INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MICROCLIMA: ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL DO AÇÚCAR, EM MACEIÓ - ALAGOAS

S. C. Christopoulos, C. G. S. Prado, P. C. F. Barros, R. V. R. Barbosa

RESUMO

A pesquisa objetivou avaliar a influência da ocupação do solo no microclima do Hospital do Açúcar, em Maceió - Alagoas, Brasil. O procedimento metodológico consistiu em simulação computacional com software ENVI-met 4. Foi feito monitoramento de dados microclimáticos – temperatura, umidade relativa e velocidade do ar – em quatro pontos dentro da área do hospital que foram adotados como referência. Posteriormente, analisou-se dois cenários de ocupação: o atual, com presença de vegetação, e outro, substituindo parte da vegetação por área de estacionamento. Os resultados mostraram que a presença da pavimentação no segundo cenário proporcionou acréscimo na temperatura do ar de até 0,8ºC, e redução de até 3,8% na umidade relativa do ar, além de incremento na velocidade do vento. As simulações monstraram que a eliminação da área arborizada para ampliação do estacionamento e consequente impermeabilização do solo, trará prejuízos ao microclima das áreas externas do hospital, propícias para fins terapêuticos.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desordenado das cidades e a falta de planejamento têm gerado fortes impactos que se refletem na qualidade ambiental e na modificação do microclima de determinados lugares e regiões. Segundo OKE (1996), o clima urbano é a modificação substancial de um clima local como resultado do meio ambiente construído.
O aumento das temperaturas nas áreas urbanas se deve, entre outras coisas, à impermeabilização do solo com construção de edificações e pavimentação de ruas, dificultando a retenção de água na solo, alterando os fluxos de vento, além da supressão da vegetação em áreas urbanas, que possuem um importante papel, influenciando o comportamento térmico dos ambientes. Segundo Givoni (1998):

> Green areas around buildings are effective in modifying the thermal environment to which the buildings are exposed, and hence on the thermal performance of the buildings[1] (GIVONI, 1998, p. 304).

Encontramos uma grande diversidade de enfoques na literatura sobre clima urbano, no entanto há consenso no que diz respeito ao papel benéfico exercido pela vegetação no controle da incidência de radiação solar e do ganho de calor, da umidificação e

[1] "As áreas verdes ao redor de edifícios são eficazes para modificar o ambiente térmico ao qual os edifícios estão expostos, e consequentemente, o desempenho térmico dos edifícios". Tradução nossa.

depuração do ar, evidenciando seus efeitos sobre o microclima urbano e à qualidade do ambiente construído, relacionada com o conforto térmico em espaços externos.

Serra (1999, p.10) afirma que o entorno próximo é tão ou mais importante que o clima da região, pois é ele quem gera o microclima de um lugar. Nesse sentido, as áreas verdes urbanas e a vegetação existente em estabelecimentos privados, tem um grande efeito na qualidade de vida dos usuários, seja na melhoria da qualidade do ar, efeito estético, como também psicológico.

Uma das maiores preocupações da arquitetura é o conforto, que se intensifica em construções relacionadas à prestação de serviços de saúde, devido ao valor social que está agregado. Segundo o arquiteto João Filgueiras Lima, "a ventilação natural é um aspecto fundamental a ser considerado no projeto de um edifício hospitalar e comprovadamente eficiente no combate a infecções hospitalares, evitando ambientes herméticos" (Lima apud MOURA, 2002).

O presente trabalho propôs verificar os benefícios da presença da vegetação no microclima do Hospital do Açúcar, em comparação a um cenário proposto de uma futura ampliação do estacionamento do hospital em área atualmente ocupada pela vegetação, através de simulação no programa ENVI-met 4. A análise foi feita em caráter experimental, na cidade de Maceió, capital do Estado de Alagoas, durante o período da primavera.

2 OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência da vegetação no microclima do Hospital do Açúcar, na cidade de Maceió, através de simulação no programa ENVI-met 4.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento adotado para o desenvolvimento dessa investigação compreende três etapas distintas. Na primeira etapa buscou-se definir a área de estudo e selecionar os pontos com diferentes arranjos espaciais para realização da coleta de dados. A escolha baseou-se nos seguintes critérios: presença ou ausência de vegetação arbórea; presença ou ausência de edificações; tipo de pavimentação.

