



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DIMENSIONAMENTO DE ABERTURAS PARA VENTILAÇÃO NATURAL, NOS BAIRROS CABO BRANCO E TAMBAÚ, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB**

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

(1) Área de Construção Civil – Coordenação de Design de Interiores – Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, Brasil – e-mail: chavesclaudino@uol.com.br

(2) Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – Centro de Tecnologia – Universidade Federal da Paraíba, Brasil – e-mail: ffagos@yahoo.com.br

### **RESUMO**

**Proposta:** Este artigo trata da verificação da eficiência do dimensionamento de aberturas, para ventilação natural, considerando as condições existentes de implantação na malha urbana do edifício Residencial Porto Cairu, situado no bairro de Cabo Branco, na cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba. **Método de pesquisa/Abordagens:** Ensaios em Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica, utilizando tomadas de perfis de velocidade em pontos determinados e figuras de erosão de areia; cálculos referentes à ventilação interna e ao dimensionamento de aberturas externas do edifício estudado. **Resultados:** Demonstraram déficits de ventilação na medida em que se adentra a área estudada, conduzindo à necessidade de se considerarem as inter-relações entre o padrão de ventilação local e o de ocupação do solo urbano quando do cálculo de aberturas para ventilação natural. **Contribuições/Originalidade:** Determinação de déficits de velocidade de Camada Limite Atmosférica (CLA), déficits ao nível e déficits de quantidade de movimento para a área estudada.

Palavras-chave: ventilação natural; aberturas; conforto térmico interior.

### **ABSTRACT**

**Propose:** This article deals with the verification of the opening dimension efficiency leading to natural ventilation. Therefore, aspects concerning the existing conditions for the implantation of the urban mesh in the Residencial Porto Cairu, situated in Cabo Branco, in the city of João Pessoa, capital of Paraíba, were taken into consideration. **Methods:** Tests in an Aerodynamic Tunnel, concerning Atmospheric Boundary Layer, using the speed profile takes in determined points, as well as pictures of sand erosion; calculations concerning both the internal ventilation and the outlet opening dimension of the studied building. **Findings:** Deficit in regard to loss of ventilation was demonstrated in the studied area. This leads one to the necessity of considering the relationship between the local ventilation pattern and the urban soil occupational pattern when calculating the openings for natural ventilation. **Originality/value:** The determining of speed deficit referring to the Atmospheric Boundary Layer, to the deficit regarding both levels, and to the deficit concerning the quantity of movement related to the studied area.

Keywords: natural ventilation; openings; thermal comfort indoor.

## **1 INTRODUÇÃO**

Ao longo dos anos o homem utilizou-se de artifícios, sejam eles fogo ou pele de animais, entre outros, para proteger-se do rigor climático, buscando resguardar a sua integridade física da agressão causada pelo clima, tentando atender às suas exigências de conforto térmico e ampliando seu espaço de

equilíbrio biológico. Sendo assim, os abrigos foram evoluindo e se adequando às características do clima, do terreno, dos materiais disponíveis, das técnicas de construção, entre outros aspectos, como também foram acumuladas experiências sempre na tentativa de servir ao homem no que se refere ao seu conforto.

Neste sentido, pode-se dizer que a interação da arquitetura com o clima, possibilita o atendimento às exigências humanas de conforto higrotérmico. Sabe-se, do valor das condições ambientais sobre a saúde do ser humano e entende-se que, quando estas proporcionam ao homem o alcance do equilíbrio térmico com o menor gasto possível de energia, a sobra de energia é canalizada para diversas atividades. Este tipo de equilíbrio é conseguido quando o ambiente produz sensações térmicas agradáveis ao homem, ou seja, quando do alcance de um intervalo de temperaturas ambiente dentro do qual ele se sentirá confortável.

Desde a revolução industrial, está-se convivendo com grandes avanços tecnológicos, o que gerou transformações sociais, econômicas e técnicas, influenciando de modo incisivo a arquitetura, mudando os seus preceitos de origem. O processo construtivo foi intensificado, foram usados padrões diversos, muitas vezes modelos apropriados a lugares com características climáticas diferentes sem que estes fossem adaptados às características locais.

Ao contrário do exposto, a preocupação com a questão regional deve estar presente em todo trabalho que envolva a cidade, pois não se pode simplesmente copiar modelos, tanto os de arquitetura como os relativos ao meio urbano, precisa-se ter em mente que cada situação exige uma solução específica determinada pelos condicionantes locais, com base em índices de conforto representativos do sítio.

