

## CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA – ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE SANTOS, SÃO PAULO

**Alessandra Rodrigues Prata (1); Anésia Barros Frota (2)**

(1) e (2) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo  
telefone (11) 3091.4681 ramal 208, fax: (11) 3091.4539

(1) e-mail: [arprata@terra.com.br](mailto:arprata@terra.com.br)

(2) e-mail: [arfrota@terra.com.br](mailto:arfrota@terra.com.br)

### RESUMO

Este trabalho apresenta estudo de caso para a cidade de Santos, cujo objetivo era caracterizar as condições climáticas para análise de neutralidade térmica do usuário e adquirir parâmetros de velocidade e direção do vento.

Quando pretende-se trabalhar com as questões de conforto no ambiente construído, um dos problemas diagnosticados é a disponibilidade de dados climáticos aplicáveis ao projeto. Na maioria dos casos a base anual ou série histórica, apresenta dados incompletos das variáveis medidas (direção e velocidade dos ventos, temperatura do ar, umidade relativa, ...). A priori, os dados climáticos foram verificados e foi possível proceder a uma análise da região de estudo com a aplicação do software Wasp. O software Wasp (Wind Atlas Analysis and Application Program) auxilia a estimar os perfis em altura e os campos de vento à superfície sobre uma dada rugosidade e/ou obstáculos.

Os dados de vento foram analisados, buscando identificar as direções predominantes para determinar o posicionamento do modelo nos ensaios em túnel de vento.

Para a definição dos pontos das medidas in loco, levou-se em consideração os primeiros ensaios realizados no túnel de vento do LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil e a caracterização da configuração urbana de alguns pontos na área de estudo que representassem características das situações urbanas da cidade. Foram feitas medidas in loco com estação meteorológica e equipamentos (anemômetros, termohigrômetro, ...) na orla da praia (campo aberto), em canyon (área verticalizada e pouco arborizada), na parte central da área de estudo (área aberta com predominância de edifícios baixos e espaçados, com arborização) e em área aberta (predominância de edifícios mais baixos e espaçados com pouca arborização). Procurou-se selecionar pontos localizados na parte central da área de estudo, pois nos ensaios o efeito na borda pode mascarar o resultado devido à não modelagem das áreas adjacentes à de estudo.

### ABSTRACT

This paper presents a case study for the city of Santos, aiming at characterizing the climate conditions for the user's thermal neutrality analysis and obtaining wind velocity and direction patterns.

Whenever one intends to work with the issues of comfort in the built environment one of the problems

encountered is the availability of applicable climate data. In most cases the annual base – or historic base – presents incomplete data for many of the variables being studied (wind velocity and direction; air temperature; relative humidity). The available climate data was verified and it was possible to proceed with an analysis of the area being studied using the WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program) software, which helps estimate the height profiles and surface wind fields on a given rugosity situation and/or obstacles.

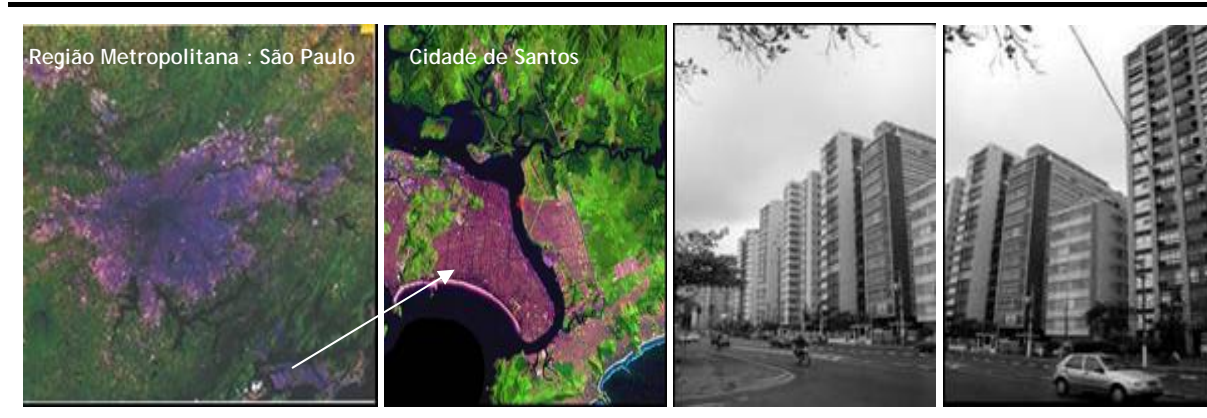
The wind data was analysed with views to identifying the predominant directions, thus enabling a correct positioning of the model in the wind-tunnel experiments.