Na segunda etapa, houve o monitoramento dos valores de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento com o termohidroanemômetro, por três dias, em quarto pontos distintos, nos horários de 9h00, 15h00 e 21h00.

A terceira e última etapa consistiu em duas simulações no programa ENVI-met 4, usando os dados do INMET do dia 26/11/2014, sendo a simulação 1 com a implantação atual, e a simulação 2 do cenário proposto – com a ampliação da área de estacionamento, substituindo as áreas vegetadas, usando os dados INMET do dia 26/11/2014.

3.1 Área de estudo

O Hospital do Açúcar está localizado a 9°37'26.5" de latitude sul e 35°44'09.5" de longitude Oeste, na cidade de Maceió, Estado de Alagoas. Foi inaugurado no ano de 1949,

no bairro do Farol, situado em uma área de 116.734,61 m2, das quais 14.226,72 m2 corresponde à área construída e 28.596 m2 de áreas verdes, aproximadamente (ver Fig. 1).

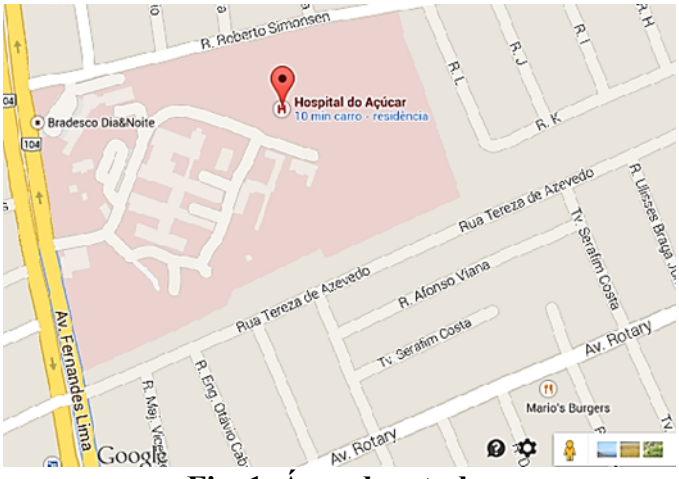

Fig. 1 Área de estudo.
Fonte: Google earth.

3.2 Unidades amostrais

Foram coletados dados em quatro pontos da área de estudo com diferentes arranjos espaciais e características físicas bem distintas, com o objetivo de investigar a influência destes arranjos nos valores de temperatura, umidade e velocidade do vento aferidos durante as medições. (ver Fig. 2)

Fig. 2 Pontos escolhidos para medições.
Fonte: Google earth.

As características das quatro unidades amostrais são apresentas na Tabela 1.

Tabela 1: Características das unidades amostrais.

PONTO	SOLO		TIPOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES	TRÁFEGO DE VEÍCULOS	VEGETAÇÃO
	OCUPAÇÃO	COBERTURA			
1	———	Solo nú	———	———	Presente
2	Intensa	Calçamento	3 Pavimentos	Moderado	Ausente
3	———	Solo nú	———	Fraco	Ausente
4	Baixa	Asfalto	Térreo	Intenso	Ausente

3.3 Período de monitoramento

Com a definição da área de estudo e a seleção dos pontos de coletas nos diferentes arranjos espaciais foi realizado o monitoramento dos valores da temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento, dando início à segunda etapa da pesquisa, que se baseou em Monteiro (1976) "a pesquisa do clima da cidade implica obrigatoriamente em observação complementar fixa permanente, bem como o trabalho de campo com observações móveis e episódicas".

A cidade de Maceió encontra-se na zona climática intertropical, com baixas latitudes, forte incidência da radiação solar e grande influência da maritimidade. Devido a isso, apresenta um clima quente e úmido com duas estações do ano bem definidas: verão com temperaturas elevadas em torno de 27,9º, geralmente nos meses de outubro a março, com baixa pluviosidade, e inverno normalmente nos meses de abril a setembro, com temperaturas médias a amenas, e alta pluviosidade, de acordo com a análise das Normais Climatológicas de 1961-1990 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (BRASIL, 1992).

