

ESTUDO DAS ALTERAÇÕES NA DINÂMICA DA VENTILAÇÃO E DA TEMPERATURA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO DE JANEIRO: MUDANÇAS NA OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

P. R. C. Drach e O. D. Corbella

RESUMO

O processo de urbanização impõe alterações na malha urbana redefinindo a dinâmica das relações ambientais, espaciais e funcionais do local. O objetivo deste artigo é desenvolver a avaliação preliminar das possíveis alterações no campo de vento e de temperatura desencadeadas num conjunto urbano pela introdução de uma edificação. O quarteirão estudado está localizado na Lapa, bairro da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Sendo o Rio de Janeiro uma cidade de clima tropical quente, parece imprescindível encetar esforços para evitar áreas pouco ventiladas ou estagnadas, passíveis de induzir à formação de ilhas de calor. Nos estudos, da área em seu estado atual, bem como, de uma possível situação futura, foi utilizado o software Envi-Met, desenvolvido para simulações climáticas em áreas urbanas. Os resultados obtidos podem auxiliar na determinação de conseqüências climáticas, como, nas decisões de projetos, definindo o melhor posicionamento de vegetação e construções, para minimizar ganhos de calor.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização impõe alterações na malha urbana redefinindo a dinâmica das relações ambientais, espaciais e funcionais do local. Inúmeros fatores, dentre eles a expansão do mercado imobiliário e os interesses relacionados à especulação de regiões das cidades, induzem transformações nem sempre direcionadas ao interesse comum, à melhoria das estruturas urbanas e ao conforto ambiental.

O objetivo deste artigo é apresentar uma avaliação preliminar das possíveis alterações no campo de vento e de temperatura desencadeadas num conjunto urbano pela introdução de um prédio com mais de 20 andares.

O quarteirão estudado está localizado na Lapa, bairro do centro da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. O Bairro da Lapa faz parte da própria história da cidade, e, como ela, passou e vem passando por uma série de intervenções alterando continuamente sua configuração e uso. A área selecionada é marcada por contrastes entre o novo e o antigo, com predominância de sobrados com 2 ou 3 andares, apesar de existirem alguns edifícios com alturas que variam de 5 a 8 andares e, ainda, a presença importante do “Aqueduto da Carioca” ou “Arcos da Lapa” construção do século XVIII com 18 metros de altura. Recentemente vem sendo discutida a alteração do gabarito na região, que era

anteriormente, uma área protegida com o limite máximo para edificações de seis pavimentos. A expectativa de novas construções na região levanta questões relacionadas ao uso, à estética e, também ao desenvolvimento de espaços climaticamente confortáveis.

A cidade do Rio de Janeiro é conhecida por seu clima quente, sendo por essa razão, imprescindível somar esforços no sentido de viabilizar estratégias para evitar áreas pouco ventiladas ou estagnadas, passíveis de induzir ao aquecimento e à formação de ilhas de calor. Esta anomalia térmica ocorre quando a temperatura média da atmosfera de uma determinada região fica mais alta em relação àquela das regiões em seu entorno (Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE/MCT, 2010).

As ilhas de calor são mais comumente observadas em regiões de alta densidade urbana e, as barreiras urbanas são um dos fatores para sua formação. Apesar da velocidade do vento, por vezes, ser maior em áreas urbanas, dado o efeito “cânion urbano”, as barreiras formadas por edificações uniformes tendem a reduzir a velocidade do vento (CORBELA e YANNAS, 2003). Outro fator auxiliar na formação das ilhas de calor está relacionado à superfície urbana e aos materiais adotados para seu revestimento. Os revestimentos urbanos usualmente apresentam maior capacidade de absorver calor, menor valor de albedo (radiação solar refletida média) e maior condutividade podendo induzir o aumento da temperatura e a redução das taxas de umidade, interferindo no comportamento térmico destas áreas e no conforto ambiental. O calor absorvido da radiação solar durante o dia pelos materiais urbanos é liberado, em parte, de volta para o ambiente durante a noite, resultando numa amplitude térmica inferior à do meio rural circundante, onde à noite pode ser observado um maior esfriamento do ar. Este processo facilita o aumento da temperatura noite/dia nestas regiões e, o maior aquecimento pode ser notado nas camadas de ar mais próximas do solo (BARBOSA, 2008).

Os efeitos das ilhas de calor são significativos em espaço urbanos, uma vez que, além de causarem o desconforto térmico, as ilhas de calor dificultam a dispersão de poluentes cuja concentração em áreas urbanizadas já é grande. Há, ainda, como resultado deste maior aquecimento, o incremento no consumo de energia elétrica, uma vez que os aparelhos de ar condicionado consomem mais à medida que a temperatura do ar aumenta, como o exemplificado por Santamouris (SANTAMOURIS, 1997). Estes aparelhos também emitem mais calor fechando um ciclo de aquecimento.

A análise microclimática do desempenho ambiental do entorno imediato à Rua dos Arcos vem atender à preocupação com o desenvolvimento de espaços climaticamente confortáveis, num momento de possíveis intervenções na região. Os estudos, da área em seu estado atual, bem como, da previsão de possíveis situações futuras, foram feitos através simulações computacionais utilizando o ENVI-Met, software desenvolvido para simulações climáticas em áreas urbanas (BRUSE, 2009). Nestes estudos, os dados adotados para as simulações foram àqueles referentes ao mês de janeiro, de forma que, as análises dos resultados encontrados representassem uma faixa de temperaturas altas, relativas ao verão. Os resultados obtidos com as simulações podem auxiliar tanto à determinação da interferência em termos climáticos da implantação de uma edificação no local, como, futuramente, podem ajudar nas decisões de projetos para esta região, determinando o posicionamento de vegetação e construções, para minimizar ganhos de calor.