For the definition of the in loco measurement points the first wind-tunnel experiments – conducted at the LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), in Lisbon – were taken into account, as well as the characterization of the urban configuration in some points in the study area which would represent the city's urban situation characteristics. The in loco measurements were made with a weather station and other equipment (anemometers, thermo-hygrometers, ...) on the sea coast (open field), in a canyon (verticalized, little-arborized area), on the central part of the study area (open area with predominantly low – and widely spaced – buildings, with arborization) and in an open area (predominance of lower buildings – widely spaced – and little arborization). An effort was made to select points located in the central part of the study area, for in the experiments the border effect can mask the results due to the non-modeling of the areas adjacent to that in study.

**Palavras-chave:** *Vento, Medidas in loco, Ensaio, Túnel de vento, cidade de Santos.*

## 1. INTRODUÇÃO

Para este estudo adotou-se as quadras da área do Bairro da Pompéia (entre o canal 1 e 2) na cidade de Santos. Santos localiza-se no litoral sul do estado de São Paulo, na latitude 23° 57' 35" e longitude 46° 19' 56" com altitude de 2m acima do nível do mar, possuindo 5,5 Km de orla num total de 6 praias.



**Figura 1: Localização da cidade de Santos e área de estudo**

A opção pela cidade de Santos ocorreu devido à alteração dos gabaritos de altura dos edifícios e pela carência de informações sobre os impactos - negativos ou positivos, decorrentes desta alteração. A área escolhida justifica-se por apresentar uma configuração urbana com tipologias diferenciadas, que vão desde edifícios altos (+/- 15 andares) na orla da praia, formando um paredão para as áreas posteriores, edifícios de menor altura em uma área intermediária (praça central +/- 6 andares) e edifícios de 2 a 3 andares na parte limite (avenidas) (Figura 1). Desta forma, o objetivo foi caracterizar as condições climáticas para análise de neutralidade térmica do usuário e adquirir parâmetros de velocidade e direção do vento, com base nos ensaios em túnel de vento.

## 2. DADOS CLIMÁTICOS

Quando se pretende trabalhar com as questões de conforto no ambiente construído, um dos problemas diagnosticados é a disponibilidade de dados climáticos aplicáveis ao projeto. Na maioria dos casos a base anual ou série histórica, apresenta dados incompletos das variáveis medidas (direção e velocidade dos ventos, temperatura do ar, umidade relativa, ...).

De acordo com Saraiva et al (2005) a solução mais comum é a construção de uma base de dados, sob a designação de ano típico, ou TRY, com suporte de estação climatológica próxima ou por meio de processos de modelagem relativamente complexos.

A importância do diagnóstico climático está em auxiliar o projetista nas decisões de projeto, minimizando impactos decorrente do clima aos usuários. Das variáveis climáticas o vento foi o parâmetro analisado em questão. A partir da análise de dados observados de estação meteorológica, foi elaborado um modelo em escala reduzida, posicionado para as direções encontradas, simulando a situação atual da área de estudo para a escolha dos pontos a serem efetuadas as medidas in loco.

## 3. ENSAIOS EM TÚNEL DE VENTO

Os ensaios em túnel de vento são utilizados para a verificação dos efeitos do vento decorrentes de modificações em espaços abertos, em grupos de edifícios, dispersão de poluentes ou odores, segurança e conforto dos pedestres, bem como para a análise em edifícios (estrutural) e propagação de emissões veiculares (vias e/ou áreas específicas – garagens, indústrias).

Para ensaios em túnel de vento a escala do modelo depende da dimensão da seção do túnel, da área de estudo, do tipo de ensaio a ser realizado (estrutural, edifício, meio urbano) e dos critérios de semelhança. Podem-se utilizar técnicas para visualização qualitativa do fluxo de ar com fumaça ou técnica de figuras de erosão com areia e, para medições quantitativas, são utilizados anemômetros de fio quente e/ou tubo de *Pitot*, que permitem medir as velocidades das correntes que incidem sobre o modelo. Existem várias técnicas de medição para a determinação dos fluxos de ar (direções, velocidades e intensidade de turbulência) em túneis aerodinâmicos. Para este estudo foi utilizada a técnica de figuras de erosão.

### 3.1 Modelo

Para a confecção do modelo foi necessário definir a escala, as quadras, as alturas e dimensões dos edifícios. A maquete foi construída em escala 1:1.000, gerando uma prancha de 1m de diâmetro para a colocação no túnel de vento. As quadras e arruamento foram definidos possibilitando, através de um encaixe, a alteração de cada quadra. O modelo foi recoberto por uma “folha” de cortiça, útil para a visualização dos ensaios de erosão. A Figura 2 apresenta ensaio com a situação atual com vento Sul, simulado no LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal), onde figuras de erosão foram utilizadas para a visualização do campo de velocidade no nível do solo e definição dos pontos de medidas in loco das condições climáticas.