Para a realização das medições fez-se uso do equipamento denominado Termo-higro-anemômetro digital portátil com ventoinha (ver Fig. 3) posicionado a 1,10m de altura do terreno conforme recomendação de MAYER, HÖPE (1987) para o monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, nos dias 24, 26 e 27 no mês de novembro de 2014, nos horários: 9h00, 15h00 e 21h00.

Fig. 3 Termo-higro-anemômetro digital portátil
Fonte: http://www2.ciashop.com.br/instrutherm

Os registros foram realizados em boas condições do tempo, tais como: céu limpo e ausência de precipitações, e tomou-se também o cuidado com o sombreamento dos

sensores no momento das medições, evitando a incidência da radiação solar direta sobre o equipamento, a fim de prevenir possíveis erros na coleta de dados. As medições serviram como referência microclimática da área, e foram comparadas aos dados do INMET do dia 26 de novembro de 2014 (ver Tabela 2) constatando-se que apesar das diferenças entre os valores, a variação ao longo do dia entre as duas fontes de dados é compatível no que diz respeito a variação ao longo do dia.

Tabela 2 Dados obtidos no local em comparação com os dados obtidos no INMET.

	09h00		**15h00**		**21h00**	
26/11/2014	**Média das medições**	**INMET**	**Média das medições**	**INMET**	**Média das medições**	**INMET**
Temperatura	29,45°C	27,5° C	28° C	27,8° C	25,37° C	21,4° C
Umidade Relativa do Ar	57,15% RH	63% RH	56% RH	57% RH	67,7% RH	84% RH
Velocidade do Ar	1,2 m/s	1,2 m/s	2,3 m/s	3,3 m/s	0,87 m/s	2,2 m/s

Fonte: INMET, 2014.

Deve-se considerar que os dados obtidos nas medições são específicos da área do Hospital do Açúcar em seus diferentes arranjos e foram comparados aos dados gerais do INMET da cidade de Maceió. Além de não desprezar os dados técnicos apresentados no manual do Termo-higro-anemômetro utilizado para coleta, onde diz que a precisão para temperatura é de aproximadamente +/- 0,8 °C, para umidade é de +/-3% e +/- 2 % para velocidade do vento.

A partir daí definiu-se que a simulação seria realizada utilizando dados do INMET referentes ao período de 24 horas que se iniciou às 21h00min do dia 26 de novembro de 2014

3.4 O Software ENVI-met 4

O software ENVI-met 4 realiza simulações de modelagem do tecido urbano, através de interações entre a superfície, a vegetação e a atmosfera, permitindo inserir vegetação, pavimentação e outros elementos construtivos alterando a morfologia da área a ser estudada.

A data de início da simulação foi 26 de novembro de 2014, às 21h00min e o tempo total de simulação foi de 24 horas, e o intervalo de saída de dados tomada a cada 60 minutos, a velocidade do vento a 10 metros de altura considerada foi de 2.3m/s, e a direção de 28°. A rugosidade no local 0.01, a temperatura atmosférica inicial de 23°C, a umidade relativa de 79%.

A vegetação inserida no modelo consistiu em árvores de 6 a 15 metros de altura, compatíveis com as encontradas no local, bem como foram inseridos a pavimentação, o solo, asfalto e edificações também compatíveis com o existente no local.

3.5 Análise computacional utilizando o programa ENVI-met 4

A simulação 1 representa o cenário atual do Hospital do Açúcar, onde há uma grande área vegetada próxima no lado esquerdo do terreno. A simulação 2 mostra o cenário proposto,

substituindo a área vegetada por uma ampliação do estacionamento, a fim de analisar a influência da vegetação no microclima do Hospital. (ver Fig. 4 e 5)