2 METODOLOGIA

O procedimento metodológico adotado nesta pesquisa compreende três fases sucessivas. Primeiramente a definição da área de estudo e o levantamento da documentação do sítio e dos dados meteorológicos para reconhecimento da área. A seguir a pesquisa de campo para complementação do reconhecimento do local através de imagens e do levantamento da morfologia urbana. Na terceira fase o trabalho é desenvolvido essencialmente em laboratório; geração dos arquivos de entrada necessários para utilização do software ENVI-Met, simulação, leitura e interpretação dos arquivos de saída.

2.1 Documentação do sítio

Na definição e apresentação da área de estudo, bem como na determinação dos parâmetros de análise foram utilizados, desenhos esquemáticos e plantas cadastrais. O levantamento dos dados climatológicos do sítio, dentre eles; temperatura do ar (K), umidade relativa (%) e velocidade do vento (m/s), foi feito através do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia e das Estações Meteorológicas do Galeão (83746 Galeão – SBGL) e do Forte de Copacabana. Estas ações possibilitaram o desenvolvimento dos arquivos de entrada para utilização no Software ENVI-Met.

O bairro da Lapa, situado no centro da cidade do Rio de Janeiro, faz parte da própria história da cidade, e vem sofrendo alterações continuamente ao longo dos anos. De berço da boemia carioca, nas décadas de 1920 e 1930, passou por períodos de decadência e sofreu processos de revitalização. Atualmente é uma região com atividade intensa, freqüentadores e uso diversificados. Antigos sobrados reformadas, ruas e praças são os espaços da boemia, da diversão, dos encontros sociais e, principalmente, de cultura. Sua ligação com outras regiões do centro facilita a existência de uma população circulante (DUARTE; PORTERO; MEIJSMANS, 2007).

O quarteirão selecionado para estudo pertence ao entorno da Rua dos Arcos (Figura 1), e é marcado por contrastes entre o novo e o antigo, apesar de predominarem sobrados com 2 ou 3 andares, existem alguns edifícios com alturas que variam de 5 a 8 andares. Na região há a presença importante do “Aqueduto da Carioca” ou “Arcos da Lapa” construção do século XVIII com 18 metros de altura. A Rua dos Arcos abriga alguns espaços culturais importantes para cidade como é o caso da Fundação Progresso (antiga e desativada fundição de fogões e cofres, atualmente um centro de cultura) e do Circo Voador inaugurado em 1982. Há ainda, nos fundos, a presença da Catedral Metropolitana do Rio de Janeiro.

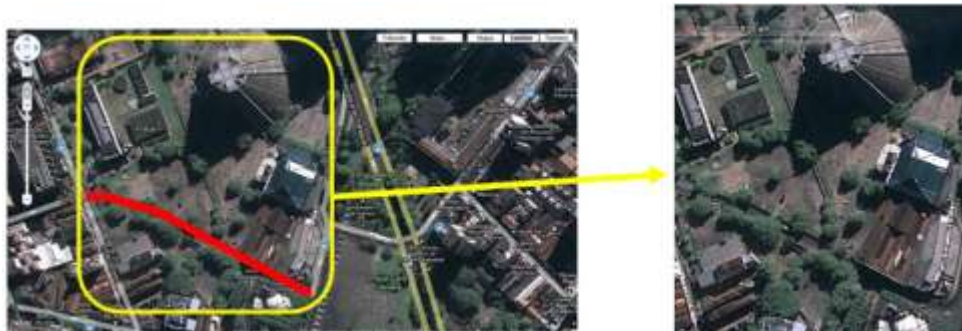


Fig. 1 Quarteirão selecionado para estudo – A Rua dos Arcos está grifada em vermelho.

2.2 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo permitiu o levantamento da morfologia urbana através de fotografias e de avaliações *in loco*. Foi efetuado o levantamento da altura das edificações e da cobertura urbana atual; areia, vegetação baixa, asfalto, concreto, etc. Neste estudo só foram consideradas para simulação, em todos os experimentos, as áreas com vegetação de pequeno porte, como grama densa, pouco presente no local. Árvores ou arbustos não foram levados em conta. As fotografias da Figura 2 apresentam, respectivamente, um trecho da Rua do Lavradio onde o contraste entre o novo e o antigo pode ser observado e, outro trecho desta mesma rua que permanece com os sobrados.



Fig. 2 Dois trechos da Rua do Lavradio (a) Contraste entre o novo e o antigo (b) trecho mais preservado (fotos: H. Drach)

As fotografias das Figuras 3a e 3b mostram o “Aqueduto da Carioca” ou “Arcos da Lapa” em dois momentos; a primeira imagem é de Augusto Malta (ERMAKOFF, 2009) tomada em 1906 e a segunda é uma imagem atual de H. Drach.

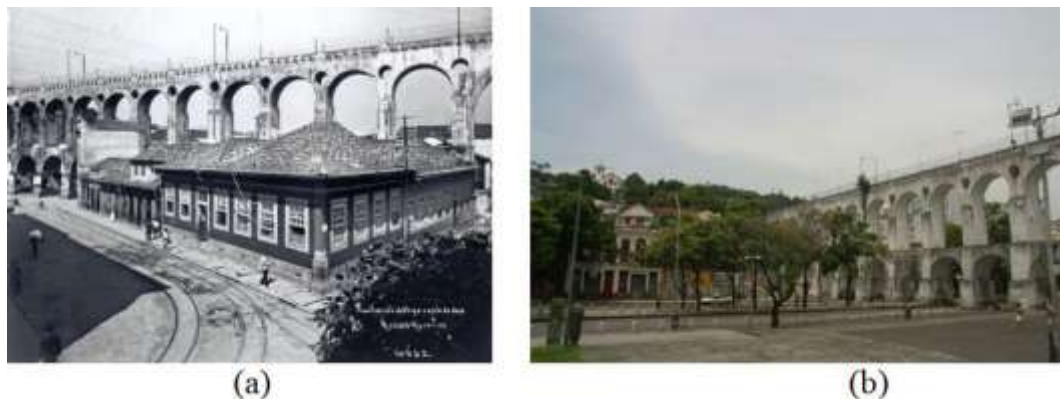


Fig. 3 Dois instantes do “Aqueduto da Carioca” ou “Arcos da Lapa”. (a) 1906 e (b) 2010

Podem ser vistas na Figura 4, as imagens da Rua dos Arcos (a) e (b), da Catedral Metropolitana do Rio de Janeiro e do estacionamento localizado nos fundos da catedral (c), local selecionado para possível construção da nova edificação. Fotografias de H. Drach.



