

ANÁLISE DE MICROCLIMAS URBANOS DO CENTRO HISTÓRICO DE MARECHAL DEODORO/AL

Patrícia Cunha Ferreira Barros (1); Ricardo Victor Rodrigues Barbosa (2)

(1) Geógrafa, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo,
patriciacfbarros@gmail.com.br

(2) Arquiteto e Urbanista, Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo,
rvictor@arapiraca.ufal.br

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Dinâmica do Espaço Habitado,
Maceió - AL, 57072-900, Tel.: (82) 3214-1309

RESUMO

A presença dos corpos d'água e a topografia constituem aspectos proeminentes no comportamento climático de áreas urbanas, sejam em escalas meso ou microclimáticas e em áreas litorâneas ou continentais. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo analisar microclimas urbanos no centro histórico de Marechal Deodoro, localizado às margens da laguna Manguaba, na região metropolitana de Maceió-AL. Para tanto, os procedimentos metodológicos adotados iniciaram com o levantamento das características geourbanas e geoambientais locais, seguido do recorte da área de estudo e demarcação dos sete pontos amostrais ao longo de um transecto delimitado no sentido Oeste-Leste, com ponto inicial no riacho da Estiva (PM1) e ponto final na orla lagunar (PM7). Dessa forma, foi possível obter pontos localizados em diferentes cotas altimétricas, considerando o perfil topográfico local, e em diferentes distâncias em relação ao corpo d'água. Definidos os pontos móveis, foram realizadas campanhas para registro de dados climáticos – temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento –, em nove dias consecutivos, com condição de céu claro e ar calmo. Os registros de umidade relativa do ar foram convertidos em umidades absolutas para melhor análise do comportamento higrométrico. Os dados foram tabulados, normalizados e analisados estatisticamente por meio de análise por agrupamento. Os resultados obtidos mostraram a influência direta das massas d'água e do relevo no comportamento da temperatura do ar e da umidade absoluta do ar.

Palavras-chave: Clima urbano, caracterização microclimática, estatística.

ABSTRACT

The presence of water bodies and topography are prominent aspects in the climatic behavior of urban areas, be they in meso and microclimatic scales, in coastal and continental areas. The study aimed to analyze urban microclimates in the historic center of Marechal Deodoro, located on the banks of the Manguaba lagoon in the metropolitan region of Maceió-AL. In order to do so, the methodological procedures adopted began with a survey of the geological and geoenvironmental characteristics of the municipality, followed by a cut-off of the study area and demarcation of the seven sample points along a transect delimited in the West-East direction, Estiva (PM1) to lagoon border (PM7). In this way, it was possible to obtain points located in different altimetric heights, considering the local topographic profile, and at different distances in relation to the water body. Once the moving points had been defined, campaigns were carried out to record climatic data - air temperature, relative air humidity and wind speed - on nine consecutive days, with clear sky and calm air conditions. Relative humidity was converted to absolute humidity for a better analysis of the hygrometric behavior. The data were tabulated, standardized and inserted in the Statistical Program 7, which provided the generation of similarity and dissimilarity graphs between the points, allowing cluster analysis. The results obtained showed the direct influence of the water bodies and the relief in the behavior of the temperature and the absolute humidity of the air.

Keywords: Urban climate, microclimatic characterization, statistics.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados à Climatologia destacam-se por sua importância em descrever os fenômenos naturais e sociais, contribuindo para melhor compreensão da interação homem e natureza. Os efeitos das ações antrópicas sobre o clima é notado, especialmente, onde a interferência na paisagem é marcante, como no processo de urbanização de cidades. A modificação das condições iniciais do clima resultante da modificação da paisagem dá origem ao “clima urbano”, definido por Oke (1996) como a modificação substancial de um clima local como resultado do meio ambiente construído.

Os estudos de clima urbano tem se destacado por buscar compreender os processos de interação da atmosfera com o sistema antrópico, com vistas a auxiliar nas tomadas de decisões que permitam o uso adequado dos recursos climáticos na promoção de ambientes construídos que promovam o bem-estar da população que reside em área urbana.