A preocupação com o conceito relativo ao planejamento e ao controle do uso e da ocupação do solo é um importante ponto para o alcance das condições de equilíbrio das cidades. Essa preocupação se disseminou no Brasil a partir dos anos 1970. A realidade atual de planejamento está estreitamente ligada à existência de um Plano Diretor, que de acordo com a legislação, precisa ser atualizado periodicamente.

Faz-se necessário, portanto, focalizar ações na reconstrução da ordem urbanística, que devem estar orientadas por novos princípios, métodos, concepções e ferramentas, sempre na tentativa de estabelecer limites cada vez mais estreitos entre cidade legal e ilegal, entre planejamento urbano, legislação e gestão. O Estatuto da Cidade (2001), lei voltada a instrumentalizar os municípios no seu papel constitucional de principal executor da política de desenvolvimento urbano, prevê que é indispensável a obtenção de dados relativos à ocupação, ou não, de cada área, e elenca requisitos básicos para definição do macro-zoneamento; expressa, ainda, que, a partir do mapeamento destes requisitos, os instrumentos vão ser mobilizados no sentido de atingir os objetivos estabelecidos: geomorfologia; ecossistemas; atendimento da área urbana pela infra-estrutura; características de uso e ocupação existentes; preço da terra.

Visando organizar o desenvolvimento urbano, de modo planejado, pode-se lançar mão de mecanismos de controle do uso e da ocupação do solo, estabelecer limitações e preceitos ao parcelamento deste, à localização de estabelecimentos e à distribuição espacial da população, proporcionando um maior equilíbrio à cidade como um todo, objetivando não só atender as necessidades atuais de estabilidade, mas também ampliar o equilíbrio de forma duradoura.

De acordo com estudos realizados, foi comprovada a existência de uma alta correlação entre os tipos de uso do solo urbano e a variação da temperatura do ar, verificaram-se ainda, altas temperaturas em áreas de crescimento intenso e pouca quantidade de verde (LOMBARDO, 1985). Sendo o homem o maior agente individual da alteração da superfície terrestre, suas ações, ou melhor, atividades humanas, ocorrem de forma intensa e rápida, provocando modificações, muitas vezes irreversíveis, com prejuízos para o ambiente e para si próprio, sendo assim, visualizamos o homem como um ser em constante interação com a cidade, alterando-a (MOTA, 1999), o grande desafio é como compartilhar as ações do homem com a conservação dos recursos naturais.

Sabendo que o conforto ambiental tem como uma de suas variáveis o conforto térmico, e que este pode ser conseguido com a utilização de ventilação natural aliado a um correto dimensionamento e orientação das aberturas, este trabalho estende sua preocupação a estes fatores, objetivando a manutenção da qualidade do ar através do número de renovações a este fim necessárias.

## 2 ESTUDOS ANTECEDENTES

Estudos realizados na tentativa de determinar índices de conforto (HOUGHTEN, YAGLOU, 1923), criando o índice de Temperatura Efetiva (TE), que se baseava na relação entre temperatura e umidade relativa do ar; em seguida foi agrupado a este conceito (HOUGHTEN, YAGLOU, 1924) (YAGLOU, MILLER, 1925), o efeito da velocidade do ar e o tipo de vestimenta, outras correções foram aplicadas, incluindo os efeitos da radiação térmica, passando a chamar-se de Temperatura Efetiva Corrigida (TEC) (VERNON, WARNER, 1932), citados em relatos (McINTYRE, 1980).

Foram ainda determinados limites de eficácia das diversas medidas arquitetônicas e construtivas em que se traduzem as estratégias bioclimáticas (GIVONI, MILNE, 1969), com base em estudo anterior (OLGYAY, 1963), pois, até este momento, estas medidas tinham sido somente identificadas. Denominada carta bioclimática para edifícios, conhecida também como carta bioclimática de Givoni, apresenta novos conceitos, incluindo a constituição do próprio edifício e o seu reflexo na temperatura interior.

Outro trabalho (FANGER, 1973), equação de conforto, é o primeiro estudo do autor no sentido de quantificar as variáveis pessoais e ambientais que produzem uma sensação de neutralidade térmica para uma maioria de indivíduos. Esta equação de conforto inclui seis variáveis/parâmetros de conforto, sendo eles: grau de atividade, resistência térmica da roupa, temperatura média radiante, velocidade relativa do ar e umidade do ar ou pressão parcial de vapor, gerando um número muito grande de combinações que são capazes de corresponder à equação de conforto.

