

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A ATUAÇÃO DOS VENTOS ALÍSIOS DE SUDESTE E VENTOS ALÍSIOS DE NORDESTE NA MALHA URBANA DO BAIRRO DE PONTA VERDE, EM MACEIÓ-AL

Maiara da S. Cruz (1); Ricardo V. R. Barbosa (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado- Universidade Federal de Alagoas- UFAL, Campus A. C. Simões, maiaracruz38@gmail.com

(2) Professor do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado - Universidade Federal de Alagoas- UFAL, Campus A. C. Simões, rvictor@arapiraca.ufal.br

RESUMO

O estudo objetivou analisar comparativamente os efeitos microclimáticos causados pela atuação dos ventos alísios de direção Sudeste e ventos alísios de direção Nordeste na malha urbana de um bairro localizado na planície litorânea com características de adensamento predominantemente vertical, na cidade de Maceió - Alagoas. Para tanto, fez-se um estudo da climatologia dos ventos e suas possíveis interferências na malha urbana estudada, em determinados períodos de ocorrência de ventos na região. Foram realizadas simulações com o auxílio de ferramentas computacionais, com o objetivo de comparar o efeito da atuação dos ventos no interior da malha urbana. Foi constatado que o posicionamento da quadra funciona como uma barreira construtiva para a penetração do vento em determinado período, gerando zonas de estagnação de ventos. Além disso, foi constatado também o fator sombreamento das altas edificações, como ponto positivo para amenizar a temperatura local. Esse trabalho pode ajudar significativamente na aplicabilidade em aspectos diversos para o estudo da climatologia urbana, dentre eles, servir como subsídio ao planejamento urbano e/ou validação de experimentos observacionais.

Palavras-chave: simulação computacional, microclima, planejamento urbano, ventos.

ABSTRACT

This study is focused on the comparative analysis of the microclimate effects caused by performance of the trade winds from the southeast direction and northeast trade winds towards the urban area in a neighborhood with predominantly vertical density characteristics in the city of Maceió. Among this goal, did a study of climatology of winds and possible interference in the urban area studied, at certain times of occurrence of winds in the region. Simulations were performed with the aid of computational tools, in order to compare the effect of the action of winds within the urban fabric. It was found that the position of the court acts as a sort of constructive barrier for wind penetration in a given period, thereby generating winds stagnant zones. Furthermore, it was also observed the shading factor of high buildings, as positive to soften the local temperature. This work may help significantly in applicability in various aspects to the study of urban climatology, among them, serve as support to urban planning and / or validation of observational experiments.

Keywords: computer simulation, microclimate, urban planning, winds.

1. INTRODUÇÃO

O vento é um elemento do clima que influi diretamente no microclima de uma área. O regime dos ventos determina o tempo e o clima de uma região, através das circulações termicamente induzidas com os fenômenos de grande escala. A direção do vento é variável no tempo e no espaço, em virtude da situação geográfica do local, da rugosidade da superfície, do relevo, da vegetação, do clima e da época do ano (VENDRAMINI, 1986).

O conhecimento das características dos ventos que ocorrem num local, como direção predominante, velocidades médias e possíveis fenômenos eólicos cíclicos, são informações importantes para os estudos voltados ao planejamento urbano, como forma de auxiliar na construção e localização de edificações e no posicionamento das quadras na cidade, a fim de torná-las mais adequadas ao clima e conforto térmico dos habitantes.

No caso das cidades de clima tropical quente e úmido, caracterizadas pela baixa latitude, o estudo da ventilação natural é de extrema importância devido à intensa radiação solar incidente durante todo o ano nessas áreas, o que constitui uma fonte de grande desconforto térmico. Isso faz da ventilação um recurso fundamental para promover, além da importante renovação de ar interior e da amenização climática, o conforto térmico que deve ser explorado nos projetos de arquitetura, e principalmente no planejamento urbano de cidades como Maceió.

Maceió é uma cidade litorânea do nordeste brasileiro que recebe diretamente os ventos alísios provenientes do mar. Com relação aos ventos dominantes, Maceió está sob a influência alternada dos ventos alísios de Sudeste, mais freqüente durante todo o ano, de velocidade fraca e moderada, e os ventos de retorno do Nordeste nos meses mais quentes [período de verão]. O valor médio mensal da velocidade é de 2,8m/s, podendo chegar a valores absolutos mais intensos de 10m/s na direção Nordeste (BARBIRATO, 1998).

Como a maioria das cidades brasileiras, nas últimas décadas, Maceió, vem passando por um processo de crescimento urbano comum das grandes cidades. Com isso, são produzidos vários microclimas na área urbana, que de alguma forma, influenciam nos processos de circulação dos ventos sobre a cidade.

Essas alterações se dão devido à produção do espaço, com o uso e ocupação desordenada do solo de acordo com as legislações urbanísticas em vigor, construção de vários edifícios multipavimentos e a diminuição de áreas verdes e espaços livres. Essa lógica urbanística visa atender a necessidade de acumulação do capital sem a preocupação devida com o conforto urbano, fazendo com que hajam obstáculos na circulação atmosférica, criação de canais de vento através das construções e o aumento na temperatura local. Ou seja, a configuração urbana é ao mesmo tempo potencializadora e transformadora destas condições de mudanças climáticas, fazendo-se então necessário identificar estes locais interurbanos modeladores de microclimas.

Na busca por um melhor entendimento das interações entre a dinâmica dos ventos e a malha urbana da cidade, pesquisadores desenvolvem modelos computacionais que encontram suas bases em fatores meteorológicos ou em características da estrutura urbana para simular a dinâmica da atmosfera (KARATASOU *et al.*, 2006). Sobre o uso de simulação computacional para previsão dos efeitos térmicos e dinâmicos no ambiente urbano, tem-se como referência trabalhos de Michael Bruse, que desenvolveu a ferramenta computacional ENVI-met (BRUSE, 2007a) com aplicação em diversos estudos de simulações de desempenho ambiental térmico, relacionando, entre eles, a atuação das massas de ar sobre a malha urbana.