O contínuo processo de transformação do espaço construído caracterizado pelo crescimento da malha urbana e adensamento das cidades, especialmente nos moldes adotados nos países em desenvolvimento, nas últimas décadas, tem assumido caráter predatório dos recursos naturais, comprometendo, assim, a qualidade do ambiente urbano, no qual também inclui as questões de ordem climáticas. Nesse sentido, Moura e Zanella (2013) destacaram que o planejamento urbano é o fator chave para reduzir os impactos e potencializar os aspectos positivos das alterações climáticas urbanas. Assim, os problemas relacionados as transformações do ambiente na cidade vem sendo tema de diversos estudos ao longo os anos, nas mais diversas áreas de conhecimento.

O município de Marechal Deodoro surgiu às margens da laguna Manguaba, estimulado no passado pela economia canavieira – hoje influenciado pela capital alagoana, além de estar na rota do turismo e lazer. O estudo do clima urbano em Marechal Deodoro faz-se necessário frente ao déficit de informações climáticas na área, a qual se expande rapidamente em direção ao litoral sul por meio de novos loteamentos residenciais, condomínios fechados de veraneio e estabelecimentos comerciais diversos. Assim, torna-se importante reunir informações concretas sobre as características microclimáticas locais e avaliar o desempenho higrótérmico no núcleo urbano do município.

A presente investigação partiu da hipótese que o comportamento higrótérmico, em escala de abordagem microclimática, no centro histórico de Marechal Deodoro, é fortemente condicionado pela presença marcante da Laguna Manguaba e pela topografia peculiar, cuja influência prevalece em relação a outras variáveis do ambiente construído, como uso e ocupação do solo.

2. OBJETIVO

A pesquisa teve com objetivo analisar a influência da Laguna Manguaba e da topografia na conformação do comportamento higrótérmico no centro histórico de Marechal Deodoro/AL, através da análise de agrupamento dos dados climáticos monitorados.

3. MÉTODO

3.1. Localização e caracterização da área de estudo

Considerando, a regionalização político-administrativa do Estado de Alagoas, Marechal Deodoro encontra-se na mesorregião do Leste Alagoano, no Litoral Central, assim como na microrregião geográfica de Maceió, sob as coordenadas geográficas 09° 42' 36'' latitude sul e 35° 53' 42'' longitude oeste, e compreende uma área de aproximadamente 363,3 km², situando-se a 28 km da capital alagoana. Observe a figura 1, a localização do município de Marechal Deodoro, conforme mapeamento de Correia (2003, p. 28).

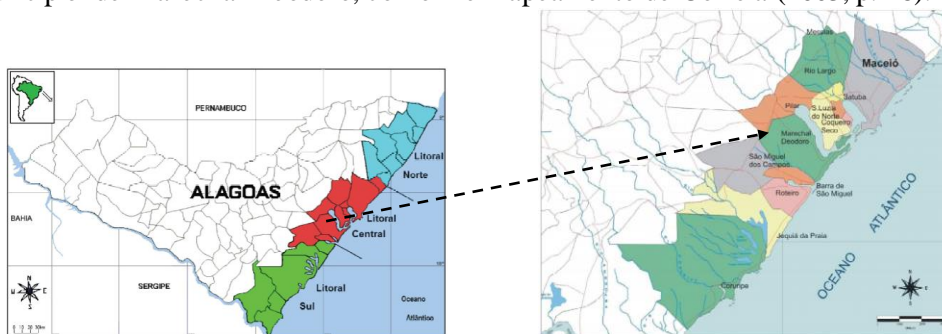


Figura 1: Mapa da geral da zona costeira do Estado de Alagoas e Mapa do litoral central do Estado de Alagoas. Fonte: Correia (2003)

A área urbana situa-se na parte central de Marechal Deodoro, margeada pela laguna Manguaba e seus canais, com altitude abaixo do 100 metros sob o nível do mar. Devido as suas características litorâneas e proximidade com a capital alagoana, o município recebe intenso fluxo de turistas durante todo o ano, além de abrigar moradores que desenvolvem suas atividades laborais em Maceió.