Mais próximo do enfoque deste trabalho (GIVONI, SHALON, 1963), foram estudadas as influências da orientação das aberturas em relação à direção predominante do vento, no interior dos edifícios. Este estudo tratou de aspectos ligados à ventilação e a tipologias das janelas bem como a sua localização. Ainda tratando de trabalhos que enfocam a mesma linha deste estudo (MAHONEY *apud* MASCARÓ, 1991), criou um método que consiste em elaborar um diagnóstico climático da região e a partir deste estabelecer indicadores e recomendações quanto ao dimensionamento e orientação das aberturas de acordo com o clima da região em que está localizado o edifício.

A ventilação natural é um dos fatores mais importantes a serem considerados quando da proposição de aberturas em um projeto de arquitetura (FROTA, 1995), pois estas efetivam as trocas térmicas entre meio exterior e interior, proporcionando ainda a renovação do ar do ambiente, contribuindo tanto para a qualidade do ar, quanto para o conforto térmico, através da desconcentração de vapores, fumaça, poeiras, poluentes e dissipação de calor.

Para ter-se aberturas de bom desempenho, não se pode prescindir de aspectos que influenciam diretamente a sua eficiência, entre eles, a direção, frequência e velocidade dos ventos. A partir da correta distribuição e dimensionamento das aberturas, faz-se com que a ventilação seja distribuída passando por um maior número possível de ambientes, principalmente os de permanência de pessoas, pois a ventilação cruzada pode assegurar um maior rendimento real de ventilação. A tipologia adotada para as aberturas constitui outro fator de extrema importância, conduzindo também à sua maior eficiência, também é fato importante a possibilidade de controle da ventilação e renovação do ar de acordo com a necessidade do momento.

Estudos realizados acerca da ventilação no interior de edifícios (SARAIVA, MARQUES DA SILVA, SANTOS, 1999), tratam de método de avaliar a ventilação interna, através da estimativa dos fluxos de ar pela edificação, associados a processos de ventilação natural. Não consideram os efeitos térmicos pressupõe uma análise das condições de pressão impostas pelo vento sobre a superfície exterior,

permitindo definir o sentido das circulações internas. Acerca deste método (MARQUES DA SILVA, SARAIVA, 2001), acrescenta-se que uma estimativa do processo de ventilação natural para edifícios com um número de zonas internas é caracterizado pelo conhecimento da velocidade do fluxo através das aberturas e da pressão, temperatura e variação da densidade do ar para cada uma das zonas.

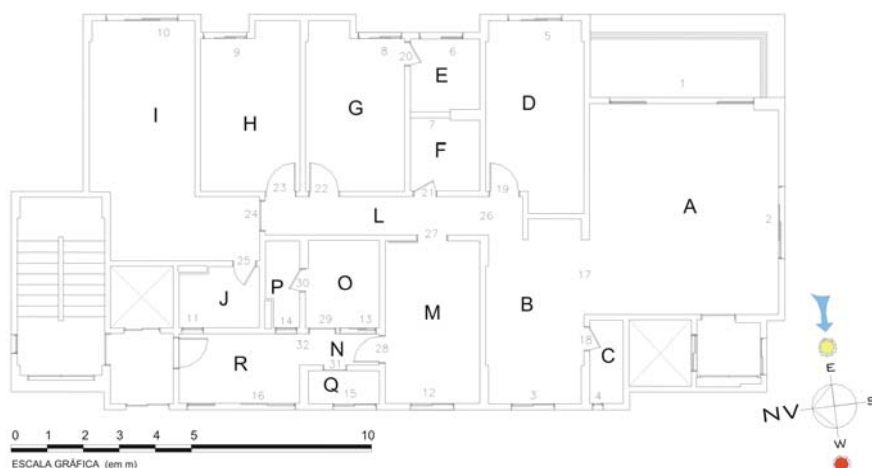
### 3 UNIVERSO DE ESTUDO

Tomou-se como foco do trabalho parte da cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, localizado na região nordeste do Brasil, 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, limitando-se 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.

A cidade de João Pessoa situa-se na porção oriental do estado e também das Américas, Ponta do Seixas, um dos marcos geográficos mais importantes do país, correspondendo 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. Com 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 (KÖPPEN, 1984), no Atlas do Estado da Paraíba, atualizada até os dias atuais.