No Brasil, esses programas têm sido largamente utilizados, principalmente por pesquisadores do conforto relacionado à climatologia urbana, podendo-se destacar os trabalhos como: Brandão (2009); Nakata (2010); Dacanal, Pezzuto, Labaki e Matsumoto (2010) e Nogueira (2011).

Diante do exposto, nesse artigo são mostradas, a análise da atuação de ventos de determinada fração urbana com o auxílio de ferramentas computacionais relacionadas à climatologia urbana, em períodos distintos: no mês de setembro, em que houve a ocorrência dos ventos de direção Sudeste, e no mês de dezembro; época de ocorrências dos ventos de direção Nordeste na costa alagoana.

2. OBJETIVO

O estudo objetivou analisar comparativamente os efeitos microclimáticos causados pela atuação dos ventos alísios de direção Sudeste e ventos alísios de direção Nordeste (ou ventos de retorno) na malha urbana de um bairro localizado na planície litorânea com características de adensamento predominantemente vertical, na cidade de Maceió - Alagoas.

3. MÉTODO

Para a elaboração desse estudo, a metodologia baseou-se em quatro etapas distintas. A primeira etapa consistiu na realização de monitoramento *in loco* de dados climáticos (temperatura e umidade do ar) em três pontos na malha urbana do bairro da Ponta Verde, conforme será descrito posteriormente. A segunda etapa consistiu na análise do comportamento microclimático nos três pontos monitorados, a partir da correção dos dados monitorados com os dados climáticos de mesoescala, tomados a partir da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A terceira etapa consistiu em simulações computacionais com auxílio do software ENVI-met 4.0, a partir das quais foi possível expandir a análise do comportamento térmico para a área em estudo e analisar o conforto térmico do pedestre para uma situação atual de ocupação do solo em épocas e horários distintos. Por fim, foi realizada uma síntese dos resultados obtidos no estudo apresentado.

3.1. Escolha da área de estudo e coleta das variáveis microclimáticas

A região geográfica de referência para o estudo está localizada em Maceió, capital do estado de Alagoas (figura 1), localizado especificamente na faixa costeira do Nordeste do Brasil, região de clima predominante quente e úmido devido à localização litorânea às margens do Oceano Atlântico.



Figura 1- Localização da área de estudo no território nacional

O recorte escolhido está inserido em uma malha urbana adensada por edificações verticais de uso predominante residencial, podendo ser implantadas edificações de uso comercial e de serviços, com expansão vertical de até 15 pavimentos segundo o Código de Edificações de Maceió (MACEIÓ, 2007). A região possui terreno predominantemente planificado e a presença de áreas verdes concentradas geralmente à beira mar e em áreas específicas, como praças e pequenos jardins (figura 2). Essas características despertaram nos pesquisadores o desejo de analisar as conseqüências microclimáticas da ocupação dessa porção na cidade, a partir dos efeitos microclimáticos resultantes principalmente da ação da ventilação natural na configuração urbana da área.



Figura 2- Imagem de trecho inserido na área de estudo, mostrando a configuração urbana do local.

No recorte estudado, foram realizadas medições microclimáticas *in loco* de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade e direção dos ventos nos horários 9h e 15h e 21h, em dois dias consecutivos do mês de setembro de 2014, e dois dias consecutivos do mês dezembro de 2014, utilizando-se instrumento portátil (termo-higro-anemômetro digital com ventoinhas da marca INSTRUTHERM – THA185) devidamente sombreado e posicionado no nível do pedestre; a 1,50m de altura. Para as medições foram considerados registros realizados sob condições de céu claro e pouca nebulosidade. As medições microclimáticas serviram como referência da área para posterior comparação com dados registrados pela estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e validação do programa de simulação computacional utilizado. Foram selecionados três pontos de medição, conforme mostra a figura 3.