De acordo com os dados de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, o município de Marechal Deodoro possuía uma população de 45.977 habitantes, dentre quais 43.393 residiam na sede do município, resultando em uma taxa de urbanização de 94,38%, enquanto a área rural possuía 2.585 habitantes, um percentual de 5,62%. Entretanto, segundo os prognósticos do IBGE, estimava-se que a população de Marechal Deodoro em 2016 seria de 51.715 habitantes, demonstrando crescimento populacional ainda crescente.

Em relação às características climáticas, o município de Marechal Deodoro encontra-se na zona climática intertropical de baixa latitude, forte incidência da radiação solar e grande influência da maritimidade. Assim, apresenta um clima quente e úmido com duas estações do ano bem definidas: verão com elevada temperatura do ar, cuja média é em torno de 27,9°C, e o período mais quente ocorre nos meses de outubro a março, com baixa pluviosidade; e inverno com temperaturas médias amenas e alta pluviosidade.

3.2. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa experimental correspondeu a quatro etapas distintas. A primeira etapa consistiu na caracterização física da área de estudo por meio de levantamento *in loco* e documental referente às características geoambientais e geourbanas. A segunda etapa consistiu na definição do recorte da área de estudo. Nesse momento, foi determinado o transecto e a localização dos pontos amostrais de monitoramento. Por ser uma pesquisa de caráter experimental, a delimitação da área de estudo foi alicerçada nos fatores condicionantes da topografia (altitude) e o corpo d'água (laguna Manguaba e riacho da Estiva). Assim, para o recorte amostral escolhido, adotou-se metodologia proposta por Romero (2001) para determinar os aspectos relevantes que caracterizam o centro histórico de Marechal Deodoro.

Dessa forma, determinou-se sete unidades amostrais para a realização das medições microclimáticas móveis. Os pontos de coleta no perímetro urbano foram denominados Ponto Móvel 1 (PM1) ao Ponto Móvel 7 (PM7) distribuídos ao longo do transecto, no centro histórico de Marechal Deodoro.

A figura 2A mostra o perfil topográfico do centro histórico utilizado para a definição da área de estudo, do percurso e dos pontos de monitoramento e a figura 2B mostra o percurso do transecto no centro histórico com a marcação dos sete pontos amostrais.

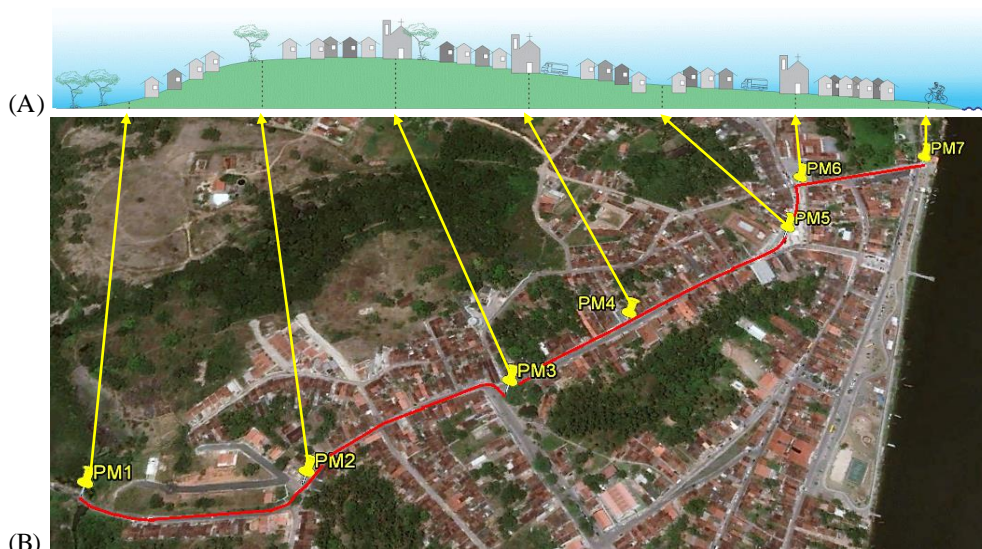




Figura 2: (A) Perfil topográfico e (B) transecto da área escolhida do centro histórico de Marechal Deodoro.