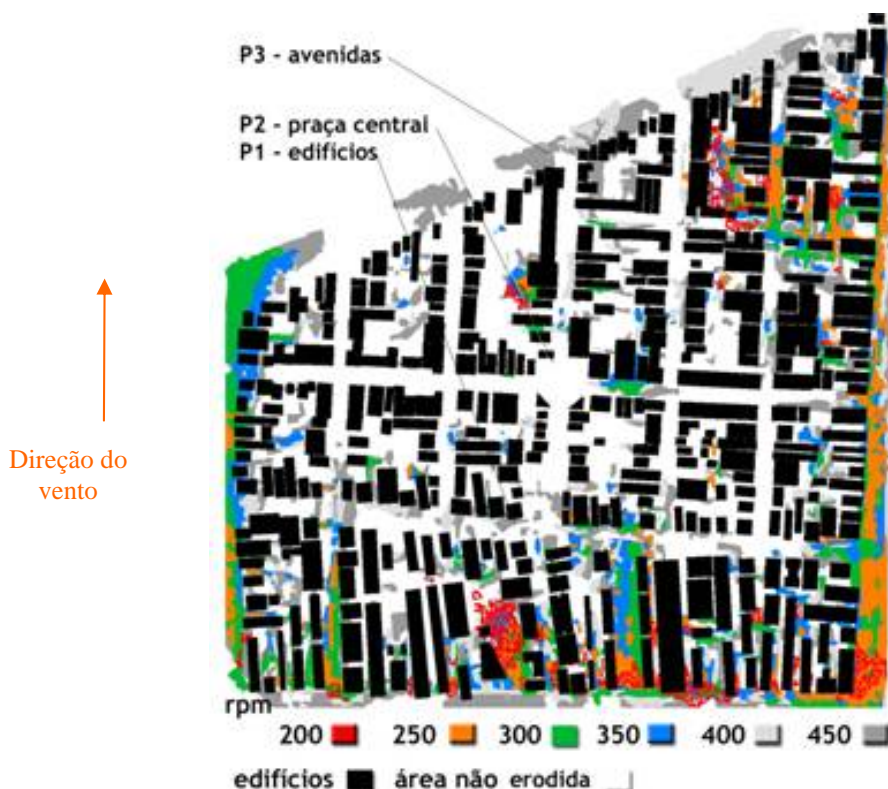


**Figura 2: Imagens do modelo em madeira da área de estudo**

### 3.2 Ensaios – técnica de figuras de erosão

A técnica das figuras de erosão consiste em espalhar sobre o piso do modelo (área que deseja-se analisar) uma fina camada de areia. Ao introduzir o fluxo de ar formam-se erosões que simulam a intensidade do vento em torno dos edifícios. As figuras de erosão são utilizadas para a visualização do campo de velocidade no nível do solo (JANEIRO BORGES et al, 1979).

Na Figura 3 observa-se o campo de velocidades ocasionado pela configuração urbana atual, para a direção do vento no sentido sul. Pode-se verificar que há uma movimentação na base dos edifícios (efeito de borda), bem como a canalização em áreas com proximidade entre edifícios. É possível perceber que a ventilação na parte central (2ª. quadra) e pequena possivelmente em decorrência do paredão da orla da praia.



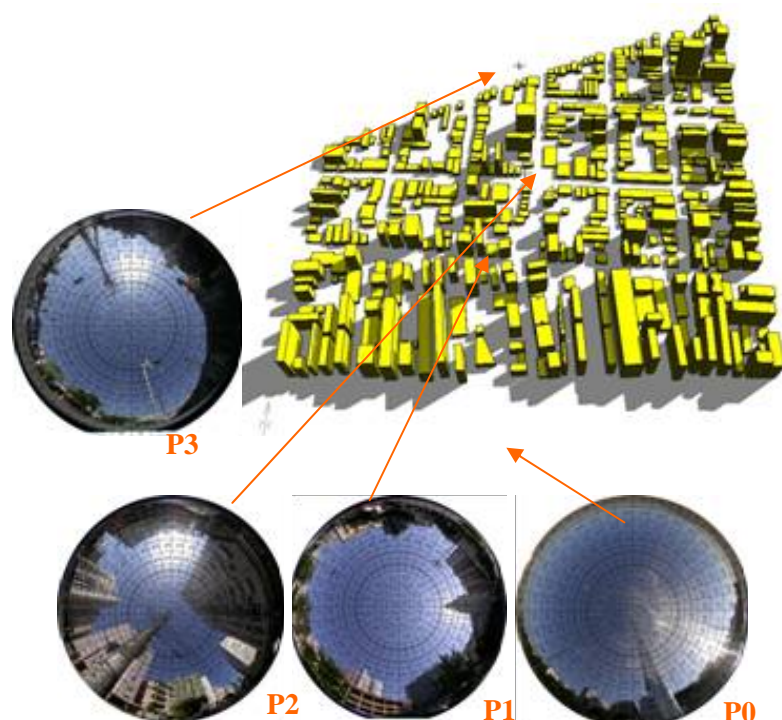
**Figura 3: Exemplo de resultado para a área de estudo para as direções de vento sul**