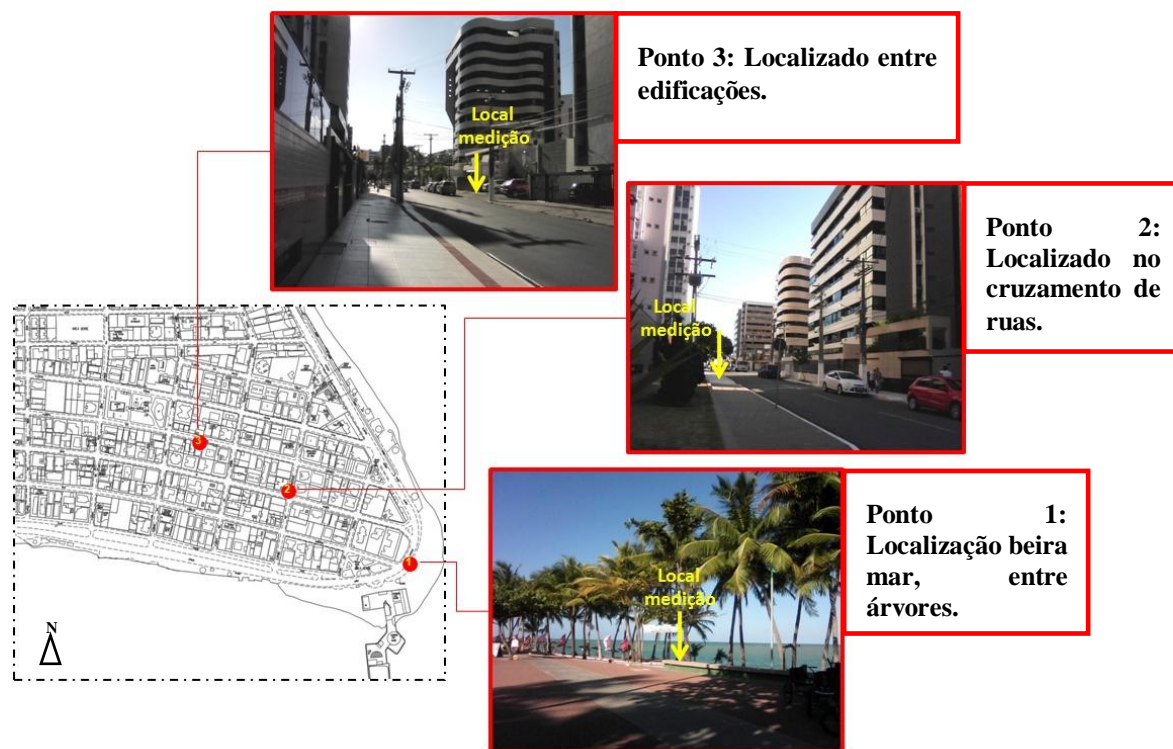


Figura 3 - Quadra selecionada dentro do recorte estudado, mostrando os pontos de medições microclimáticas e características de cada um deles.

A partir das medições foi possível identificar um dia representativo de cada época mensurada para configuração das simulações computacionais com o programa ENVI-met. As simulações foram realizadas selecionando-se um fragmento com localização favorável à ventilação natural e utilizando-se o mesmo cenário urbanístico (situação atual), modificando-lhes apenas os dados relacionados ao direcionamento dos ventos em estudo. Assim, foi feita simulação computacional com o mesmo cenário urbanístico com dados referentes à ocorrência dos ventos de direção Sudeste e outra simulação com mesmo cenário e dados referentes à ocorrência dos ventos de direção Nordeste.

As Tabelas 1 e 2 mostram os dados coletados nos respectivos pontos para os dias de medições microclimáticas (às 9h, 15h e às 21h). As medições foram comparadas com dados da estação local (INMET - Instituto Nacional de Meteorologia), constatando-se que o dia 26/09 e 16/12 apresentaram a menor variação entre os valores máximos e mínimos de temperatura do ar e velocidade de ventos para os horários monitorados. Portanto, os dias 26/09 e 16/12 foram considerados dias representativos para a análise microclimática no fragmento selecionado nas simulações para o cenário urbanístico no comparativo do efeito de ventilação natural. Além disso, foi selecionado também o horário mais adequado para as análises conclusivas, utilizando-se o mesmo critério de menor variação entre os valores medidos e os apresentados pelo INMET. Encontrando-se então os horários das 9h e 15h como os mais representativos.

É importante destacar que a obtenção dos dados “representativos” para este estudo foi pautada na escolha de dados mais próximos aos encontrados na situação real, como meio de calibração do programa computacional e um meio de certificação dos valores reais com os encontrados nas simulações.

Tabela 1– Valores das variáveis microclimáticas coletadas nos 2 dias consecutivos para o período de setembro.

Data/Parâmetro	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			INMET		
25/09/2014	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
Temperatura (°C)	28	28,3	26,5	29,1	30	27	29,7	30,3	26,5	28	27,7	25
Umidade (%)	77	75	77,2	73,1	73,5	79,9	67,5	65	79,2	85	77	86
Vel. Ventos (m/s)	4,5	3	2	2,4	2,5	2	1,3	1,7	1,7	2	3,3	2,1
26/09/2014	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
Temperatura (°C)	27,7	27,1	26,5	28	28,7	26,8	28,3	30	27	26,5	29,8	27,6
Umidade (%)	80,3	77	78,3	79,2	73,8	77,5	78,6	65	78	77	82	68
Vel. Ventos (m/s)	4	4	3,5	2,5	3	3,2	2	1,4	3	2,9	3,2	4,4

Tabela 2– Valores das variáveis microclimáticas coletadas nos 2 dias consecutivos para o período de dezembro.

Data/Parâmetro	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			INMET		
15/12/2014	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
Temperatura (°C)	28,5	27	26,5	29	28	26,2	32,2	29	27	24	27,7	25,2
Umidade (%)	73,7	78	79,7	68,5	70	75	69,4	70	74,6	88	77	82
Vel. Ventos (m/s)	4	5	2	1,4	2,5	3,5	2	2	1,5	2,1	6,3	4,1
16/12/2014	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
Temperatura (°C)	30	26,8	26,3	29	28,5	27	30,5	29,5	27	24,5	29,8	25,6
Umidade (%)	75,3	77,6	73,3	69,5	73,5	73,9	60,2	67,7	73,5	89	62	78
Vel. Ventos (m/s)	3,3	4	2	4	3	1,8	3	0,8	1,5	2,9	6,2	5,4

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa experimental. Os gráficos são referentes aos dias 26 de setembro e 16 de dezembro de 2014. Os gráficos mostram os valores de temperatura média do ar e velocidade dos ventos medidos no local e que posteriormente foram simulados.

4.1. Resultados das medições microclimáticas e simulações iniciais

Os gráficos da figura 4 e 5 mostram os resultados de temperatura do ar e os gráficos da figura 6 e 7 e velocidade dos ventos das medições *in loco*, para os dias de medição, em todos os pontos medidos e nos horários observados.