Fonte: Adaptação de imagem aérea do Google Earth, 2015.

O Quadro 1 a seguir destaca as principais características dos pontos amostrais monitorados ao longo do transecto no centro histórico de Marechal Deodoro/AL. A altimetria e as coordenadas geográficas foram obtidas com auxílio de um *Global Position System* (GPS), da marca GARMIN®, modelo eTrex10.

Quadro 1: Quadro-síntese com as principais características dos pontos amostrais monitorados.

PONTOS		CARACTERÍSTICAS					
		COORDENADAS GEOGRÁFICAS ALTITUDE	DENSIDADE CONSTRUTIVA	VEGETAÇÃO	TRAFEGO DE VEÍCULOS	PAVIMENTAÇÃO	IMPERMEABILIZAÇÃO
P M 1		9°43'13"S 35°54'3"O 5m	Baixa: Ausência de edificações de ambos os lados.	Existente: Arbóreas, arbustos e herbáceas.	Baixo	Asfalto e solo nú: com vias com largura de 5,60m e ausência de calçadas.	Parcialmente Impermeável
	Rua Padre Belarmino, ao lado da ponte do riacho da Estiva.						
P M 2		9°43'12"S 35°53'55"O 36m	Alta: Mistó – residências e pequenos comércios.	Existente: Área verde como arbóreas do lado direito da rua.	Médio	Paralelepípedos e asfalto com de largura 5,30m e as calçadas de diferentes níveis são de cimento.	Impermeável
	Rua General Hermes						
P M 3		9°43'7"S 35°53'48"O 38m	Alta: Mistó – residências, comércios e serviços e o solo exposto da praça.	Existente: arbóreas de grande porte e pequenas áreas de gramíneas.	Médio	Paralelepípedos com uma largura de 6m e as calçadas de diferentes níveis são de cimento.	Parcialmente Impermeável
	Praça Tenente Osman de Carvalho, na bifurcação das ruas Ladislau Neto e Capitão Bernardino Souto.						
P M 4		9°43'4"S 35°53'43"O 28m	Alta: Mistó – residências, comércios e serviços.	Inexistente	Médio	Paralelepípedos com uma largura de 6m e as calçadas de diferentes níveis são de cimento.	Impermeável
	Rua Ladislau Neto e o Beco do Amparo.						
P M 5		9°42'59"S 35°53'37"O 18m	Alta: Mistó – residências, comércios e serviços e o solo exposto da praça.	Inexistente	Médio	Paralelepípedos com uma largura de 6m e as calçadas de diferentes níveis são de cimento.	Impermeável
	Praça Pedro Paulino no cruzamento das ruas Ladislau Neto e Barão de Alagoas.						
P M 6		9°42'56"S 35°53'36"O 13m	Alta: Mistó – residências, comércios e serviços.	Existente: Arbóreas na área interna do Convento Sta. Maria Madalena	Intenso	Paralelepípedos com uma largura de 6m e as calçadas de diferentes níveis são de cimento.	Impermeável
	Cruzamento das ruas Melo Moraes, Ladislau Neto e a São Francisco.						
P M 7		9°42'55"S 35°53'31"O 5m	Alta: Mistó – residências, comércios e serviços.	Escassa: Presença de palmeiras no passeio da orla lagunar.	Médio	Paralelepípedos com uma largura de 6m e as calçadas de diferentes níveis são de cimento.	Impermeável
	Cruzamento da Avenida Santa Maria Madalena e a Rua São Francisco						

A terceira etapa consistiu na obtenção de dados climáticos. Assim, para registro dos dados climáticos foi usado termo-higro-anemômetro posicionados a uma altura de 1,10 m do solo, protegidos da radiação solar direta por uma proteção de 80 x 80 cm, revestido de papel branco, conforme recomendação de Mayer e Höpe (1987). Os registros foram tomados às 9h, 15h e 21h, seguindo o padrão da Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Ainda em campo, foram realizados registros fotográficos dos pontos de monitoramento a partir de fotos panorâmicas (câmera do iPhone) e fotos do fator visível do céu pontos (câmera digital com lente olho de peixe).