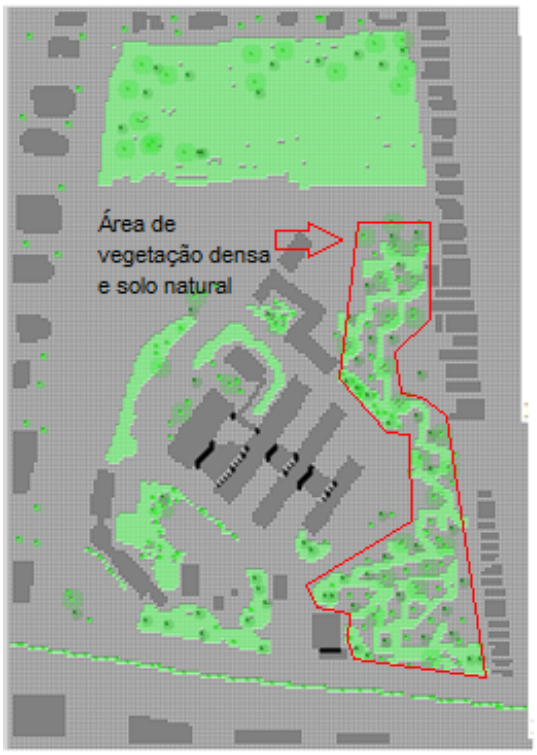

Fig. 4 Simulação 1 - Cenário atual.

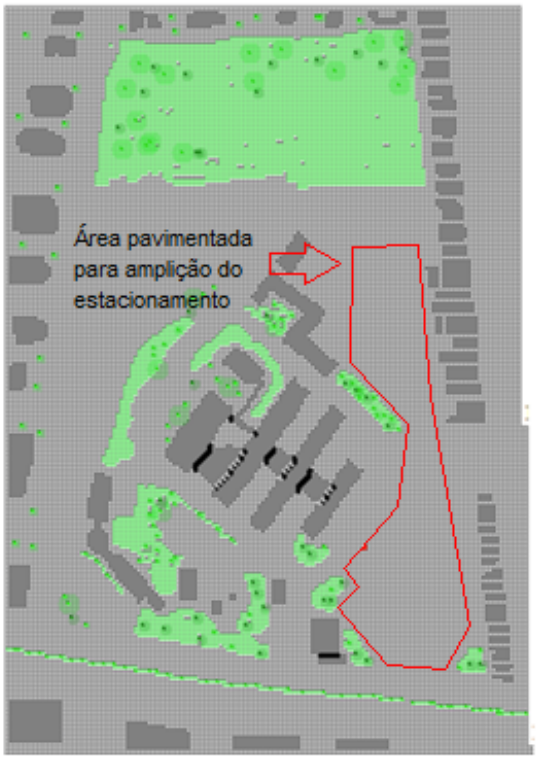

Fig. 5 Simulação 2 - Cenário proposto

A mudança do material utilizado no revestimento do piso na substituição da área vegetada por estacionamento, aliada à remoção das árvores aumentou a quantidade de calor absorvido, acarretando aumento da temperatura do ar. O efeito é constatado na comparação entre as simulações 1 e 2, às 9h, na qual a primeira apresentou temperaturas do ar mais baixas nas áreas vegetadas em comparação a segunda, sendo a diferença de até 0,8 ºC em alguns pontos. Na edificação principal, não houve diferença significativa. (ver Fig. 6A e 6B)

(A) (B)