Fig. 4 Imagens da Rua dos Arcos (a) e (b), da Catedral Metropolitana do Rio de Janeiro e do estacionamento localizado nos fundos da catedral (c)

2.3 Laboratório

As simulações computacionais foram efetuadas utilizando o software ENVI-Met desenvolvido para simulações climáticas em áreas urbanas. Na visualização dos resultados foi empregado o software Leonardo 3.75, (MICHAEL BRUSE, 2010). De posse de todas as informações tem início a fase de trabalho no laboratório. Os dados obtidos foram adaptados para geração do arquivo de entrada para o programa.

A área simulada tem 73.656 m² (264 m x 279 m) e foi definida uma malha de 3 x 3 m para geração do arquivo de entrada para o programa. As Figuras 5a, 5b e 5c apresentam, respectivamente, a representação gráfica do local com as especificações acerca dos revestimentos, da cobertura vegetal e das edificações, a sobreposição da malha de 3 x 3 m e os dados preparados para inserção no ENVI-Met. Nesta fase do estudo a única área de vegetação incluída na simulação, em todos os experimentos, foi aquela de baixo porte, tipo grama densa, portanto, árvores ou arbustos não foram levados em conta.

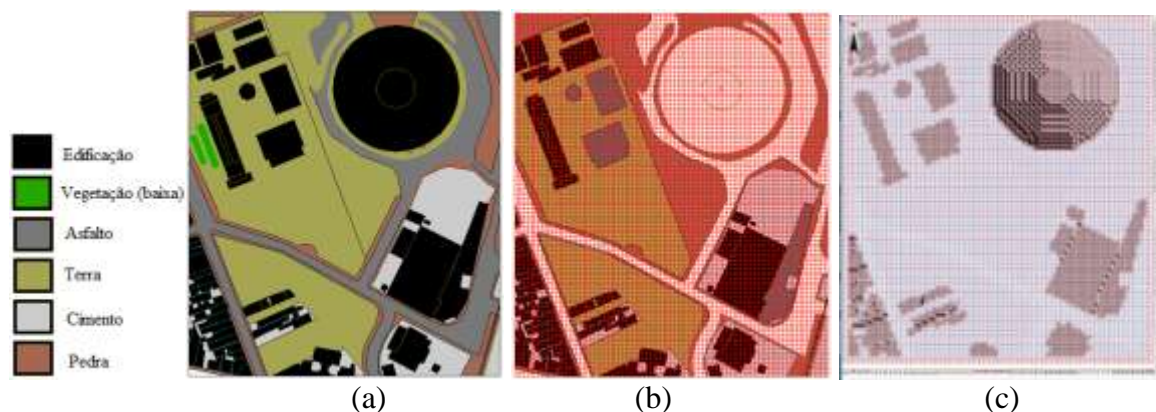


Fig. 5 Representação gráfica do local; especificações acerca dos revestimentos, da cobertura vegetal e das edificações (a), sobreposição da malha de 3 x 3 m (b) e os dados preparados para inserção no ENVI-Met (c).

Na simulação de uma possível situação futura é introduzida uma edificação com mais de 20 pavimentos na Rua dos Arcos, ao lado da Fundação Progresso e nos fundos da Catedral

Metropolitana, na Lapa, centro. A Figura 6 mostra o arquivo de imagem gerado para a segunda simulação, com a edificação, contornada em azul, ocupando o espaço anteriormente vazio.

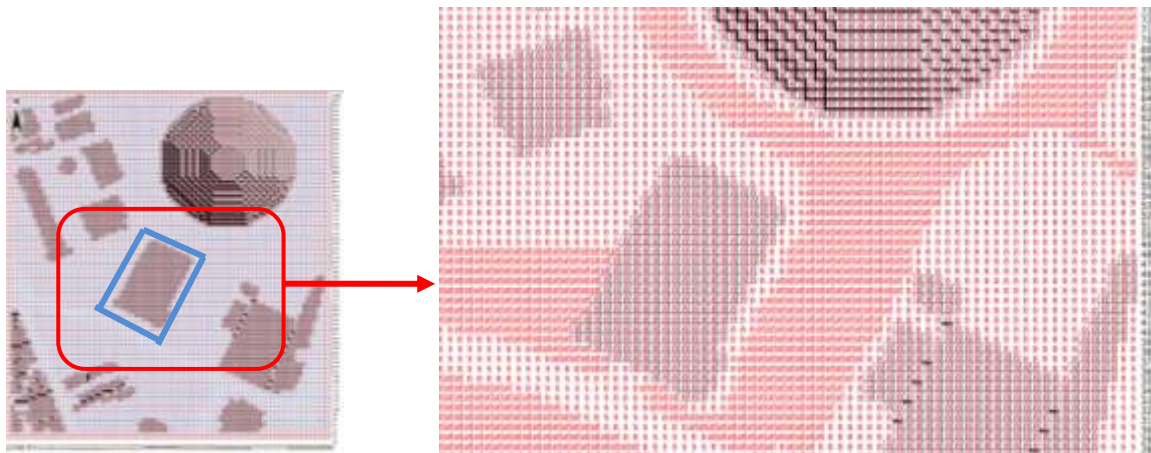


Fig. 6 Arquivo gerado para a segunda simulação - edificação ocupando o espaço anteriormente vazio e detalhe com as atribuições do revestimento urbano