O monitoramento dos pontos amostrais ocorreu no período de 01 a 09 de setembro de 2015, durante o período da primavera – estação seca, em condições de céu claro e ausência de precipitações. Inicialmente

havia a proposta de correlacionar os dados tomados na pesquisa experimental com os dados registrados na estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), adotada como estação de referência. Entretanto, neste período houve problemas técnicos com a estação do INMET, impossibilitando a correlação entre os dados.

A quarta etapa consistiu na tabulação e tratamento estatístico dos registros obtidos. Os dados foram estruturados em função dos pontos, dias e horários das medições, possibilitando a confecção dos gráficos de temperatura do ar e umidade absoluta do ar. Destaca-se que o tempo usado para percorrer de todo o transecto foi, em média, de 30 minutos. Dessa forma, constatou-se não ser necessário a aplicação de correção dos dados climáticos em relação ao tempo decorrido entre os pontos, haja vista a baixa amplitude térmica diária local. Ainda nesta etapa foi realizada análise estatística por agrupamento dos dados com o auxílio do software STATISTICA 7 (HILBE, 2007), gerando dendogramas que demonstram a similaridade e dissimilaridade entre os pontos amostrais de monitoramento ao longo do transecto.

4. ANÁLISE DE ESTATÍSTICA NO PERÍODO DA PRIMAVERA

A análise estatística foi feita a partir de análise de agrupamento (AA), cujo objetivo é aproximar ao máximo as similaridades entre os dados, com a formação de grupos, e distingui-los entre si (HAIR, 2005). A técnica vem sendo aplicada em estudos climáticos, a exemplo dos trabalhos de Machado *et al.* (2010) que empregaram a técnica estatística de análise multivariada de AA na determinação das regiões homogêneas de temperaturas máximas e mínimas do ar e da precipitação no estado do Rio Grande do Sul; Franco (2010) que utilizou a técnica de agrupamento para agrupar pontos de medidas de acordo com as variáveis ambientais: temperatura do ar e umidade relativa do ar ao longo do transecto; Alves (2011) que aplicou a técnica de agrupamento para analisar a caracterização microclimática do Campus de Cuiabá-MT em dois períodos: chuvoso e seco, constatando comportamentos distintos da temperatura e umidade relativa do ar; e, Freitas *et al.* (2013) que usaram a análise de agrupamento para identificar grupos homogêneos de índices climáticos no estado da Paraíba.

4.1. Análise do Agrupamento do período de 01 a 09/09/2015 às 9h - Temperatura do Ar

A tabela 1 apresenta dados padronizados das Temperaturas do ar, segundo as médias e desvios padrão dos pontos monitorados ao longo do transecto às 9h, entre 01 e 09 de setembro de 2015.

Tabela 1 – Dados padronizados (médias e desvio padrão) da Temperatura do ar, dos pontos monitorados ao longo do transecto às 9h, entre 01 e 09/09/15.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Tmáx	29,9	29,9	30,3	31,6	29,6	31,9	29,0
Tmín	27,8	28,2	27,6	28,3	28,4	29,4	27,8
Amp. Térm.	2,1	1,7	2,7	3,3	1,2	2,5	1,2
Média	28,8	28,9	28,4	30,0	29,0	30,4	28,3
Mediana	28,9	28,6	28,1	29,6	28,9	30,4	28,2
D. Padrão	0,7	0,7	0,8	1,1	0,5	0,9	0,4

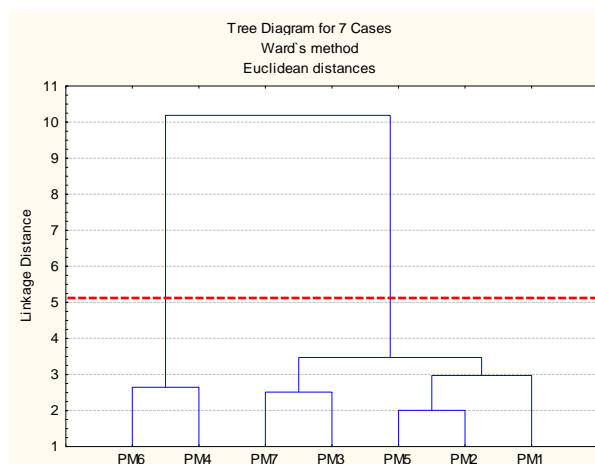


Gráfico 4 – Dendrograma de similaridade da Temperatura do ar, método de Ward entre 01 e 09/09/15 às 9h.