A delimitação do universo estudado envolve trechos dos bairros de Tambaú e de Cabo Branco, compreendendo a faixa litorânea entre a Rua Helena Meira Lima e a Avenida Monsenhor Odilon Coutinho. A área limita-se ao norte e ao sul com as referidas Avenidas, respectivamente, a leste com o Oceano Atlântico, Avenidas Almirante Tamandaré e Cabo Branco e a oeste com o Rio Jaguaribe. Corresponde a 846.102,00 m<sup>2</sup> de área, medindo em seu lado voltado ao norte 1.034,96 m, ao sul 702,33 m, a leste 897,55 m e a oeste 1.103,49 m. É cortada pelo principal eixo de acesso à praia, Avenida Presidente Epitácio Pessoa, que faz a ligação da praia ao centro da cidade. A situação atual da área estudada, no que se refere ao uso do solo, é predominantemente residencial, seja unifamiliar ou multifamiliar, com um crescente número de construções de edifícios multifamiliares.

Nesse universo, selecionou-se o edifício Residencial Porto Cairu, tomando-se as suas aberturas externas, portas e janelas, como referência, podendo-se verificar, desta maneira, a eficiência do dimensionamento das aberturas para a área estudada, considerando para tanto o rumo de vento 90°, demonstrado na figura abaixo (Figura 1). O referido edifício possui onze pavimentos, sendo semi-subsolo + pilotis + nove pavimentos, com uma unidade habitacional por andar.



**Figura 1 – Planta baixa pavimento tipo Porto Cairu, com identificação dos ambientes, aberturas e a orientação do rumo de vento.**

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho tem o seu desenvolvimento metodológico fundamentado em resultados obtidos de experimentos em **Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica**, através de ensaios de figuras de erosão de areia, com a finalidade de eleger o edifício a ser estudado, e de ensaios de tomadas de perfis de velocidade em quatro pontos determinados: PONTO 1 (P1), PONTO 2 (P2), PONTO 3 (P3) e PONTO 4 (P4), localizados ao longo do eixo da Avenida Presidente Epitácio Pessoa no sentido leste-oeste (Figura 2). Este trabalho está dividido em cinco etapas.



**Figura 2 – Porto Cairu fachadas sul e leste – Planta da área estudada com localização do Porto Cairu, P1, P2, P3, P4 e posição do referido edifício relativa aos pontos P1, P2, P3 e P4.**

**Etapa I:** etapa inicial, composta por três fases: **revisão de literatura** referente a estudos antecedentes, visando também à fundamentação teórica; **levantamento físico da área**, com o objetivo de conhecer o padrão de ocupação do solo atual, identificando suas características predominantes e valores de referência para o desenvolvimento do trabalho; **atualização das plantas da área**, a partir dos dados levantados, bem como da classificação fotográfica da área objeto de estudo.

**Etapa II:** nesta etapa, composta por uma fase, realizou-se a **execução da maquete**, foram confeccionados e preparados base e blocos, modelos representativos da área estudada, correspondendo à situação atual. 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. O modelo usado nesta pesquisa foi confeccionado na escala de 1:750, utilizado na etapa de seguinte.

**Etapa III:** composta por quatro fases, na primeira delas foram feitos os **ensaios em Túnel Aerodinâmico de Camada Limite Atmosférica**, que pela análise de dados contidos no Atlas de Vento do aeroporto de João Pessoa, resultante da aplicação do  $WA^SP$ , correspondendo a dez anos de dados medidos na estação meteorológica desse aeroporto (SILVA, 1999), trabalhou-se com o rumo de vento  $90^\circ$ , pois este rumo tem a menor frequência dentre as mais expressivas, caracterizando a situação mais desfavorável em relação à ventilação e com o rumo  $150^\circ$ , rumo predominante. Os experimentos foram iniciados com medição do perfil de CLA de referência, determinando as características do escoamento para o rumo  $90^\circ$ , considerando o terreno livre, ou seja, desocupado; 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 camada limite atmosférica. Realizaram-se ainda, para a situação atual ensaios de tomadas de perfis de velocidades considerando o rumo de vento de 90°, e ensaio de erosão de areia para o rumo de vento 150°, unicamente para definição do edifício estudado. Totalizando três ensaios, a seguir:

- A.0 - terreno livre . E.1 - 90°;
- A.1 - adensamento atual escalonado da área . E.2 - 90°;

E.3 - 150°.