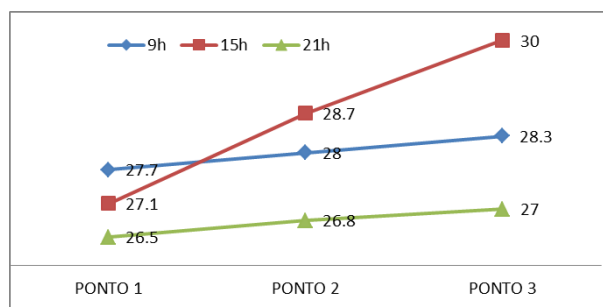


Figura 4– gráfico de temperatura do ar para os dados registrados no dia 26/09/2014.

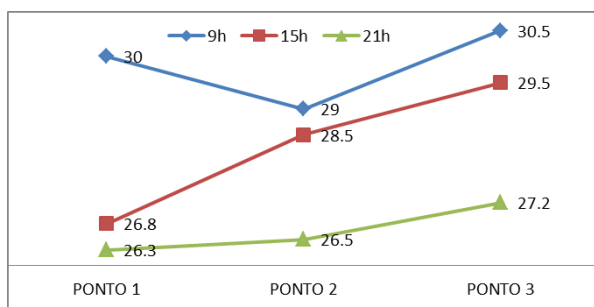


Figura 5– gráfico de temperatura do ar para os dados registrados no dia 16/12/2014.

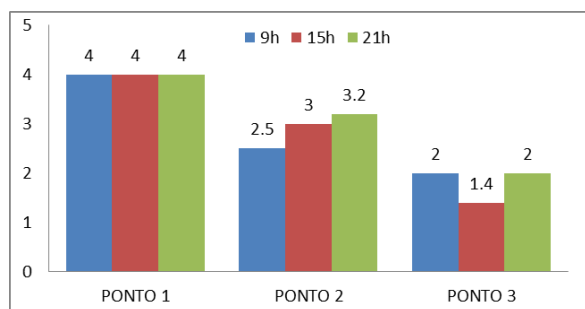


Figura 6– gráfico de velocidade média dos ventos para os dados registrados no dia 26/09/2014.

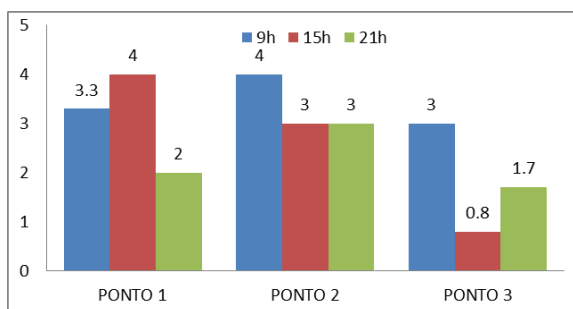


Figura 7– gráfico de velocidade média dos ventos para os dados registrados no dia 16/12/2014.

Com base nos dados apresentados, observa-se que nos gráficos de temperatura do ar para ambos os dias de medições, o efeito crescente dos valores encontrados em cada ponto medido, exceto o ocorrido no dia 16 de dezembro às 9h, em que o ponto 2 se apresentou contrário ao efeito “escada ascendente” como encontrado nos outros casos, além de apresentar os maiores valores. O resultado encontrado pode ser explicado devido aos diferentes tipos de elementos transformadores do microclima encontrados à medida que se adentrava o interior da malha urbana para a coleta de dados.

Para os gráficos de velocidade dos ventos o efeito “escada” dessa vez foi descendente, o que corresponde ao encontrado nos gráficos de temperatura, já que a presença de ventilação natural é aspecto influenciador na temperatura do local. Como ponto de destaque, está o gráfico do dia 16 de dezembro para o horário das 9h, que aponta os valores mais altos de coleta o horário das 21h, que assim como o das 9h, também não apresenta o efeito “escada” como visto nos outros casos. É importante observar que nestes casos específicos, o ponto de coleta 2 possui características favoráveis a grande fluidez de ventos, podendo ser considerado como ponto de turbulência de ventilação que com a orientação dos ventos, pode ter acarretado nas mudanças de resultados encontrados.

De modo geral, as análises dos gráficos de velocidade de ventos e temperatura do ar, apontam a relação direta entre maior velocidade do vento e menor temperatura do ar como efeito já esperado.

4.2. Simulações iniciais

Após as medições, foram realizadas simulações computacionais da área estudada no programa Envi-met 4.0 utilizando parâmetros como temperatura do ar e velocidade dos ventos para os dias de medição no local. Levou-se em consideração os dados microclimáticos de cada dia e horário analisado, a influência gerada pelo entorno, e a conformação física do lugar utilizando-se os respectivos revestimentos do solo e materiais construtivos das edificações, e para as áreas verdes consideraram-se arbustos de 50cm de altura e árvores de 10m de raio de copa. É importante destacar também a altura de corte das plantas, referente a 1,40m (figura 8 mostrando as interfaces de simulação da área no Envi-met).

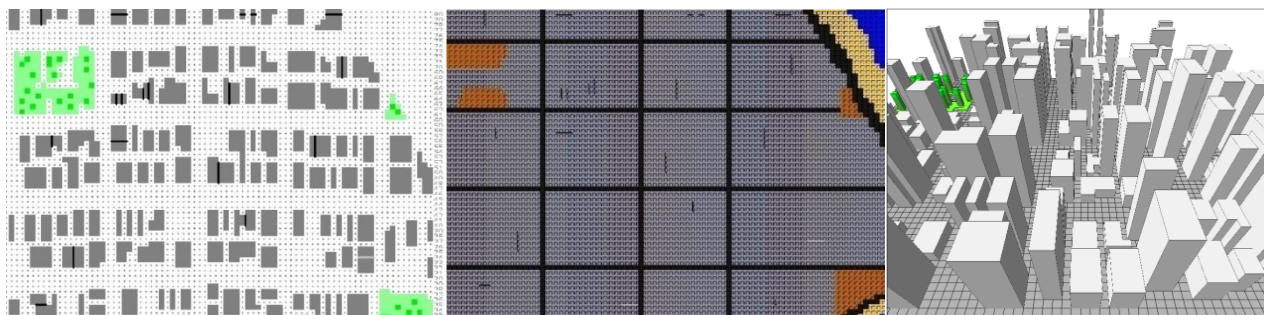


Figura 8–Visualização da edição da área em estudo na simulação do programa Envi-met 4.0, mostrando as interfaces da planta baixa de área edificada e vegetada, interface da planta baixa de edição de revestimentos de solo e a volumetria da área, respectivamente.