A partir do dendrograma foi possível observar a aplicação de agrupamentos em função da similaridade e a formação de dois grupos: no Grupo A estão agrupados os pontos que apresentaram as temperaturas do ar mais elevadas, resultantes das características geourbanas; e o Grupo B, nos quais foram agrupados os pontos com temperaturas do ar mais amenas.

O grupo A (PM6 e PM4) está localizado na região de maior concentração de área construída do transecto, cujo o uso do solo é residencial e comercial. Ambos os pontos amostrais apresentam ausência de áreas verdes no entorno, alta taxa de solo impermeável com pavimentação em pedra, intenso fluxo de veículos e obstruções da ventilação pelas edificações. Dessa forma, a similaridade de suas características geourbanas proporcionaram a formação de um grupo delimitado pela tendência de maior aquecimento do ar ainda no período da manhã.

O grupo B caracteriza-se por comportamento térmico com valores mais amenos que o grupo A e está formado por 3 subgrupos, nos quais os pontos relacionados são: PM3 e PM7, PM5 e PM2, e PM1. Observou-se que o primeiro subgrupo está localizado em cotas topográficas extremas – PM3 na cota topográfica mais elevada do transecto, enquanto PM7 está na cota topográfica mais baixa, às margens da laguna –, entretanto ambos os pontos apresentam características geourbanas semelhantes, o que explica a formação desse subgrupo. Nestes pontos o uso do solo é predominantemente residencial e comercial, alta taxa de impermeabilização do solo com alternância entre o revestimento de concreto no passeio público e ruas pavimentadas com pedra, porém apresenta cânion urbano amplo com permeabilidade à ventilação.

O segundo subgrupo formado pelos pontos PM5 e PM2 localizam-se em áreas opostas em relação a conformação do relevo, estando uma a barlavento (PM5) e outra a sotavento (PM2). A característica comum em ambos é a generosa largura do cânion urbano em relação à altura das edificações circundantes, a qual favorece a penetração dos ventos ao nível do pedestre. Essa característica justifica a pertinência de ambos os pontos no grupo B, uma vez que ambas possuem alta taxa de impermeabilização do solo.

Por fim, o PM1 forma o terceiro subgrupo. Embora o comportamento térmico registrado neste ponto seja estatisticamente semelhante aos pontos do subgrupo anterior, este se diferencia por possuir vegetação arbórea, arbustivas e herbáceas no entorno, além da presença do corpo d'água (Riacho da Estiva).

4.2. Análise de Agrupamento do período de 01 a 09/09/2015 às 15h - Temperatura do Ar

A tabela 2, apresenta dados padronizados das Temperaturas do ar, segundo as médias e desvios padrão dos pontos monitorados ao longo do transecto às 15h, entre 01 e 09 de setembro de 2015. O gráfico 5 mostra o dendograma da temperatura do ar, onde os pontos de amostrais se agruparam em três grupos, através da técnica aglomerativa de variância mínima ou método de Ward.

Tabela 2 – Dados padronizados (médias e desvio padrão) da Temperatura do ar, dos pontos monitorados ao longo do transecto às 15h, entre 01 e 09/09/15.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Tmáx	31,5	31,8	29,9	31,9	30,8	34,4	30,8
Tmín	29,2	27,9	27,4	29,5	28,3	30,2	28,7
Ampl. Térm.	2,3	3,9	2,5	2,4	2,5	4,2	2,1
Média	30,2	29,6	29,1	31,1	29,5	32,0	29,7
Mediana	30,2	29,0	29,2	31,5	29,2	32,0	29,9
D. Padrão	0,7	1,4	0,8	0,9	0,9	1,1	0,8