Se se verifica uma movimentação junto aos elementos do modelo e não na área de teste, esta resulta da influência dos elementos que fazem com que a velocidade aumente a sua volta. A partir do momento que a areia da área de teste se desloca, as figuras de erosão resultam não só das acelerações ocasionadas pelos elementos, mas também do movimento do fluxo que foi aplicado no túnel. Com o aumento da velocidade pelo ventilador, formam-se isolinhas que representam as direções do escoamento do ar sobre o modelo (PRATA et al., 2005).

Vale destacar que o acúmulo de areia (área não erodida), em determinados pontos, representa áreas com problemas de turbilhonamento do vento, retenção de poeira e/ou áreas que não sofrem a influência do vento com velocidades consideradas para remover a areia.

Nota-se que para os ensaios onde houve um acúmulo de areia e, conseqüentemente são áreas com pouca ventilação, são aconselháveis aberturas no conjunto arquitetônico para auxiliar no escoamento do ar. Estas aberturas podem ser obtidas pela inserção de espaços abertos (áreas verdes, praças), com melhor utilização da quadra, compatibilizando áreas edificadas e usos. A movimentação nas bordas do modelo, pode ser desprezada, pois não foi contemplada a configuração urbana presente ao redor da área simulada.

Com os ensaios foi possível definir os três pontos internos da área (Figura 4) para as medidas *in loco*: ponto P1 – atrás do paredão da orla da praia (edifícios); P2 – ponto médio da área e espaço aberto (praça central); P3 – ponto oposto a praia (avenidas), ambos a 1,5m do piso e ponto P0 orla da praia (dados a 10m e a 1,5m do piso).



**Figura 4: Ponto das medidas *in loco***

#### **4. MEDIDAS DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS**

Para esta análise foram verificados os dados climáticos da estação meteorológica da Base Aérea do Guarujá (estação mais próxima a área), os dados medidos *in loco* na orla da praia e nos 3 pontos na área de estudo.

##### **4.1 Estação Meteorológica**

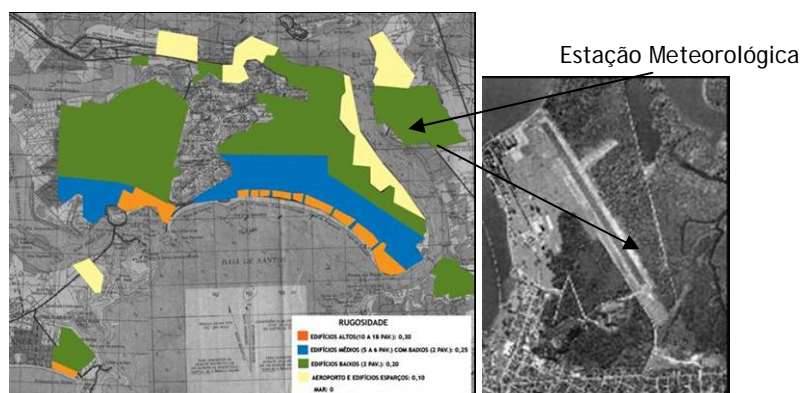
Para esta pesquisa os dados de vento foram adquiridos através do Laboratório Master do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/USP). Os dados são coletados na Base Aérea de Santos, localiza no município de Guarujá (Figura 5), e encaminhados ao IAG/USP.

A priori, os dados climáticos foram verificados para constatar se seriam possíveis a utilização dos mesmos e o aproveitamento dos dados de vento. Com a verificação destes foi possível proceder a uma análise na região de estudo e a aplicação do software Wasp (Wind Atlas Analysis and Application Program). Para verificar a qualidade dos dados foi necessário escolher um ano (2001) que possuísse o maior número de dados climáticos (dia/hora). Com os dados do ano de 2001 foram realizadas análises de velocidade e direção do vento, e temperatura do ar. Os dados de vento foram analisados, buscando identificar as direções predominantes para determinar o posicionamento do modelo nos ensaios em túnel de vento.

Para os dados de velocidade do vento, para cada mês, dia a dia e hora a hora do ano de 2001, foram elaboradas as médias horárias. Com os dados existentes foram elaborados as médias diárias e depois, os valores horários, foram divididos pela média/diária.