4.2.1. Análise comparativa de mesmo cenário urbanístico para períodos distintos de fluxo de ventos

Ponta Verde 09:00h - dia 26.09.2014

Ponta Verde 09:00h -Dia 16.12.2014

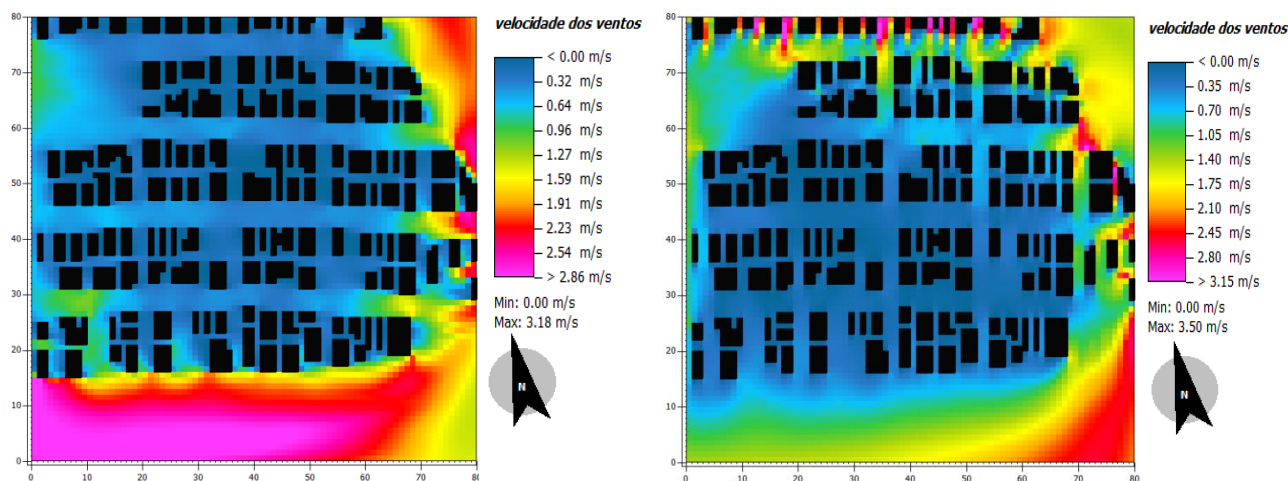


Figura 9–Simulação para velocidade dos ventos para os dias 26/09/2014 e 16/12/2014 para o horário das 9h.

No comparativo da figura 9, em ambos os casos, nota-se que no interior da malha urbana observou-se as menores velocidades devido à presença de edificações de variadas alturas servindo como obstáculos a ventilação. Contudo, a situação do dia 16 de dezembro, apresenta-se como a que apresentou menores manchas de elevados valores de velocidades, porém, a simulação indica o valor máximo de 3,50m/s, superior aos registrados na situação do dia 26 de setembro.

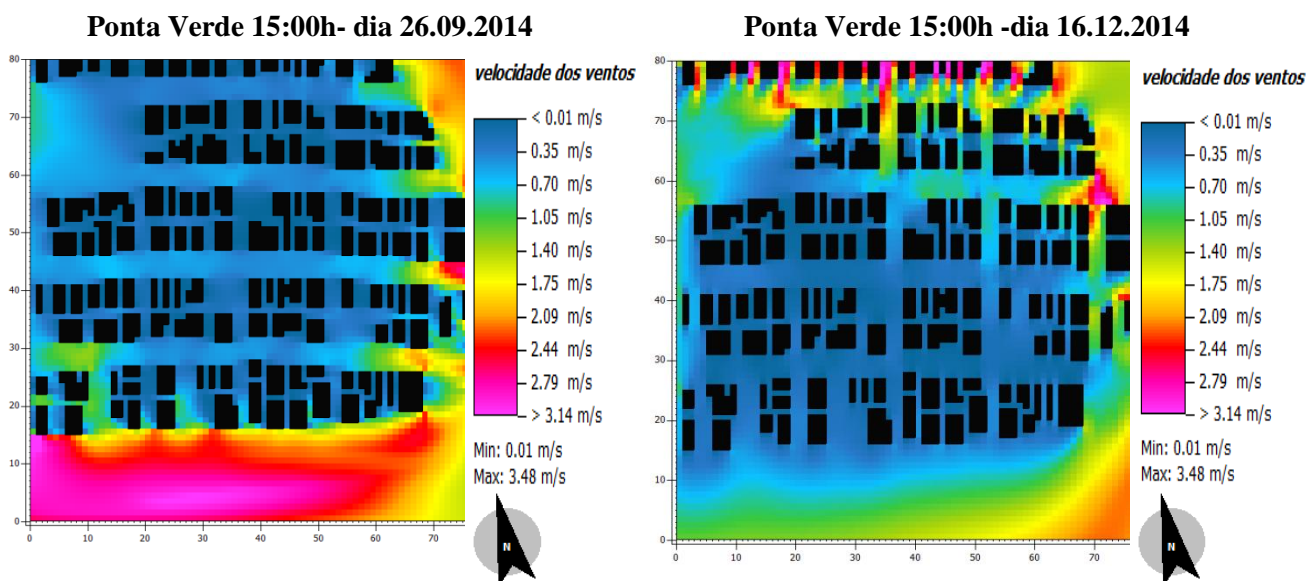


Figura 10–Simulação para velocidade dos ventos para os dias 26/09/2014 e 16/12/2014 para o horário das 15h

Embora o resultado das 15h se assemelhe com o das 9h, nota-se neste comparativo (figura 10) existem menos regiões que possuem valores abaixo de 0,40 m/s ou próximas a zonas de estagnação de ventos.