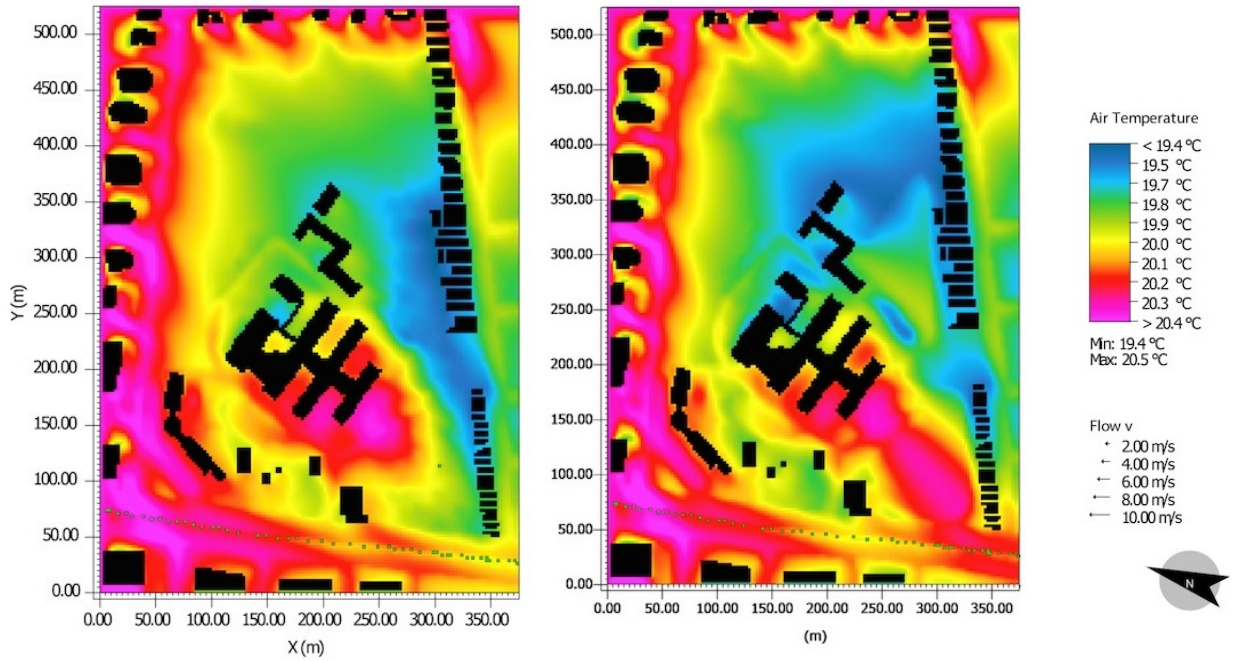

Fig. 6 (A) Simulação 1 e (B) Simulação 2 – temperatura do ar às 9h.

Às 15h, as simulações 1 e 2 apresentaram cenários parecidos, não havendo diferença significativa entre as duas simulações. A substituição da vegetação e do solo permeável por pavimento não provocou alteração relevante na temperatura nesse horário. O aumento da temperatura do ar na simulação 2, às 9h, devido a inserção do estacionamento, ocasionou uma diminuição da umidade relativa com diferença de até 3,8% em algumas áreas. Às 15h00min, as duas simulações apresentaram umidades baixas, sendo o maior valor 41% na simulação 1, na área em estudo. (ver Fig. 7A, 7B, 7C e 7D).

(A) (B)