As simulações foram feitas com dados relativos ao dia 21 de janeiro de 2010, por ser um dia típico de verão e, poder, portanto, representar um dos casos de calor e possível desconforto ambiental. Foram gerados resultados para 48 horas e, primeiramente, foram extraídos os resultados de velocidade do vento e temperatura, obtidos para 9 horas da manhã do dia 22 de janeiro de 2010.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estudos e pesquisas sobre cidades compactas e/ou dispersas vêm crescendo à medida que as questões sobre mudanças climáticas e sustentabilidade vêm tomando espaço. O caso aqui estudado não chega a estar incluído na questão das cidades compactas, portanto, não se espera obter resultados tão diferentes com o experimento de uma possível situação futura, daqueles encontrados para a situação atual. Mas a introdução de uma edificação de grande porte em uma região pode ser vista como um início de adensamento. Sabe-se que são muitas as possibilidades e as variáveis a ser consideradas, fato que implica em muito trabalho e pesquisa para que as opções possam ser razoavelmente avaliadas.

As simulações computacionais surgem aqui como mais uma ferramenta capaz de auxiliar nestes estudos e pesquisas. Na Figura 7, são apresentados os resultados das simulações relativos à ventilação para as duas situações estudadas. Eles são apresentados com os valores de velocidade em m/s e na forma de campo de vetores para o horário de 9 horas da manhã, no nível do solo, $z=0$. Estes resultados permitem a observação das alterações no campo de vento como consequência da introdução do edifício na região. Na região do entorno imediato do novo edifício, circundada pelo quadrado branco (Figura 7b) pode ser observada a redução da ventilação através da presença da mancha azul, indicativo de menores velocidades, numa região anteriormente vermelha (maiores velocidades). Na Figura 7d onde é apresentado o campo de vetores e os quadrados brancos indicam a região onde ocorreu redução de velocidade que pode-se observar ao se comparar com a mesma área na Figura 7c que apresenta os resultados da situação atual. Ao mesmo é visível a intensificação nos corredores laterais da nova edificação (Figura 7d, em amarelo).

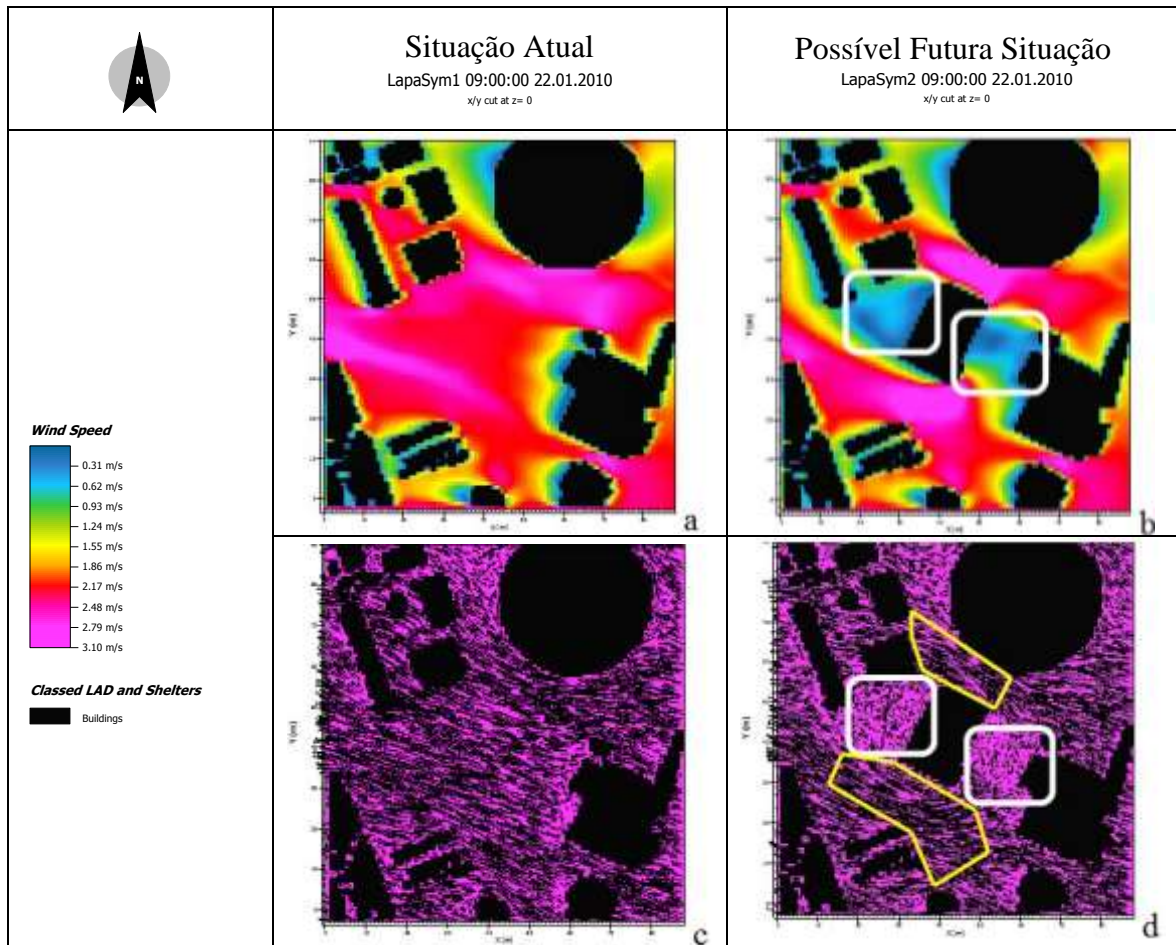


Fig. 7 Resultados das simulações com o software ENVI-Met – campo de velocidades e vetores para as duas situações estudadas

Os resultados da simulação computacional para temperatura para as duas situações estudadas são apresentados com os valores em K (Kelvin) para o horário de 9 horas da manhã, no nível do solo, $z=0$, Figura 8.