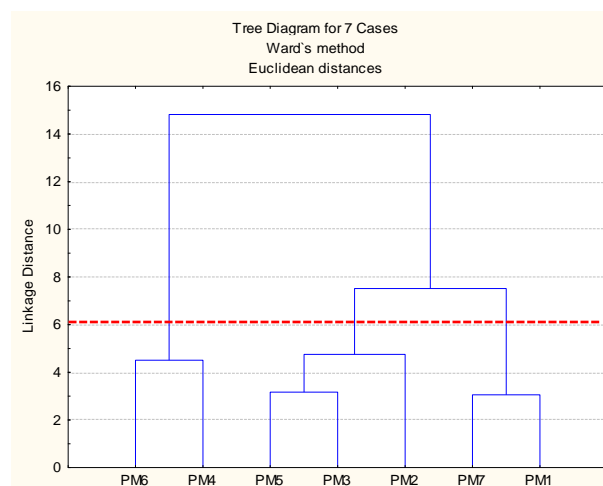


Gráfico 5 – Dendrograma de similaridade da Temperatura do ar, método de Ward entre 01 e 09/09/15 às 15h.

A partir do dendrograma foi possível observar a aplicação de agrupamentos em função da similaridade e a formação de três grupos: Grupo A, agrupados por apresentarem as temperaturas do ar mais elevadas; Grupo B, agrupados pelo comportamento térmico próximo à média; e o Grupo C, nos quais foram agrupados os pontos com temperaturas do ar mais amenas. Observou-se, ainda, que a distância de corte foi maior que a delimitada no período matutino, evidenciando maior discrepância entre os pontos monitorados e maior facilidade na formação de grupos por similaridades no comportamento térmico, neste horário.

O Grupo A permaneceu análogo ao observado no período matutino, agrupados pelos pontos com maior aquecimento, sendo estes PM6 e PM4, justificado pelas características urbanas já mencionadas. Entretanto, o Grupo B, definido no período matutino, foi particionado em dois grupos. O PM2 foi agregado ao subgrupo PM3 e PM5 formando um novo grupo, cuja similaridade está nas características geourbanas peculiares que atenuam a elevação da temperatura do ar, como a presença da vegetação arbórea e a configuração do tecido urbano que canalizam a ventilação provenientes da laguna, tornando estes pontos permeáveis aos ventos.

Os pontos PM1 e PM7 configuraram um Grupo C independente, agregados pela similaridade de tendência de menor aquecimento no período vespertino. Destaca-se que os pontos PM1 e PM7 localizam-se nas extremidades do transecto, nas cotas topográficas mais baixas e às margens de corpos d'água (guardada as dimensões desses corpos), sendo o PM1 às margens do riacho da Estiva e o PM7 às margens da Laguna Manguaba.

4.3. Análise de Agrupamento do período de 01 a 09/09/2015 às 21h - Temperatura do Ar

A tabela 3 apresenta dados padronizados segundo as médias e desvios padrão dos pontos monitorados ao longo do transecto às 21h, entre 01 e 09 de setembro de 2015.

Tabela 3 – Dados padronizados (médias e desvio padrão) da Temperatura do ar, dos pontos monitorados ao longo do transecto às 21h, entre 01 e 09/09/15.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Tmáx.	27,4	27,5	26,3	27,6	26,7	28,2	27,9
Tmín.	26,1	25,1	25,1	25,2	25,8	26,5	26,4
Ampl. Térm.	1,3	2,4	1,2	2,4	0,9	1,7	1,5
Média	26,6	25,9	25,6	26,2	26,3	27,2	26,8
Mediana	26,4	25,6	25,5	25,9	26,2	27,1	26,7
D. Padrão	0,4	0,8	0,4	0,8	0,3	0,6	0,5