Com os valores horários corrigidos pela média, foram produzidas as médias horárias/mensal. Para os dados de direção para cada mês, dia a dia e hora a hora do ano de 2001, foram selecionados os dados

existentes de direção do vento em graus. Com os dados selecionados, estes foram separados de acordo com a orientação em graus e agrupados em quatro diferentes horários: 08:00 as 10:00, 11:00 as 13:00, 14:00 as 16:00 e 17:00 as 23:00. Para cada um destes horários, foram contados os números de dados e, desta forma, foi possível verificar a porcentagem de dados/hora.



**Figura 5: Localização Base Aérea do Guarujá**

Isto foi realizado para a aplicação do software Wasp, que possibilitou uma análise dos dados de vento (direção e velocidade) para a cidade de Santos, com a elaboração de um banco de dados com valores hora a hora, mês a mês com 8760 valores, que corresponde a um ano inteiro de dados climáticos.

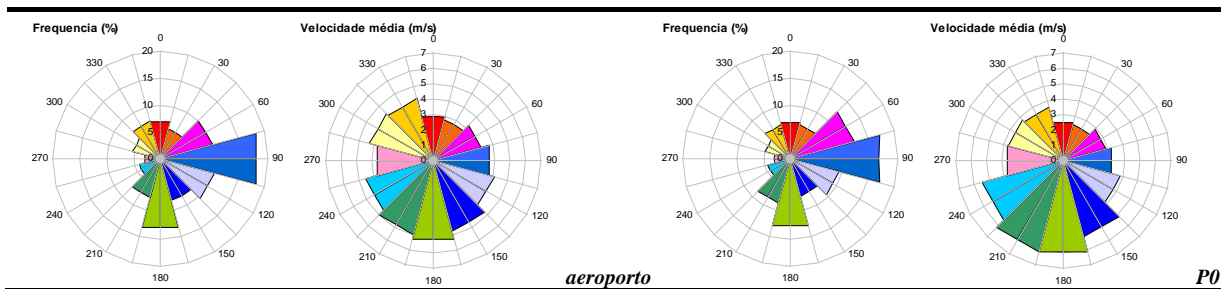
#### 4.1.1 Software Wasp

O software Wasp (Wind Atlas Analysis and Application Program (MORTENSEN et al., 1993)) auxilia a estimar os perfis em altura e os campos de vento à superfície sobre uma dada rugosidade e/ou obstáculos. O objetivo da utilização deste software foi verificar a aplicabilidade do uso dos dados de vento de estações meteorológicas em áreas próximas.

A partir de uma série histórica de dados de vento (direção e velocidade), a aplicação do software Wasp executa a correção deste dados em uma nova série histórica que descreve o vento, gerando o atlas de vento do local. Como o software integra diversos modelos de cálculo e de extrapolações, verticais e horizontais, pode-se gerar atlas de vento com medidas feitas à superfície, a 10m. A geração de um atlas de vento compreende a aquisição de uma série de dados de vento, descrição do posicionamento da estação meteorológica (altura do anemômetro), tipo de rugosidade da superfície ao redor da estação e da rugosidade dos locais para os quais serão gerados os atlas de vento.

Para a aplicação do software Wasp foi necessária a digitalização da orografia da área e os valores de rugosidade ( $\alpha$ ) do local (padrão de ocupação) em análise, sendo: mar, morros, serra e áreas verdes (0); aeroporto e edifícios esparsos (0,10); edifícios baixos, 2 pavimentos (0,20); edifícios médios (5 a 6 pavimentos) e com baixos (2 pavimentos) (0,25) e edifícios altos/orla da praia (10 a 18 pavimentos) (0,33). Estes valores referem-se aos sugeridos pelo manual de utilização do Wasp.

A aplicabilidade deste software possibilitou verificar o que ocorre na Base Aérea de Santos (aeroporto), no ponto P0 (orla da praia), no ponto P1 (edifícios), no ponto P2 (praça central) e no ponto P3 (avenidas). O software Wasp foi escolhido por possibilitar a verificação das velocidades do vento e suas frequências de ocorrência em pontos específicos da área de estudo, a partir da transposição de informações contidas num banco de dados climáticos medidos em localidade próxima (Figura 6).



**Figura 6: Exemplo de rosas do vento (velocidade e direção) para a área da Base Aérea e orla da praia (ponto P0)**

## 4.2 Medidas in loco

Para a definição dos pontos das medidas in loco, levou-se em consideração os primeiros ensaios realizados no túnel de vento do LNEC e a caracterização da configuração urbana de alguns pontos na área de estudo. Procurou-se selecionar pontos de medidas localizados na parte central da área, pois nos ensaios de túnel de vento o efeito na borda da área pode mascarar o resultado devido à não modelagem das áreas adjacentes à de estudo.