Nas Figuras 8 (a e b) os resultados indicam o aumento da temperatura no entorno imediato da nova construção e a alterações da temperatura no restante do conjunto. Para observação mais detalhada, numa faixa mais estreita na escala de cores, as Figuras 8 (c e d) foram geradas com outra tabela de valores de temperatura. A partir delas pode-se observar que a temperatura em parte da Rua dos Arcos diminuiu, mas aumentou no final da rua. A dinâmica no conjunto de edificações sofreu alterações e para a melhor visualização do comportamento da temperatura foram introduzidos na Figura 8d sinais brancos indicando o aumento (sinal de soma) e a redução (sinal de subtração) da temperatura. Num primeiro exame constata-se que os incrementos de temperatura foram maiores que as reduções em intensidade. Uma das possíveis causas para a redução da temperatura em algumas regiões do quarteirão pode ser o aumento da ventilação nos corredores laterais da nova construção e no caso de não se tratar de horário de sol intenso, o sombreamento promovido pela nova edificação.

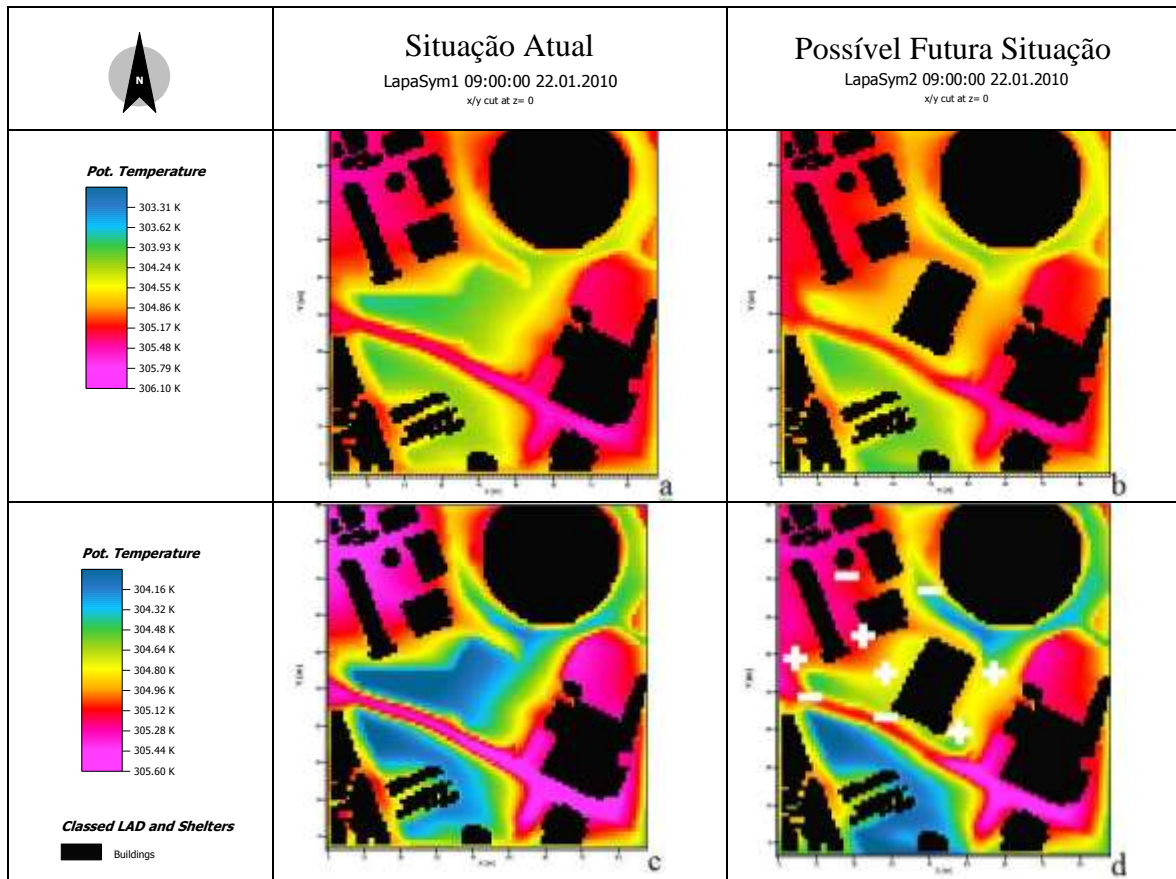


Fig. 8 Resultados das simulações com o software ENVI-Met – campo de temperatura para as duas situações estudadas – 9 horas

Para avaliar o desempenho da área num horário diferente também foram tomados os resultados das simulações para o horário de 12 horas, no nível do solo, z=0, Figura 9. Eles podem ser observados em 2D e, também em 3D.