É interessante notar que as maiores taxas de velocidade se encontram no quadrante sul e sudoeste dos mapas, onde é mais presente no caso do dia 26 de setembro, que apresenta seu entorno mais ventilado devido à proximidade com a área marítima.

4.2.2. Análise comparativa de mesmo cenário urbanístico para períodos distintos de temperatura do ar

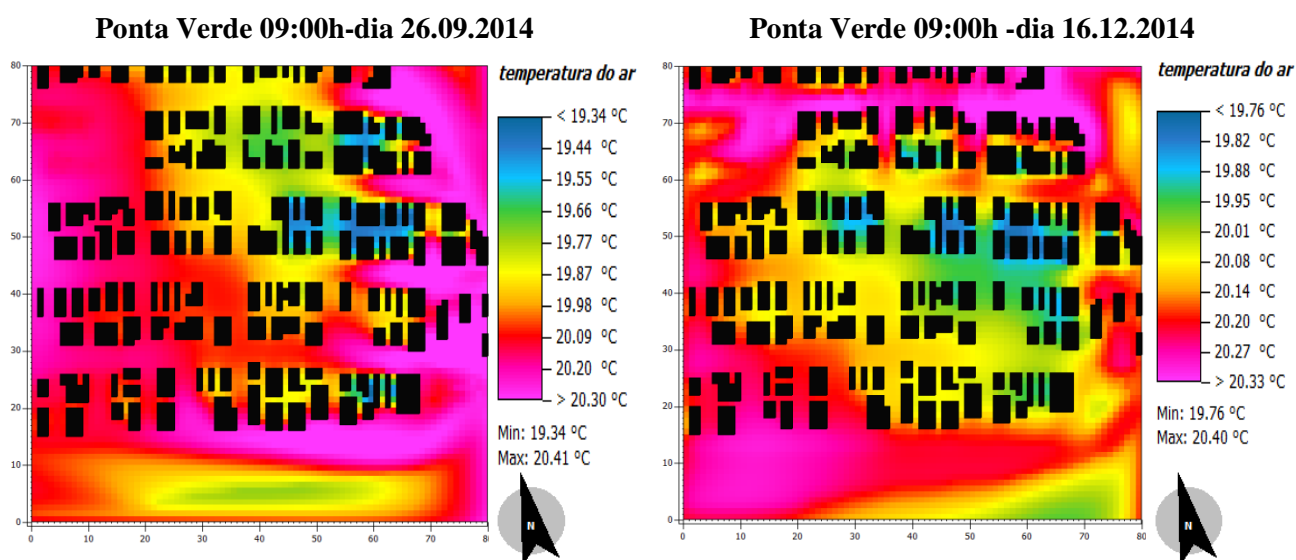


Figura 11–Simulação para temperatura do ar para os dias 26/09/2014 e 16/12/2014 para o horário das 9h

Nos casos de temperatura do ar, embora os valores encontrados se apresentem em torno de 19°C à aproximadamente 24° (temperatura considerada amena ou próxima da temperatura ambiente padrão 24°C). A situação do dia 26 de setembro se mostra com maiores áreas de temperatura entre os 20°C ou acima disso, como observado na maior distribuição das manchas em tons de rosa e lilás. Contudo, a variação de valores encontrados se mostra similar em ambos os casos (figura 11).

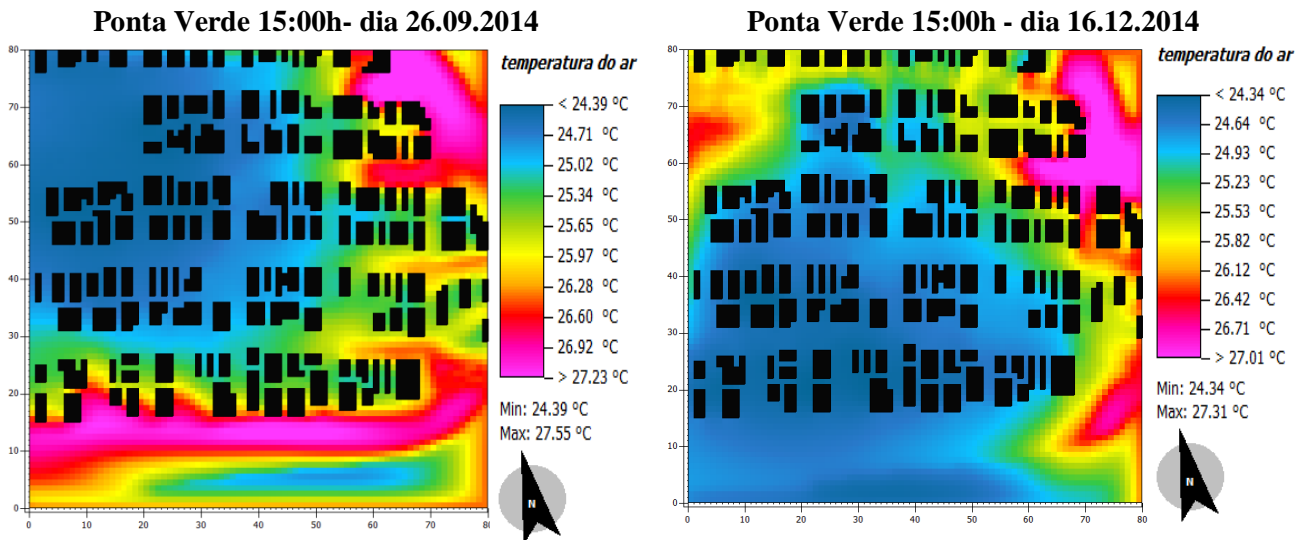


Figura 12–Simulação para temperatura do ar para os dias 26/09/2014 e 16/12/2014 para o horário das 15h

Na figura 12, é interessante notar a porção noroeste do mapa do dia 26 de setembro e sudoeste do mapa do dia 16 de dezembro como os que apresentam menores valores de temperatura. Esse efeito sugere a ação do direcionamento dos ventos na região.