Definiu-se 4 pontos a serem medidos: P0 – orla da praia (dados a 10m e a 1,5m do piso); P1 – atrás do paredão da orla da praia (edifícios); P2 – ponto médio da área e espaço aberto (praça central); e P3 – ponto oposto a praia (avenidas), ambos a 1,5m do piso (Figura 5).

Segundo Plate (1999) estudos de campo devem ser usados principalmente como meios de monitorar o ambiente, ou, no contexto de planejamento para o futuro, para fornecer informação para a determinação de condições iniciais, ou para calibração e verificação de modelos. Para que se possa determinar o efeito de desenvolvimentos urbanos nas condições urbanas é necessário recorrer à modelagem. Modelos permitem investigar condições futuras e compará-las com a situação existente.

Na Figura 7 observa-se a localização dos equipamentos nos pontos de medida. Todas as medidas ocorreram em um intervalo não superior a 1 hora. Foram realizadas medidas com anemômetro de “copinho”/estação meteorológica (P0), pontos fixos (P1, P2 e P3) com anemômetros de ventoinha, termo-higrômetros (temperatura do ar e umidade) e termômetro de mercúrio.



**Figura 7: Equipamentos utilizados nas medidas**

Na orla da praia foi instalado um mastro de 10m onde foi colocada a estação meteorológica. Foram elaborados dois conjuntos de tripés que continham, cada um, 4 anemômetros de ventoinha, 1 termo-higrômetro e 1 termômetro de mercúrio. O conjunto de equipamentos nos tripés foi posicionado à sombra para a aquisição dos dados. Para a análise dos resultados, os dados medidos ponto a ponto foram comparados com os valores obtidos na orla da praia.

As medidas foram realiz-adas em 3 dias (12, 13 e 14/abril/2006) em 3 horários ao longo do dia, com duração de aproximadamente 1 hora cada medida. Para cada medida foi necessário estabilizar os

equipamentos por pelo menos 20 minutos e desta forma, os horários das medidas foram: 1º horário de medidas: 9:20, 9:25 e 9:30hs (P0 e P1), 9:50, 9:55 e 10:00hs (P0 e P2) e 10:20, 10:25 e 10:30hs (P0 e P3); 2º horário de medidas: 12:20, 12:25 e 12:30hs (P0 e P1), 12:50, 12:55 e 13:00hs (P0 e P2) e 13:20, 13:25 e 13:30hs (P0 e P3) e 3º horário de medidas: 15:20, 15:25 e 15:30hs (P0 e P1), 15:50, 15:55 e 16:00hs (P0 e P2) e 16:20, 16:25 e 16:30hs (P0 e P3).

Para os dados de temperatura e umidade relativa do ar, os valores registrados nos horários estabelecidos para cada ponto foram transformados em um único valor médio, considerando os 3 valores registrados. Já os dados de vento, as leituras foram feitas de 5 em 5 segundos durante 1 minuto, para os 4 anemômetros, registrando-se os valores de maior velocidade entre as direções N/S e L/O. Após isso, efetuou-se uma média vetorial para o minuto das leituras. Em Monteiro e Alucci (2005) pode-se verificar um procedimento de quantificação das variáveis ambientais, para consideração em análise termo-fisiológica em espaços abertos. Para a instalação do mastro de 10m, foi preciso isolar uma área da dimensão deste por motivo de segurança.

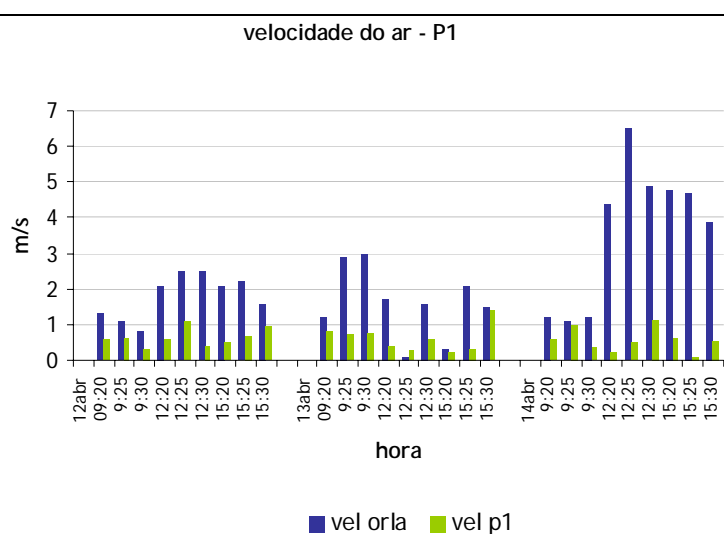
## 5. RESULTADOS OBTIDOS

Os valores de velocidade, temperatura do ar e umidade relativa foram utilizados na aplicação do índice de neutralidade, onde a variação da velocidade foi alterada para a verificação da sensação percebida pelo usuário. Observou-se que, para as condições climáticas de Santos, os usuários - para se sentirem em neutralidade ou possivelmente confortáveis - precisam se proteger da radiação direta. O sombreamento de áreas externas poderia ser um artifício a ser contemplado, mas que não foi foco deste estudo.