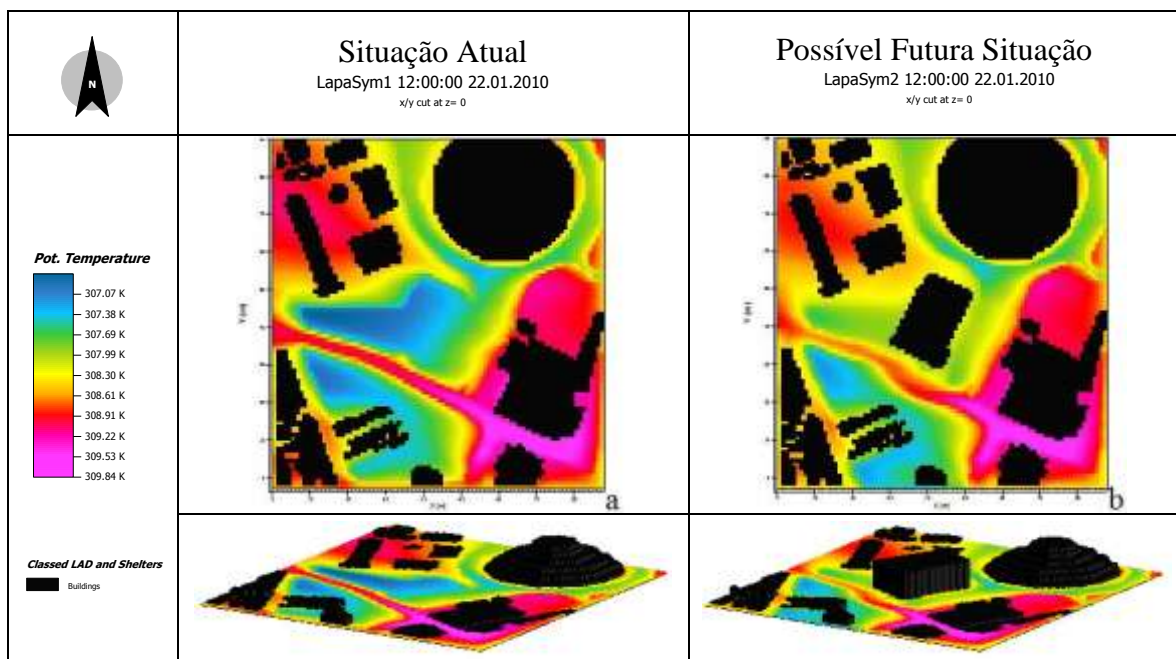


Fig. 9 Resultados das simulações com o software ENVI-Met – campo de temperatura para as duas situações estudadas – 12horas

A distribuição da temperatura sofreu alterações ao longo do quarteirão com uma variação entre as regiões de até 2 K. As temperaturas no entorno da nova edificação ficaram mais elevadas em até mais de 1 K. Em outras regiões do quarteirão, sobretudo na área asfaltada da Rua dos Arcos, em frente ao terreno onde foi localizada a nova edificação, as temperaturas sofreram redução que não chegou a atingir 1 K. As imagens em 3D da Figura 10 permitem a visualização do conjunto (a) e, dos detalhes em 3D, por faixas de temperatura, como; superiores a 309.1 K representadas na Figura 10(b), superiores a 308.75 K na Figura 10(c) e assim por diante. A visualização em 3D permite a observação mais imediata da abrangência das faixas de temperatura, indicando que a região acima do solo também sofre as conseqüências da elevação da temperatura, portanto, também no interior das edificações e nos andares mais elevados as pessoas poderão ser atingidas por ações que gerem calor. Em um exemplo é também apresentada a malha gerada e um detalhe (e), para que a compreensão seja mais imediata.

