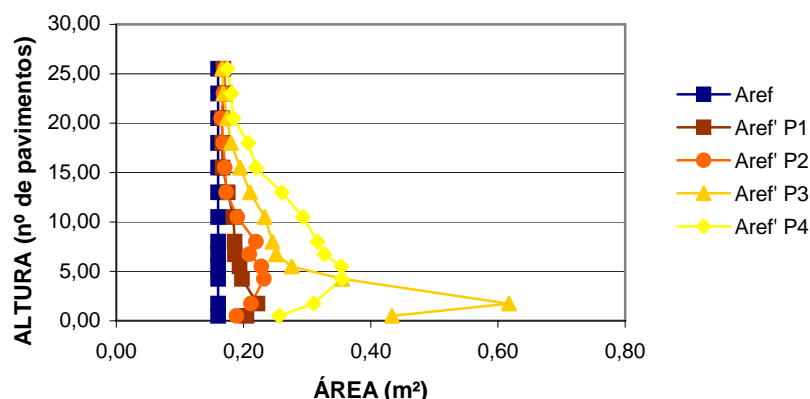


Gráfico 5 – Maison de France abertura 3, Aref' calculada para P1, P2, P3 e P4 – A.1.

Em relação, ainda, a abertura 3 agora considerando o A.2 (Gráfico 6), o valor máximo encontrado aproxima-se de 0,30m², a altura do quinto pavimento para o perfil relativo a P4, correspondendo a pouco menos que o dobro da área de referência, ficando visível que o perfil para este ponto, ponto

mais distante em relação a orla marítima, aparece com valores mais distantes dos de referência quando comparados aos outros perfis, enquanto que os de P1, ponto mais próximo a orla, encontram-se mais próximos dos valores de referência, sendo o seu valor máximo encontrado de pouco mais que 0,20m² equivalendo ao segundo pavimento.

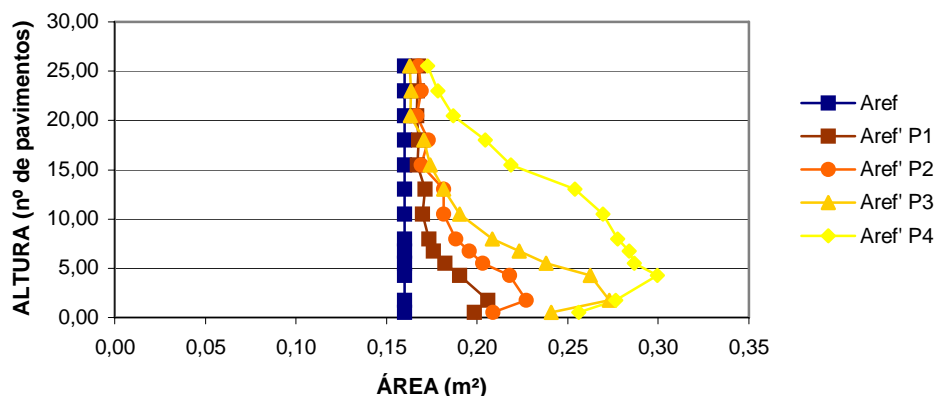


Gráfico 6 – Maison de France abertura 3, Aref' calculada para P1, P2, P3 e P4 – A.2.

Tomando-se por base os gráficos estudados, verifica-se que a aproximação dos perfis, ou seja, das áreas dimensionadas para as aberturas, em relação às áreas de referência, só acontecem à altura do vigésimo pavimento para o A.1 (Gráfico 3 e Gráfico 4) e para o A.2 (Gráfico 5 e Gráfico 6) acontecendo no décimo quinto pavimento para os perfis relativos a P1, P2 e P3, e no vigésimo quinto pavimento para o perfil concernente a P4, comprovando-se a necessidade de aberturas maiores que as estudadas para que estas propiciem condições favoráveis de ventilação interior a medida que, afasta-se da orla marítima.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados constataram a necessidade de aberturas cada vez maiores à medida que se adentra a malha urbana a partir da orla marítima em direção ao centro da cidade para que estas possam atender as condições necessárias, em termos de ventilação natural para o ambiente interior definidas pelas normas, deixando claro o comprometimento das condições de ventilação no interior do edifício, ficando demonstrado sua inadequação em termos de ventilação.

Como se pode perceber, a não consideração da localização da edificação na malha urbana, como também o não conhecimento do seu entorno e, sobretudo, o dimensionamento deficiente das aberturas externas de edificações, pode levar a equívocos que têm como consequência o comprometimento da quantidade de ventilação e da qualidade de ar interior. Sendo assim, não se deve deixar de avaliar a energia necessária para corrigir tais problemas. Estas situações podem ser praticamente evitadas com a consideração, durante a fase de projeto de arquitetura, do regime de ventos locais e suas inter-relações com o meio construído.

Esses fatos podem ser decorrentes tanto do desconhecimento dos profissionais sobre o assunto, quanto pela escolha de soluções plásticas não condizentes com a realidade climática local. Ultimamente tem-se praticado dimensionamentos cada vez mais reduzidos em nome de uma certa redução de custos iniciais, que por sua vez oneram a manutenção da edificação em termos energéticos.

Um outro aspecto diz respeito às tipologias atuais de fechamentos de aberturas, que possuem área líquida real para ventilação que, na grande maioria das vezes, corresponde à metade da abertura, em duas folhas de vidro corredeiras, como é o caso da edificação estudada, as quais, quando sobrepostas, resultam em perdas significativas em termos de área para a ventilação.

Além dos aspectos já comentados, tenha-se em conta que boa parte das questões ligadas à ventilação interior de ambientes advem, evidentemente, dos padrões de ocupação do solo urbano. Quando da opção por um deles, normalmente os ventos são considerados de maneira superficial, desprezando-se seu comportamento dinâmico e suas inter-relações com o meio construído.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1980) *NBR 6401 Instalações centrais de ar-condicionado para conforto – parâmetros básicos de projeto*. Rio de Janeiro. Brasil.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA (1985) *Atlas do Estado da Paraíba*. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: Grafset.

MARQUES DA SILVA, F., SARAIVA, J. G. (2001) “A simplified model to estimate Natural Ventilation flows for simple dwelling layouts”. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. Portugal.

PEREGRINO, P. S. de A. (2005) *Inter-relações existentes entre os escoamentos e padrões de ocupação do solo nos bairros do Cabo Branco e Tambaú – João Pessoa/PB*. João Pessoa. (Dissertação, mestrado em Engenharia Urbana).

QUEIROGA, S. C. C. de. (2005) *Verificação da eficiência do dimensionamento de aberturas para ventilação natural , nos bairros Cabo Branco e Tambaú, na cidade de João Pessoa/PB*. João Pessoa. (Dissertação, mestrado em Engenharia Urbana).

QUEIROGA, S. C. C. de, SILVA, F de A. G da. (2006) *Verificação da eficiência do dimensionamento de aberturas para ventilação natural , nos bairros Cabo Branco e Tambaú, na cidade de João Pessoa/PB*. in: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 11, ENTAC-2006, Florianópolis. Brasil

SARAIVA, J. G., SANTOS, P. R. P. dos, MARQUES DA SILVA, F., GONÇALVES DA SILVA, F.A. (1999) *Aspectos da Regulamentação Portuguesa sobre o Comportamento Térmico de Edifícios e Equipamentos*. in: Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2, Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 5, ELACAC/ENCAC-1999, Fortaleza. Brasil.

SILVA, F. de A. G. da. (1999) *O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído: uma aplicação ao nordeste do Brasil*. São Paulo: FAUUSP. (Tese, doutorado em Arquitetura).