Para a avaliação das condições de conforto dos usuários/pedestres em pontos específicos da área de estudo (medidos in loco) foi necessário adotar um modelo que expressasse as características fisiológicas e não de conforto. Como este não era o foco desta pesquisa e sim uma análise com dados coletados in loco, optou-se por um indicador fisiológico. O modelo adotado para verificação das condições dos usuários em pontos da área de estudo foi adaptado de Alucci (2005). Segundo Alucci (2005), como no Brasil não existem índices de conforto subjetivos para a população brasileira, provavelmente o fato de um usuário estar em neutralidade térmica, não significará que sua sensação seja de conforto. Mas, com certeza, sua máquina térmica estará em equilíbrio.

Nos gráficos abaixo observam-se os resultados encontrados com as medidas de campo.

**Gráfico 1: Gráfico com os valores de velocidade do ar medidos nos pontos P0 e P1 para os dias 12, 13 e 14 de abril, a 1,5m do piso**



Os valores registrados para o ponto P0 (orla da praia) e P1 (edifícios), em função da posição de edifícios a barlavento do ponto analisado, as velocidades para o ponto P1, os valores de velocidade são menores em relação a orla da praia/céu aberto.

Para qualquer um dos dias de medidas, o comportamento do padrão de vento no ponto P1 permanece o mesmo, não refletindo o acréscimo de velocidades advindo da orla da praia.

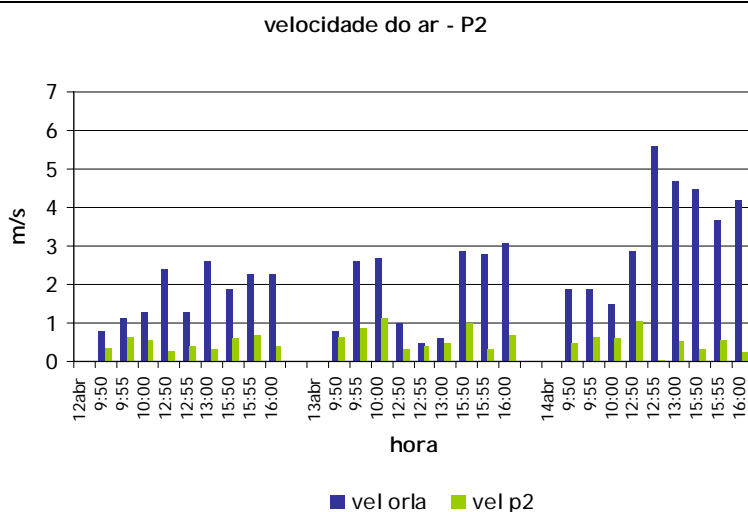


**Gráfico 2: Gráfico com os valores de velocidade do ar medidos nos pontos P0 e P2 para os dias 12, 13 e 14 de abril, a 1,5m do piso**

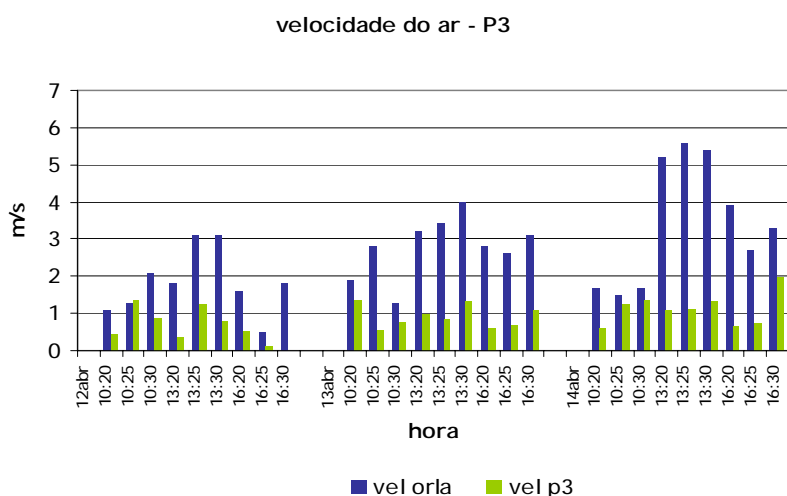
No ponto P2 (praça central) é possível verificar que ocorre um pequeno aumento da velocidade entre os pontos P1 e P2, em função desta última área ser um pouco mais aberta que a primeira.