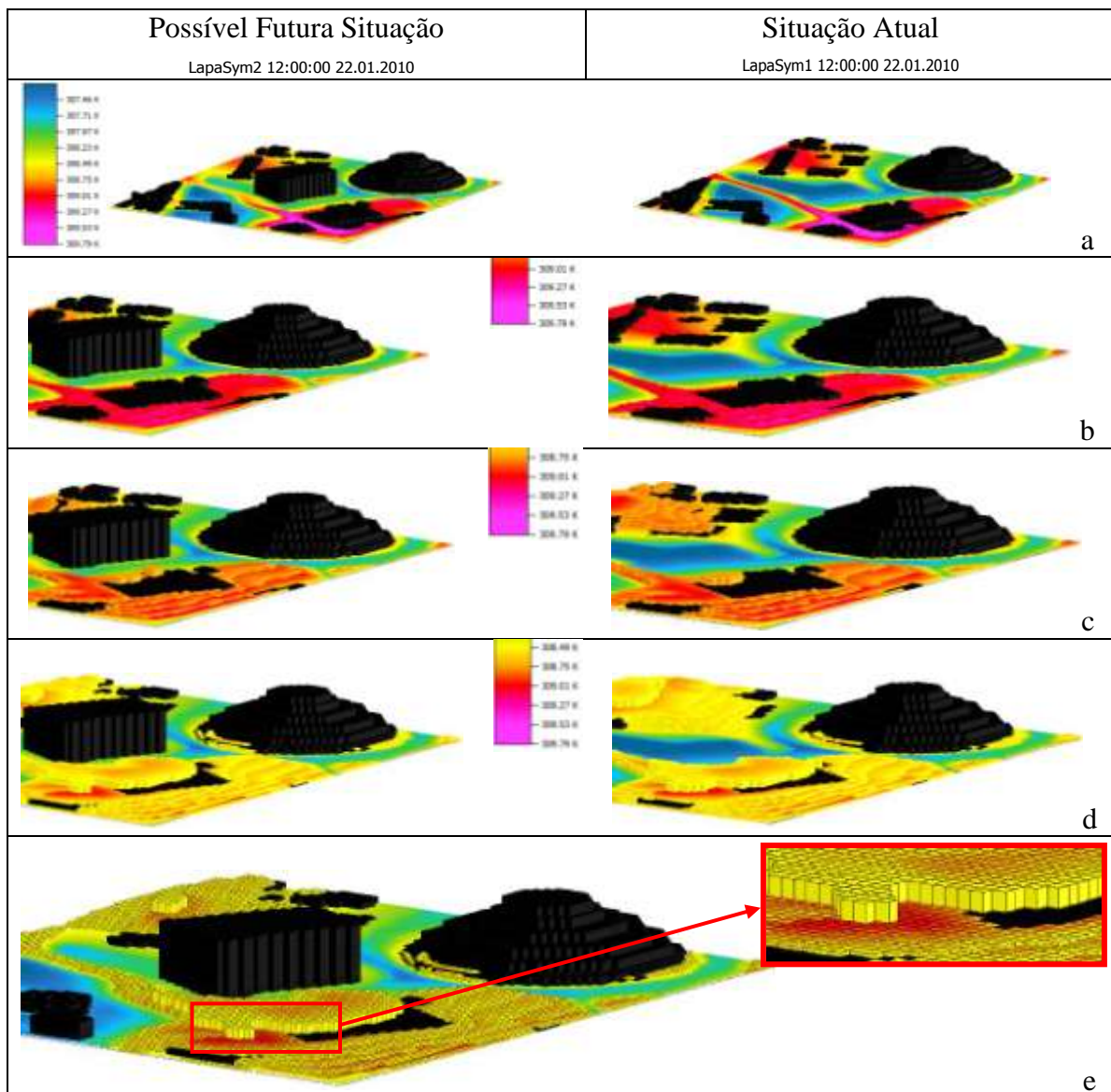


Fig. 10 Resultados das simulações com o software ENVI-Met – campo de temperatura para as duas situações estudadas em 3D – 12 horas

A seguir, nas Figuras 11 e 12 os resultados são apresentados nas seções XZ e YZ, respectivamente. As linhas que atravessam as imagens do conjunto, a esquerda, indicam a posição das seções.

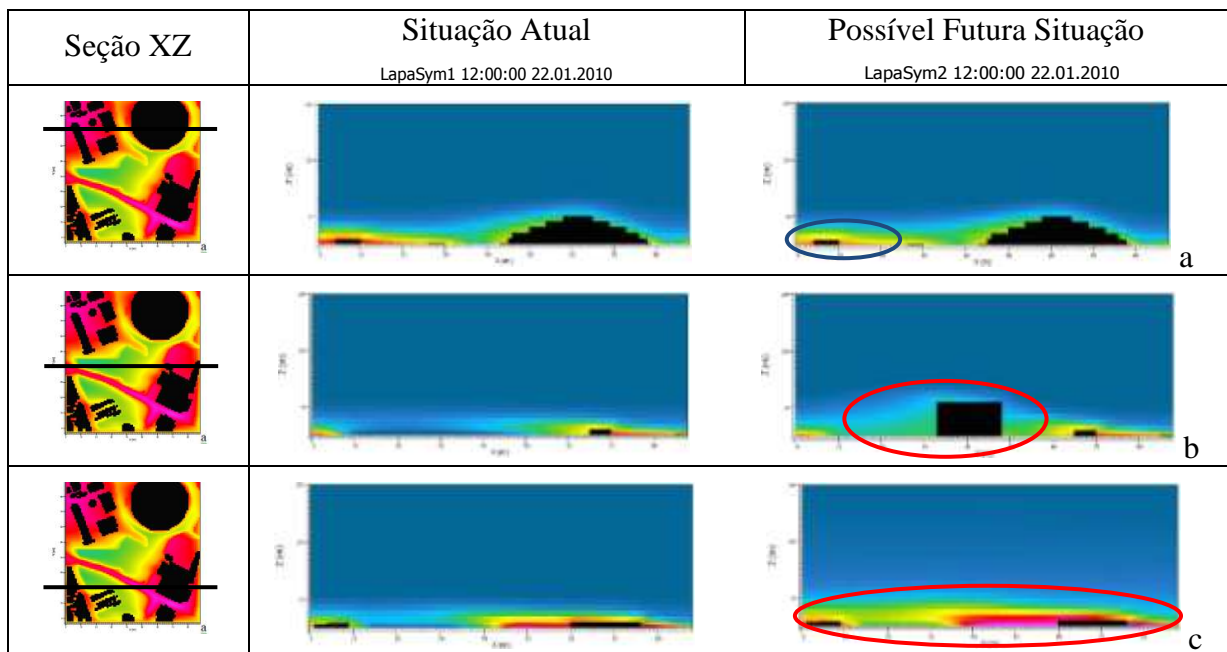


Fig. 11 Resultados das simulações com o software ENVI-Met – campo de temperatura para as duas situações estudadas em 3D – 12horas – seção XZ