No comparativo entre os mapas de 9h e 15h (figuras 9 e 10), é interessante chamar a atenção para a leitura dos mapas. Enquanto os mapas das 9h se apresentam predominante das manchas térmicas com os valores mais elevados para a legenda cromática apresentada; que não chegam a 21°C; é o comparativo do mapa das 15h que mostra de fato valores mais altos; chegando a aproximadamente 28°C.

4.2.3. Análise comparativa de mesmo cenário urbanístico para períodos distintos de PMV

A fim de complementar as análises anteriores, foram realizadas também simulações com resultados de PMV com o objetivo de prever a condição de conforto de pedestres na área estudada por meio da influência de diferentes fatores ambientais como morfologia e principalmente o fluxo de ventos. A simulação para o dado de PMV foi feita no programa ENVI-met e gerada por outro programa acoplado ao ENVI-met; o BIOMET, que simula, a partir de dados do ambiente estudado (variáveis ambientais) e do usuário (vestimenta, metabolismo), o Predicted Mean Vote - PMV (Voto Médio Preditado) desenvolvido por Fanger (1970), que significa um valor numérico que traduz a sensibilidade humana ao frio e ao calor, através de uma escala térmica, entre -3 e +3. O PMV para conforto térmico é zero, para o frio é negativo e para o calor é positivo.

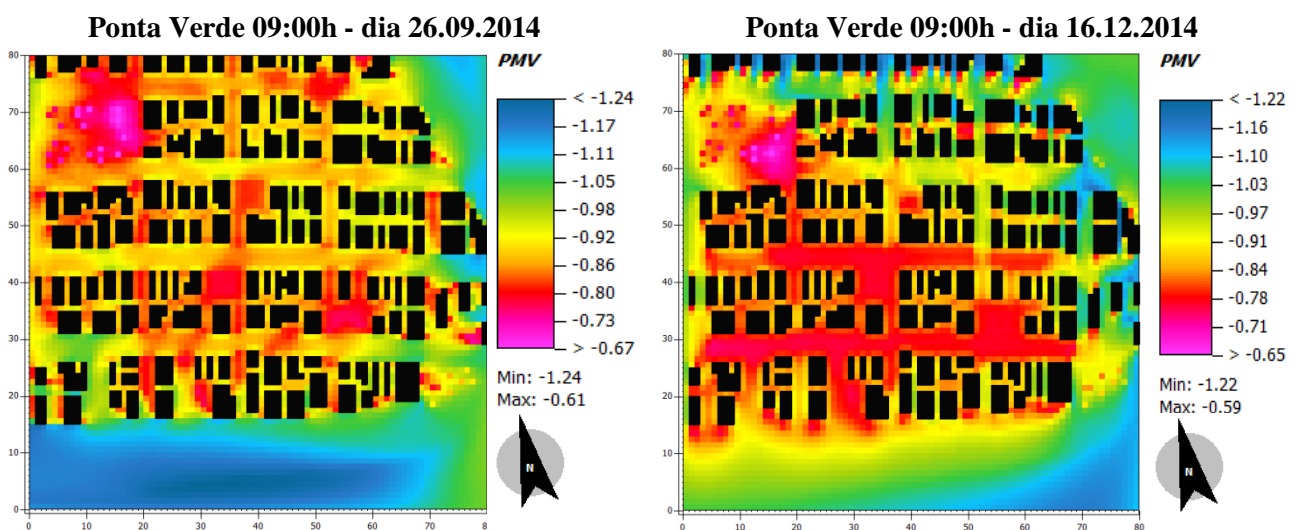


Figura 13–Simulação para PMV para os dias 26/09/2014 e 16/12/2014 para o horário das 9h.

Neste comparativo (figura 13), o interior da malha urbana confirma os dados apresentados principalmente nos mapas de temperatura do ar, pois no caso do dia 26 a região entre edificações se mostra mais frio que no caso da região entre edificações do dia 16. Contudo, em ambos os casos, a região do interior da malha, é a que se mostra mais próxima do valor considerado como neutralidade térmica. Outro ponto de

destaque está na área de entorno de ambos os casos como a mais fria. Esse efeito pode ser explicado pelo sombreamento gerado pela altura das edificações no determinado horário.