Esta alteração dos valores ocorre em alguns horários distintos, mas mantém um padrão muito similar ao do ponto P1.

Nesta área há presença, também, de edifícios altos em proporção menor a encontrada no ponto P1.



**Gráfico 3: Gráfico com os valores de velocidade do ar medidos nos pontos P0 e P3 para os dias 12, 13 e 14 de abril, a 1,5m do piso**



No ponto P3 que, apesar de ser um local mais aberto que os demais, ainda possui valores baixos de velocidade em relação à orla da praia.

Neste ponto a rugosidade da cidade, apesar de edificações mais baixas, ainda influencia os dados medidos e a distribuição da velocidade.

## 6. CONCLUSÕES

O clima da cidade é a forma mais evidente de modificação climática inadvertidamente provocada pelo homem, (LOPES, 2003). As medidas de campo foram essenciais para a compreensão das condições climáticas da área de estudo na cidade de Santos.

Soluções de projeto arquitetônico dos edifícios como pilotis, vazios parciais em alguns andares, forma, também devem ser estudadas não só na busca de melhor ventilação natural quando da implantação de novos edifícios em áreas que tenham edificações existentes, como a área de estudo em Santos, mas também para os casos de orlas onde o processo ainda está em estágio inicial. A decisão por alterações do solo urbano, além de envolverem a questão do padrão do escoamento do vento local, deve considerar o uso e a forma dos edifícios, áreas verdes, a disposição em relação à fatores climáticos (sol, chuvas...), bem como a capacidade da cidade (infra-estrutura) em absorver novos empreendimentos.

Com a utilização de modelos e simulações em túnel de vento, vale destacar que para a área em questão, os resultados obtidos só são válidos para as condições de ensaio: edifícios novos, posicionamento destes nas quadras escolhidas e forma geométrica. Quaisquer projetos novos a serem implementados deverão ser simulados para que se possa ter idéia clara de seu impacto.

A escolha dos métodos (ensaio em túnel de vento e medidas in loco) e a justaposição dos resultados demonstrou ser uma metodologia viável para a análise da condição de ventilação natural, no nível do usuário/pedestre.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALUCCI, Márcia Peinado. Coberturas têxteis: determinação das características térmicas e luminosas. Coordenadora do Relatório Final CNPq, Processo 403188/2003-2 (2004/2005), Departamento de Tecnologia, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005, 128pp.

INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION (ISO). ISO 7726: Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Genève: ISO, 1998.

JANEIRO BORGES, A. R. e SARAIVA, Jorge Antonio Gil. An erosion technique for assessing ground level winds. Wind Engineering, Proceeding of the Fifth International Conference, Fort Collins, Colorado, USA Edited by . Cermak, Pergamon Press, Oxford, July, 1979, pp. 235 a 242.

LOPES, António Manuel Saraiva. Modificações no clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano: vento, ilha de calor de superfície e balanço energético. Tese de Doutorado em Geografia Física, Universidade de Lisboa, 2003. 375p.

MONTEIRO, Leonardo Marques & ALUCCI, Márcia Peinado. Índice de conforto térmico em espaços abertos parte 1: revisão histórica. ENCAC – ELACAC VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, Anais, Maceió, Alagoas, 2005. pp. 1211 - 1220

MORTENSEN, Niels, G.; LANDBERG, Lars; TROEN, Ib & PETERSEN, Erik L. Wind Atlas Analysis and Application Program (Wasp), vol 1: Getting Started. Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark, Jan., 1993. 29p.

PLATE, E. J. Methods of investigating urban wind fields – physical models. Atmospheric Environment 33, 1999 – pp. 3981 – 3989.

PRATA, Alessandra Rodrigues, BRUNELLI, Gustavo, JABARDO, Paulo José Saiz, MARCIOTTO, Edson Roberto & NADER, Gilder. Urban Ventilation: influence of physical models' scale in wind tunnel tests. PLEA2005 - The 22nd Conference on Passive and Low Energy Architecture. Beirut, Lebanon, 13-16 November, 2005. 6p.

SARAIVA, Jorge Alberto Gil; SILVA, SILVA, Francisco De Assis Gonçalves Da; Fernando Vitor Marques Da. Condições climáticas e anos típicos. ENCAC – ELACAC VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, Anais, Maceió, Alagoas, 2005.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento da pesquisa, ao LABAUT/FAUUSP – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e ao LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal pelo apoio nos ensaios em túnel de vento, em especial ao Prof. Dr. Jorge A. G. Saraiva e ao Engenheiro Dr. Fernando Marques da Silva.