Na segunda fase desta etapa, realizou-se a **sistematização de dados obtidos dos ensaios**; os valores calculados referentes ao perfil da CLA geraram déficits, sendo eles: déficit de velocidade da CLA, déficit ao nível e déficit de quantidade de movimento; todos foram dispostos em tabelas. Na terceira fase, com os dados calculados e dispostos em tabelas, foram feitos **gráficos** dos perfis de velocidades de CLA de referência para o A.1, como também dos déficits acima citados, 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 três fases, iniciando pelo **levantamento físico do edifício** escolhido para os cálculos; podendo-se então, realizar os **cálculos relativos à ventilação interna e ao dimensionamento das aberturas** externas do edifício, considerando este posicionado no ponto P1, P2, P3 e P4, gerando gráficos referentes a doze aberturas. Do método *A simplified model to estimate Natural Ventilation flows for simple dwelling layouts* (MARQUES DA SILVA, SARAIVA, 2001), que considera, o caudal que passa pelo edifício como sendo proporcional à velocidade e a área de passagem, bastando para o dimensionamento em pontos determinados igualar os caudais, então:

$$\left(1 - \frac{\Delta U}{U_0}\right) = \frac{A_{ref}}{A'_{ref}} \quad (\text{eq. 01})$$

$\frac{\Delta U}{U_0}$  = Déficit ao nível; onde:  $\Delta U$  = variação de velocidade;

$U_0$  = velocidade de referência;

$A_{ref}$  = Área de referência do edifício estudado;

$A'_{ref}$  = Área de referência encontrada.

Na última fase procedeu-se a **discussão parcial** dos resultados, correspondendo a sua análise.

**Etapa V:** na última etapa, foi feita a adequação e organização dos dados. Como também foram elaboradas as **conclusões** da pesquisa realizada, a partir do conjunto de dados obtidos nas fases de cálculo verificando a eficiência do dimensionamento de aberturas considerando a ventilação natural.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Perfis de Camada Limite Atmosférica

**Perfil de Camada Limite Atmosférica de referência:** Corresponde ao terreno sem obstáculos. Os dados obtidos foram adimensionalizados para a obtenção do gráfico correspondente, ou seja, foram

divididos pelo maior valor referente à velocidade medida neste ensaio, A.0. O gráfico obtido detém, através de seu desenvolvimento em escala, características que simulam um escoamento CLA de zonas de campo aberto, cheio e regularmente desenvolvido (Gráfico 1).

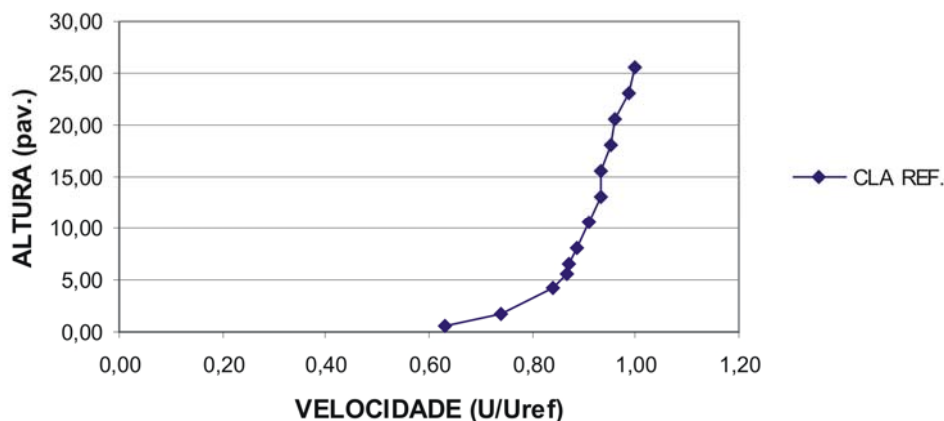


Gráfico 1 – Camada Limite Atmosférica de referência.

**Perfis de Camada Limite Atmosférica:** o perfil de CLA para o adensamento A.1 em cada um dos pontos medidos foi calculado da mesma maneira que foi feito para o perfil de CLA de referência. Observando-se os perfis de CLA (Gráfico 2), 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 azul, vinho, verde e amarelo. 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 mais próximos ao perfil de CLA de referência, enquanto que o perfil que se relaciona ao P4 como o menos cheio.