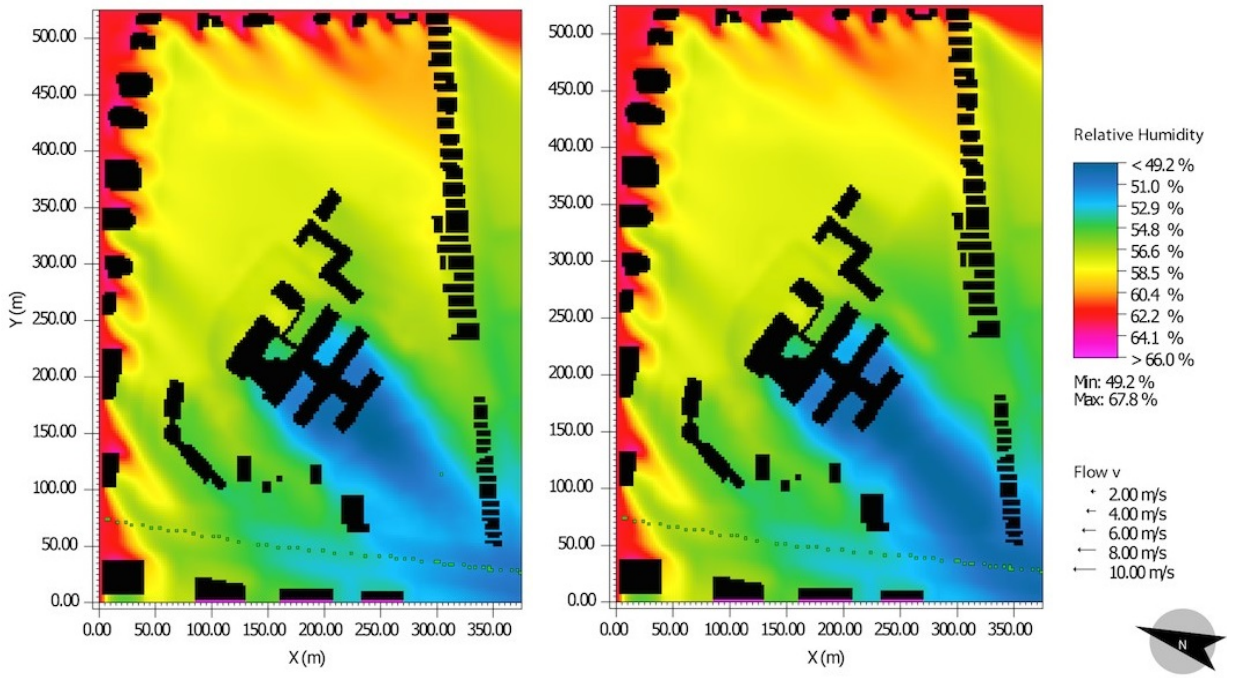

Fig. 7 (A) Simulação 1 e (B) Simulação 2 – umidade relativa do ar às 9h.

(C) (D)

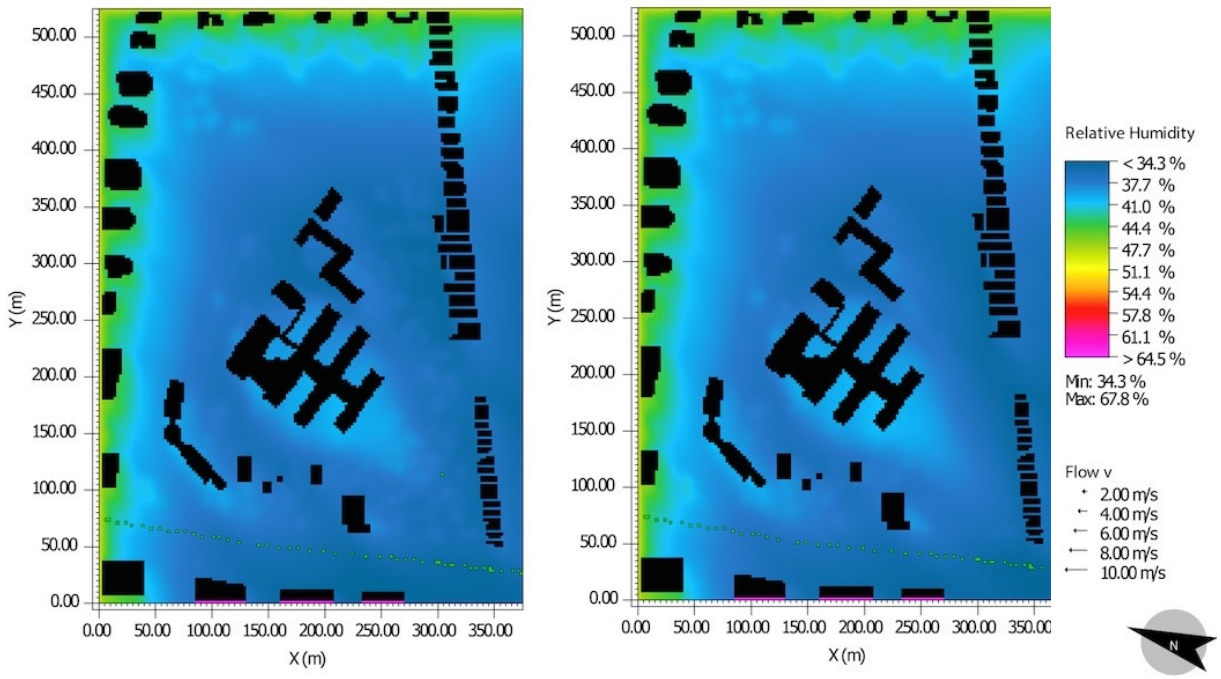

Fig. 8 (C) Simulação 1 e (D) Simulação 2 – umidade relativa do ar às 15h.