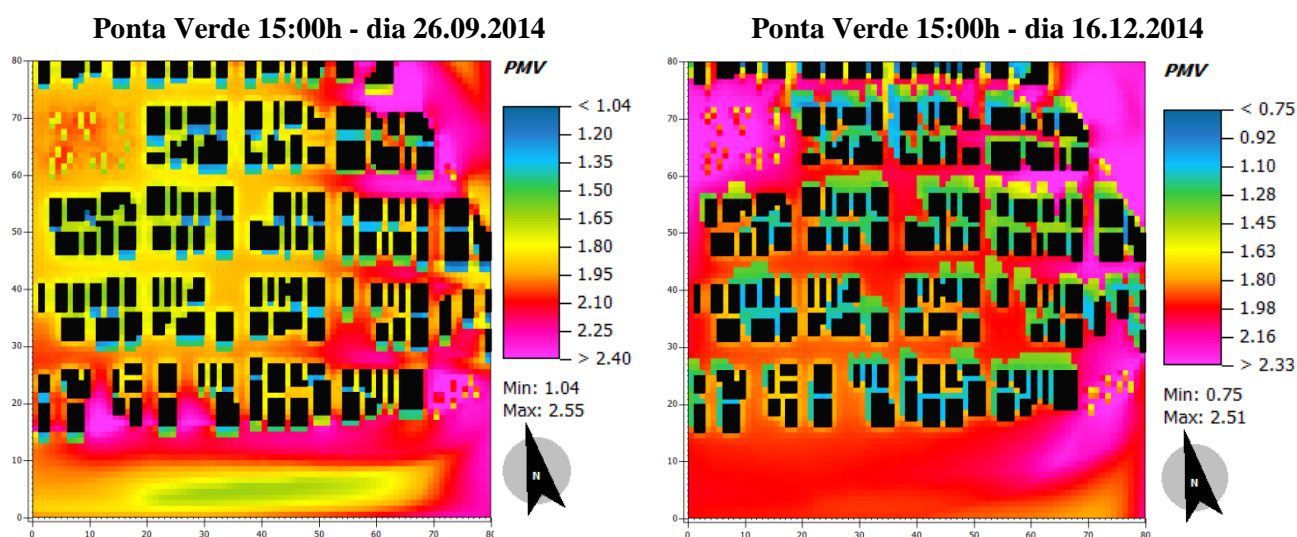


Figura 14—Simulação para PMV para os dias 26/09/2014 e 16/12/2014 para o horário das 15h

Oposto ao encontrado para o horário das 9h, o comparativo das 15h (figura 14) já mostra dados mais próximos a +3, considerado calor. Esse efeito pode ser visto nas áreas de entorno do dia 26, que chegam a 2,40, e corresponde a quase toda a área do dia 16 de dezembro. Contudo o entorno da área do dia 26 ainda se mostra a mais desconfortável termicamente.

5. CONCLUSÕES

Conforme observado nas aferições das medições no local e posteriormente verificado nas análises das simulações computacionais, o posicionamento das quadras pode contribuir para o aumento da temperatura do ar uma vez que funcionam como barreiras construtivas para a penetração do vento, sobretudo na região em que se encontra a maior concentração de edificações. O quadrante sentido Norte/Noroeste dos mapas nas situações analisadas; que correspondem ao interior da malha; foram detectados como a área que mais sofre com o baixo fluxo de ventos, pois os resultados apontaram que o posicionamento litorâneo denota que à medida que as quadras se distanciam do mar, o vento marítimo ao se confrontar com a tipologia urbana das primeiras quadras sofre decréscimo em sua velocidade e tem sua direção impactada.

As mudanças provenientes da urbanização da área, como o aumento da rugosidade da superfície por meio da verticalização das edificações formando os *canyons* urbanos tem importante contribuição na energia disponível no meio ocasionando maior aquecimento dos ambientes urbanos que conduzirão a um incremento indesejado no consumo de energia elétrica, resultante da formação de bolsões de estagnação do ar, como observado nos registros de velocidade de ventos nas áreas mais adensadas. Em contrapartida, as maiores taxas de temperatura do ar não estavam no interior da malha adensada, mas no entorno delas, o qual mostra o fator sombreamento das altas edificações, como ponto positivo nos determinados horários analisados, porém mostra também a formação de ilhas de calor em determinadas áreas em volta da quadra, o que provavelmente indique que em outros horários ou situações, estas possam se instalar em outras localidades.

Quanto ao estudo de PMV, os mapas confirmaram a influência das sombras projetadas pelos prédios como um fator que auxilia o conforto térmico na área para o horário das 9h, embora este elemento ganhe dimensão oposta no horário das 15h.

Deve-se ressaltar que este estudo irá contribuir no meio acadêmico e científico como elemento auxiliar para o planejamento do clima sobre a análise do vento na cidade (preventiva, adaptativa ou corretiva), o que pode aumentar a eficácia do aproveitamento do vento no ambiente construído.

REFERÊNCIAS

- BARBIRATO, G. M. **Aplicação de modelo de balanço de energia para análise do ambiente térmico urbano de Maceió - AL.** Tese (Doutorado em Engenharia), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
- BRANDÃO, R. S. **As interações espaciais urbanas e o clima.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BRUSE, M. **ENVI-Met® model homepage.** (2007) Disponível em <www.ENVI-Met®.com>. Acesso em: 30 jan. 2015.

- DACANAL, C.; PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L.; MATSUMOTO, E. Avaliação do efeito da ventilação nos espaços urbanos abertos através de simulações e medições experimentais. In: **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Canela-RS, 2010. Anais...Canela: ENTAC, 2010.
- FANGER, O.P. **Thermal Confort**. McGraw-Hill Books Company, New York, 1970.
- KARATASOU, S., SANTAMOURIS, M., GEROS, V. Urban building climatology. In: **Environmental Design of Urban Buildings**. p.95-117. London, 2006.
- MACEIÓ, Lei Municipal Nº 5.593, de 08 de Fevereiro de 2007. Institui o **Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió**.Maceió, 2007.Disponível em <<http://www.maceio.al.gov.br>> acesso em janeiro de 2015.
- NAKATA, C. M. **Comportamento do pedestre e ambiente térmico urbano**. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- NOGUEIRA, A.M.P. **Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió-Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Maceió,2011.
- VENDRAMINI, E.Z. **Distribuições probabilísticas de velocidades do vento para avaliação do potencial energético eólico**. Botucatu: UNESP, 1986. 110p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1986.