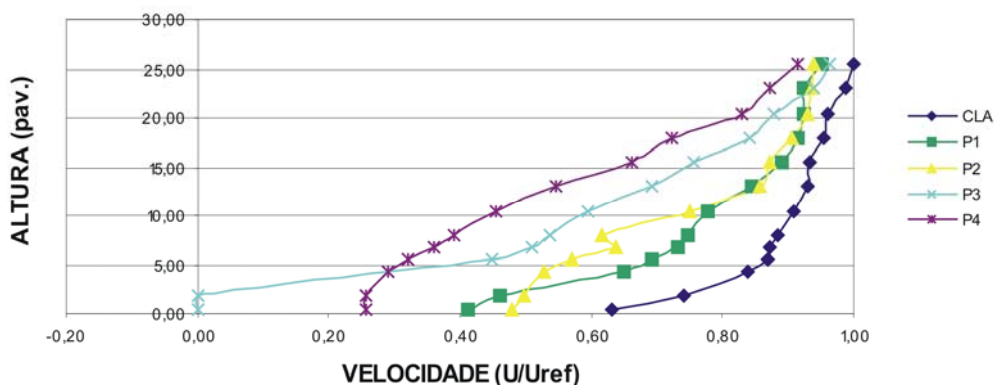


Gráfico 2 – Camada Limite Atmosférica, A.1.

**Déficits de velocidades da Camada Limite Atmosférica:** os déficits de velocidade da CLA para o adensamento A.1 foram calculados subtraindo da unidade os valores encontrados para o perfil de CLA correspondente a cada um dos pontos. Os déficits (Gráfico 3), demonstram consideráveis perdas já a partir das medições feitas no ponto P1, destacando-se o ponto P3 e P4, referindo-se ao A.1. O gráfico abaixo mostra os déficits de velocidade de CLA provocados pela interação da ventilação com a área estudada, percebe-se uma coerência entre o desenvolvimento que é gerado pelo adensamento.



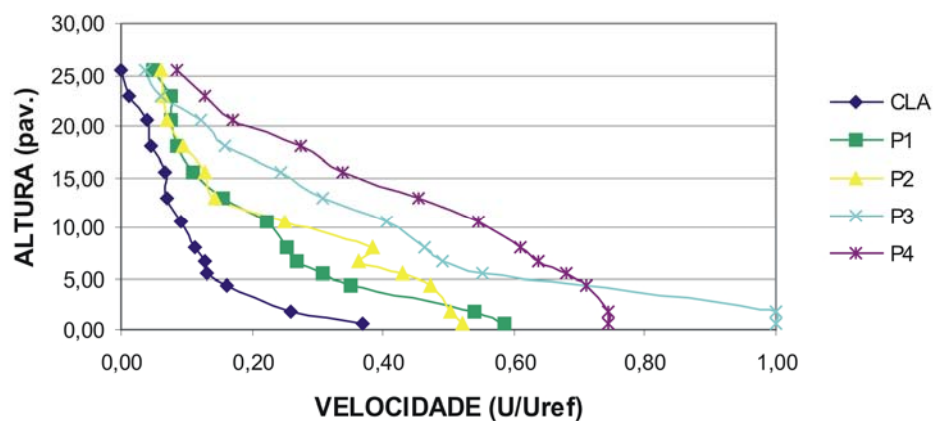


Gráfico 3 – Déficit de velocidades da Camada Limite Atmosférica, A.1.

**Déficits ao nível:** os déficits ao nível para o adensamento A.1 foram calculados subtraindo os valores de CLA de referência dos valores encontrados para o perfil de CLA, para cada ponto. O gráfico a seguir (Gráfico 4) contém os perfis relativos aos déficits ao nível medidos nos quatro pontos. Os desenvolvimentos destes perfis demonstram claramente os déficits, que, por sua vez, são consideráveis, principalmente os relativos aos pontos P3 e P4, demonstrando as condições de ventilação à medida que se adentra a área. Considerando-se estes perfis gerados das medições dos déficits ao nível, já se tem uma diferença significativa em relação ao valor de referência, demonstrando já ser preocupante as condições de ventilação no A.1, principalmente quando se olha para as questões no âmbito do conforto térmico devido ao vento/qualidade do ar e do planejamento do consumo de energia.