A velocidade do vento, às 9h, na simulação 1 aparece cerca de 0,4m/s menos intensa que a simulação 2, devido a presença de vegetação. No período da tarde, o cenário permanece, sendo a diferença de 0,9m/s. (ver Figuras 8A, 8B, 8C e 8D)

(A) (B)

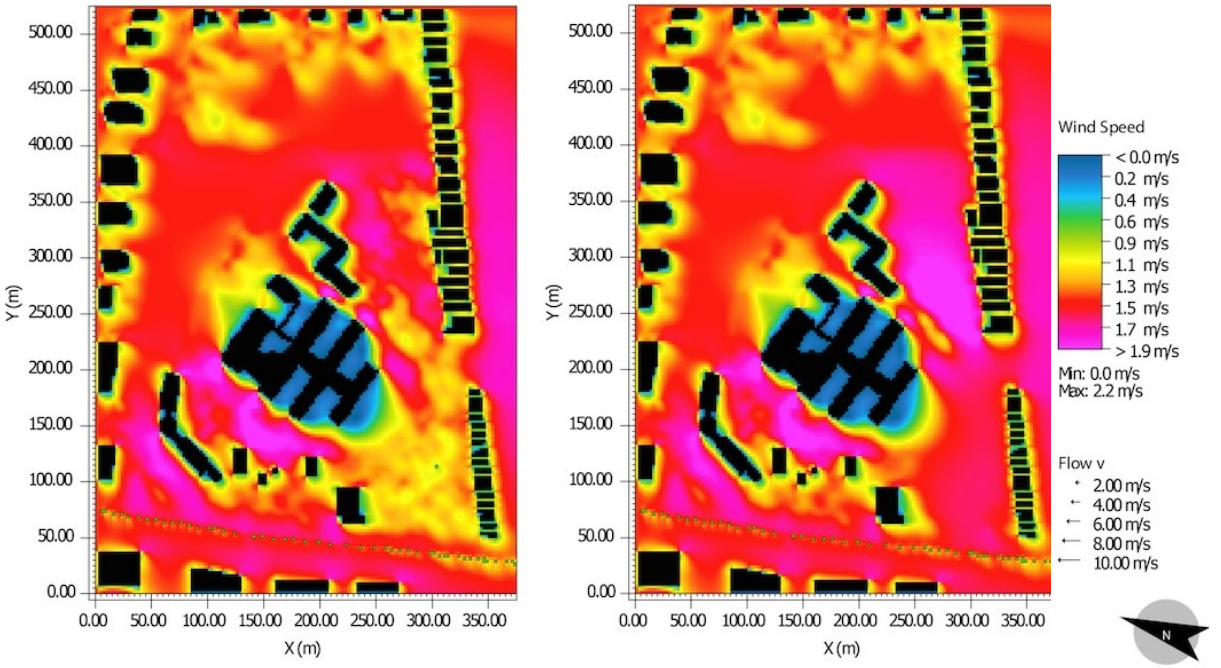

Fig. 9 (A) Simulação 1 e (B) Simulação 2 – velocidade do vento às 9h

(C) (D)