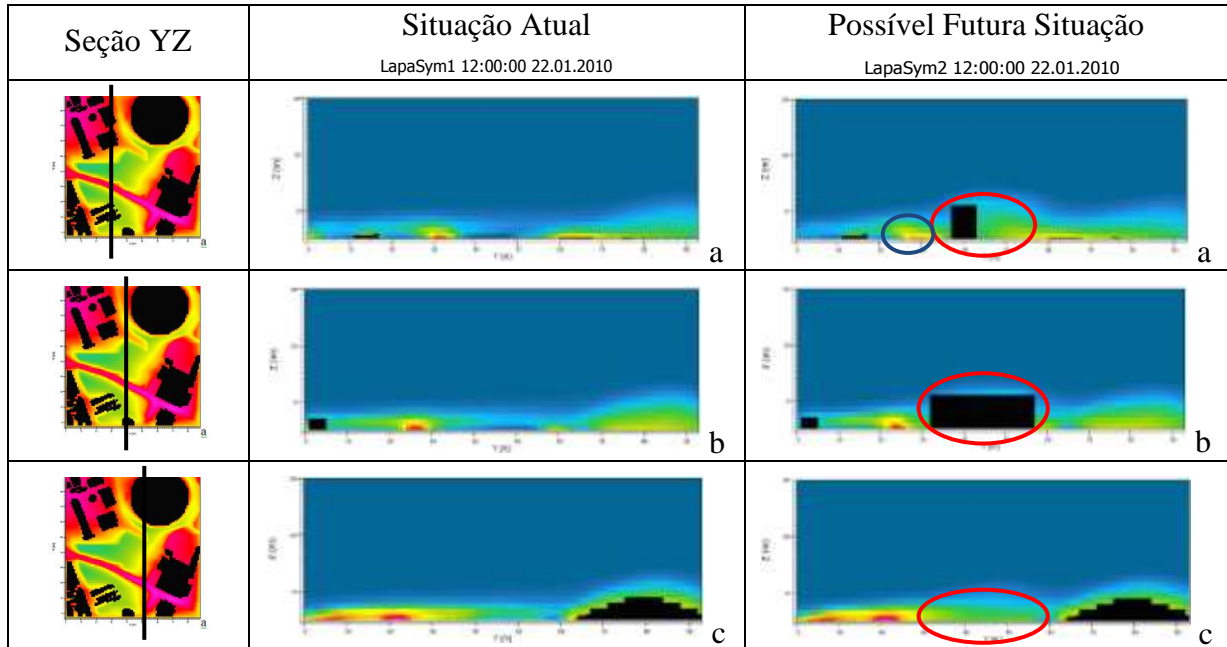


Fig. 12 Resultados das simulações com o software ENVI-Met – campo de temperatura para as duas situações estudadas em 3D – 12horas – seção YZ

Nas Figuras 11 e 12 os círculos indicam, para cada dupla de imagens, as regiões que apresentaram aumento de temperatura (vermelho) ou redução de temperatura (azul).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que o processo de urbanização impõe alterações na malha urbana redefinindo a dinâmica das relações ambientais, espaciais e funcionais do local, o maior número possível de fatores que induzem estas transformações devem ser avaliados levando em conta a melhoria das estruturas urbanas e o conforto ambiental. O estudo detalhado das características ambientais e climáticas de cada lugar é reconhecidamente necessário e faz parte ativa no processo de tomadas de decisões e de propostas concretas do planejamento arquitetônico e urbano

O quarteirão estudado está localizado na Lapa, bairro do centro da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Sendo uma cidade de clima tropical quente, é imprescindível somar esforços no sentido de viabilizar estratégias para evitar áreas pouco ventiladas ou estagnadas, passíveis de induzir ao aquecimento e à formação de ilhas de calor. A expectativa de novas construções na região levanta questões relacionadas ao uso, à estética e, também ao desenvolvimento de espaços climaticamente confortáveis.

O objetivo principal desse trabalho foi observar, a partir de dados de simulação de um ambiente real, as conseqüências na dinâmica de ventos e na temperatura ocasionadas pela introdução de uma nova edificação em um bairro situado em uma região de clima tropical. Os estudos, da área em seu estado atual, bem como, da previsão de possível situação futura, foram feitos através simulações computacionais utilizando o ENVI-Met

No entorno imediato da nova construção foi observado, conforme esperado, a redução da ventilação e o aumento da temperatura. Outras regiões do quarteirão estudado apresentaram, de acordo com as imagens, por vezes aumento e por outra redução de temperatura e ventilação. Este exame visual permite confirmar a complexidade das respostas às intervenções impostas ao meio urbano.

Os resultados permitiram a observação de que o aumento de temperatura não foi uma constante, como por exemplo, na Rua dos Arcos, em frente à nova edificação, onde foi observada uma redução da temperatura. Esta rua, já existente e asfaltada, pode ter sido privilegiada com o sombreamento da nova edificação.

Inúmeras questões relevantes surgiram a partir deste primeiro estudo, dentre elas a necessidade de avaliar outras formas de introdução de novas edificações na região. Há o interesse em avaliar a relação da densificação em regiões de clima tropical quente e a formação de ilhas de calor, buscando determinar a melhor forma de ocupação para cada local.

Para um próximo estudo, parece interessante também a avaliação da introdução do calor de origem antrópico, de vegetação de maior porte e análise das leituras dos resultados em outros horários do dia.

5 AGRADECIMENTOS

Patricia R C Drach agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ.



Oscar D. Corbella agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6 REFERÊNCIAS

Barbosa, Gisele S. **Perspectivas Sustentáveis: Desafios para o Desenvolvimento Urbano-Ambiental**. Dissertação de Mestrado, PROURB/FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

Bruse, M. (2009) **ENVI-met. Version 3.1 BETA III. On-line Manual**. In: <http://www.envi-met.com>. Latest Build: 14-Dec-09.

Bruse, M. (2009) **LEONARDO 3.75. On-line Manual**. In: <http://www.envi-met.com>. Latest Build: 14-Dec-09.

Corbella, O. e Yannas, S. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos: Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: FAPERJ Revan, 2003.

Duarte, C. F., Portero, A. e Meijsmans, M. (2007) **Centralidade e Sustentabilidade na Cidade: questões em Arquitetura e Urbanismo**. Grupo de Trabalho: Arcos da Lapa – Paisagem Ambiental. In: Workshop Rio de Janeiro do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo - FAU - Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Ermakoff, G. (2009) **Augusto Malta e o Rio de Janeiro: 1903-1936**. Editora: G. Ermakoff, Rio de Janeiro.

Ferreira, C. M. G., de Serejo, T. C. L. e Villas-Boas, V. L. B. (1984) **O Bonde na Paisagem Carioca**. Secretaria Municipal de Educação e Cultura, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Relatórios de Dados Meteorológicos**. Consulta Dados da Estação Convencional: RIO DE JANEIRO (RJ), 2010.

Santamouris, M. Group Building Environmental Studies, Section Applied Physics, Physics Department, University of Athens, **Building Physics 5**, Panepistimioupolis, Athens, Greece, 1997.

Silva, C. F. E. e Romero, M. A. B. (2009) O desempenho ambiental de vias arborizadas na cidade de Teresina por meio de dados sensoriais, microclimáticos e simulações computacionais com o auxílio do ENVI-MET. In: **VI Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e III Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído ENCAC ELACAC**, Natal.