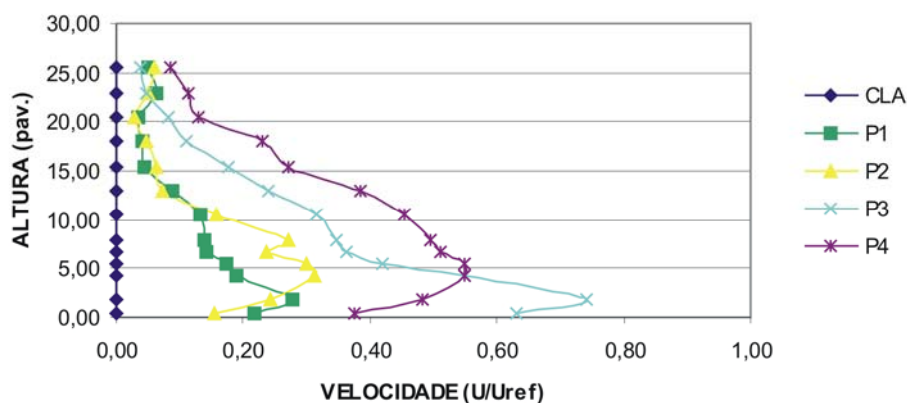


Gráfico 4 – Déficit ao nível, A.1.

**Déficits de quantidade de movimento:** os déficits de quantidade de movimento para o adensamento A.1 foram calculados multiplicando os valores de CLA de referência aos valores encontrados para o déficit ao nível, para cada ponto. Nos déficits de quantidade de movimento (Gráfico 5), relativo ao A.1, podem-se perceber claramente as perdas relativas a cada um dos pontos medidos. Constatam-se as maiores perdas nos pontos P3 e P4, tendo-se no ponto P3 maiores valores até a cota de aproximadamente dois pavimentos, enquanto que no P4 o déficit reduz-se a partir do quinto pavimento.



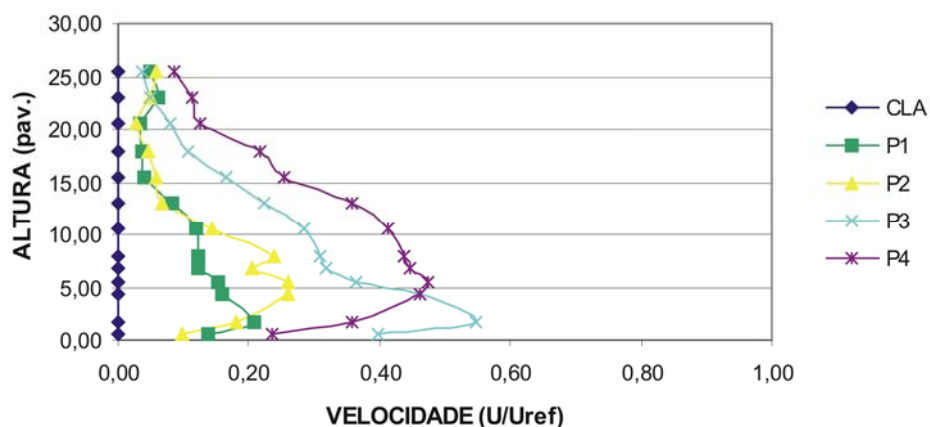


Gráfico 5 – Déficits de quantidade de movimento, A.1.

## 5.2 Dimensionamento de aberturas

Com relação à determinação do dimensionamento de aberturas referente ao edifício Residencial Porto Cairu foram feitos cálculos relativos a todas as aberturas externas, gerando 12 gráficos. Destes, foi analisado, neste trabalho, apenas o referente à abertura 1, podendo representar de forma sucinta o conjunto total dos gráficos. Os gráficos não apresentados traduzem situações diferenciadas em termos de valores e localizações das aberturas. A abertura analisada corresponde à porta da sala de estar para a varanda, com área real de abertura correspondendo a  $3,89 \text{ m}^2$ . Assim sendo, em relação à abertura 1 (Gráfico 6), percebe-se facilmente através do desenvolvimento das curvas, um déficit considerável, requerendo uma área real de abertura para este ensaio de  $15,00 \text{ m}^2$ , para a posição relativa ao ponto P3.