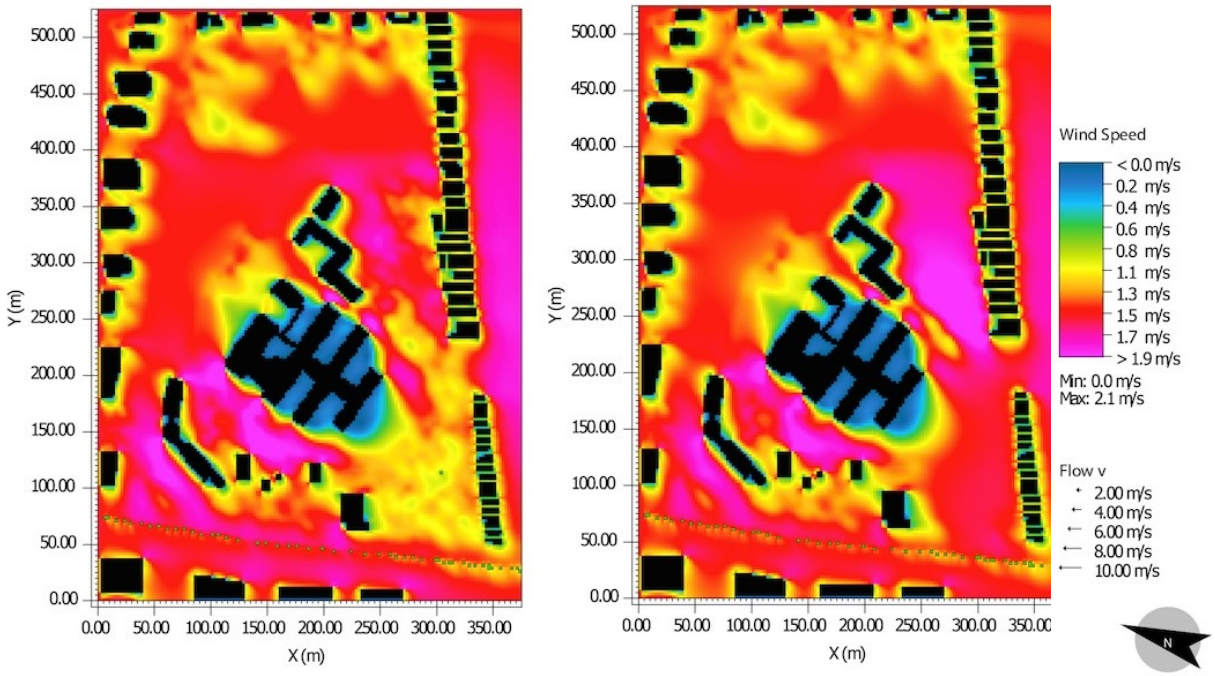

Fig. 10 (C) Simulação 1 e (D) Simulação 2 – velocidade do vento às 15h.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com as simulações computacionais realizadas através do programa ENVI-met 4 demonstraram que no cenário atual, simulação 1, a presença da vegetação contribui para melhoria dos índices de conforto térmico. No Cenário da simulação 2, com a substituição da área de vegetação por uma ampliação do estacionamento (ver Fig. 4 e 5) e a consequente impermeabilização do solo, verificou-se um aumento da temperatura de até 0,8ºC, associado a uma redução da umidade relativa em até 3,8 % neste mesmo cenário.

A análise dos índices de conforto térmico mostrou que a presença da área de vegetação maciça que se observa no cenário atual, a simulação 1, ao ser comparada com o cenário proposto na simulação 2, beneficia o microclima nas áreas vegetadas e em seu entorno próximo. Embora os resultados das simulações demonstrem que as alterações constatadas não beneficiem diretamente o edifício do hospital, o uso das áreas arborizadas com a finalidade de terapia, seria uma oportunidade no sentido de proporcionar o aproveitamento dessa área, que apresenta melhores condições de conforto, podendo minimizar o estresse dos pacientes e auxiliar a prestação de serviços da equipe, influenciando, inclusive, o comportamento e auxiliando na cura.

Por fim, o estudo de cenários de ocupação do solo por meio de simulações computacionais apresenta-se como uma ferramenta importante na busca da melhoria da qualidade de vida urbana, auxiliando nos processos de tomada de decisão, a fim de identificar as melhores soluções e as possíveis zonas de intervenções.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. (1992). **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET.

GIVONI, Baruch. (1998) **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York: John Wiley & Sons.

LABAKI, L., SANTOS, R., LOTUFO, C., ABREU, L. (2011). Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, n. 1, v. 04, Porto Alegre. Disponível em: <www.forumpatrimonio.com.br> Acesso em: 12 abr 2015.

MAYER, H.; HÖPE, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. In: **Theoretical and applied climatology**, [s.l.], 38p.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F. (Org.). (2003). **Clima urbano.** São Paulo: Contexto.

MOURA, Éride. (2002). Lelé no Rio. **ProjetoDesign**, n. 266, abr. 2002. Disponível em: <http://arcoweb.com> Acesso em: 27 mar 2015.

OKE, T. R., (1978). **Bourdary Layer Climates.** London, Methuem & LTD. A. Hasteld Preess Book, New York.

SERRA, R. (1999). **Arquitetura y clima**. Barcelona: Gustavo Gili.