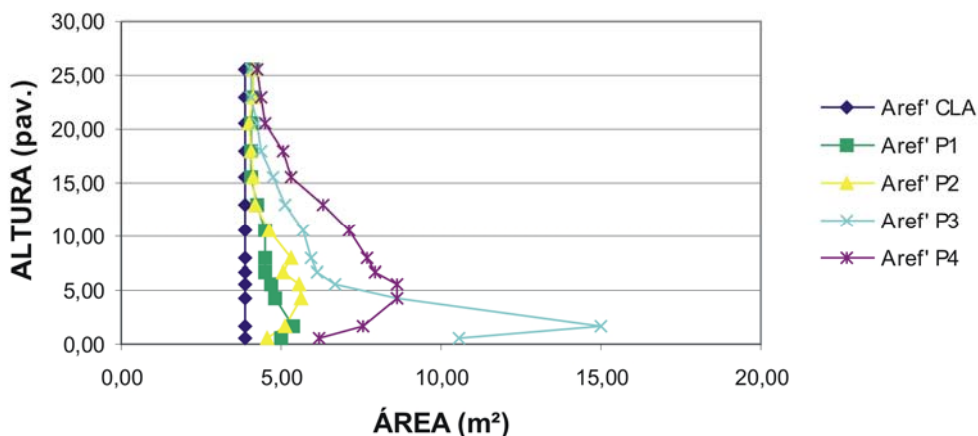


Gráfico 6 – Porto Cairu abertura 1, Aref' calculada para P1, P2, P3 e P4.

## 6 CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado pôde-se, constatar que:

- A permeabilidade da área estudada reduz-se à medida que se adentra a malha urbana, comprometendo o conforto térmico e a quantidade de ventilação necessária ao bem-estar das pessoas;

- O dimensionamento das aberturas deve ser diferenciado de acordo com o padrão de ventilação local em função da implantação do edifício na malha urbana;
- Uma vez quantificados os perfis de Camada Limite Atmosférica juntamente com os déficits de velocidade de Camada Limite Atmosférica, déficits ao nível, déficits de quantidade de movimento, estes podem servir de indicação, tanto para alertar, quanto para orientar questões ligadas ao dimensionamento de aberturas;
- Constatou-se a necessidade de se atentar para a locação das aberturas em termos de orientação geográfica e de coeficientes de pressão, para que se tenha o aproveitamento da ventilação natural no interior dos edifícios;
- A falta de planejamento, ou mesmo um planejamento mal feito, ou seja, que não considere a variável vento, pode levar a situações termo ambientais não aceitáveis.

## 7 REFERÊNCIAS

- BRASIL. *Estatuto da Cidade: Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001.
- FANGER, P. O. *Thermal Comfort- Analysis And Applications in Environmental Engineering*. United States: Mc Graw-Hill Book Company, 1972.
- FROTA, A. B., SCHIFFER, S. R. *Manual de Conforto Térmico: Arquitetura*. São Paulo: Studio Nobel, 1995.
- GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. London: Elsevier, 1976.
- GIVONI, B. SHALON, R. *Preliminary Study of the Influence of Window Orientation on Indoor Climate in Beer Sheva*. Israel: Israel Institute of technology, 1963.
- LOMBARDO, M. A. *Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985.
- MACHADO, I. F. RIBAS, O. T., OLIVEIRA, T.A. de. *Cartilha: procedimentos básicos para uma arquitetura no trópico*. São Paulo: PINI, 1986.
- MARQUES DA SILVA, F. V., SARAIVA, J. G. *A Simplified Model to Estimate Natural Ventilation Flows for Simple Dwelling Layouts*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2001.
- MASCARÓ, L. R. de. *Energia na Edificação: estratégia para minimizar o seu consumo*. São Paulo: Projeto, 1991.
- McINTYRE, D. A. *Indoor Climate*. London; Applied Science Publishers Ltda., 1980.
- MOTA, S. *Urbanização e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- OLGYAY, V. *Design with Climate*. New Jersey: Princeton University, 1963.
- OLGYAY, V. *Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gilli, 1998.
- PATRÍCIO, A. M., NUNES, J. M., RITA, J. P. *Conforto Térmico no Interior de Edifícios*. Lisboa: 1997. (Dissertação, mestrado em Engenharia Mecânica).
- SARAIVA, J. G., MARQUES DA SILVA, F. V., SANTOS, P. R. P. dos. *Taxas de Renovação de Ar em condições de Ventilação Cruzada em Apartamentos de Tipologia Simples*. in: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, ENCAC-1999. Fortaleza: 1999.
- SILVA, F. de A. G. da. *O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído: uma aplicação ao nordeste do Brasil*. São Paulo: FAUUSP, 1999. (Tese, doutorado em Arquitetura).