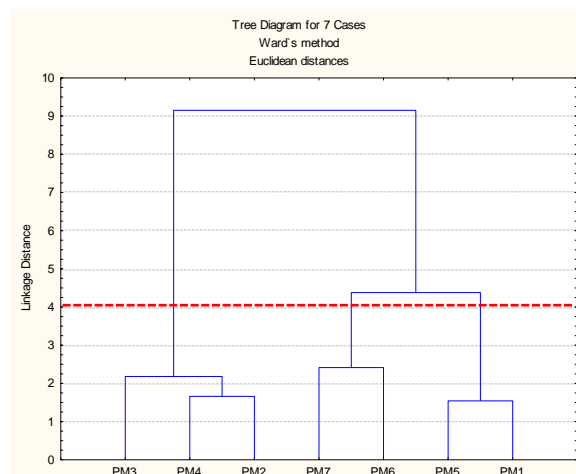


Gráfico 6 – Dendrograma de similaridade da Temperatura do ar, método de Ward entre 01 e 09/09/15 às 21h.

A partir do dendrograma, observou-se que o agrupamento foi completamente distinto da observado nos períodos matutino e vespertino, destacando que a configuração do campo térmico modifica-se no período noturno. Observou-se, ainda, que a distância de corte (*linkage distance*) foi menor, evidenciando maior similaridade entre os pontos monitorados e maior dificuldade na formação dos grupos.

O grupo A, formado pelos pontos PM2, PM3 e PM4, apresentam características urbanas distintas, porém estão localizados nas cotas mais elevadas do relevo em análise. Esse fato sugere a influência do relevo na definição do comportamento microclimático no período noturno nestes pontos.

O grupo B, formado pelo agrupamento dos pontos PM6 e PM7, destaca-se por apresentarem pontos com temperaturas do ar elevadas do período noturno. Ressalta-se que ambos os pontos estão localizados próximos à laguna Manguaba, sugerindo influência direta da laguna na definição desse grupo.

Por fim, o grupo C é formado pelos pontos PM1 e PM5, os quais possuem características geourbanas distintas, possuindo similaridade apenas em relação ao elevado fator de visão de céu (FVC), o que pode explicar a formação desse grupo.

4.4. Análise de Agrupamento do período de 01 a 09/09/2015 às 9h – Umidade Absoluta do Ar

A tabela 4 apresenta dados padronizados da Umidade absoluta do ar, segundo as médias e desvios padrão dos pontos monitorados ao longo do transecto às 9h, entre 01 e 09 de setembro de 2015.

Tabela 4 – Dados padronizados (médias e desvio padrão) da Umidade absoluta do ar, dos pontos monitorados ao longo do transecto às 9h, entre 01 e 09/09/15.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
UAbsmáx	20,61	21,31	20,24	22,32	20,99	24,47	24,78
UAbsmín	15,57	16,39	15,56	16,57	15,43	18,25	19,37
Média	18,01	18,53	17,74	19,24	18,51	20,79	21,61
Mediana	18,33	19,22	17,84	19,32	19,31	20,35	21,81
D. Padrão	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	1,8

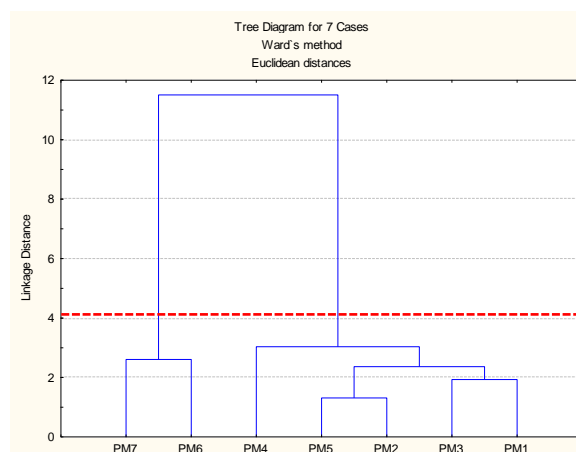


Gráfico 7 – Dendrograma de similaridade da Umidade absoluta do ar, método de Ward entre 01 e 09/09/15 às 9h.

O gráfico 7 mostra o dendrograma da umidade absoluta do ar, onde os pontos de medição se agruparam em dois grupos, por meio da técnica aglomerativa de variância mínima ou método de Ward, usando a distância euclidiana e o critério de agrupamento hierárquico no qual a similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos somados sobre todas

as variáveis, adotando-se a mesma metodologia usada para o agrupamento por similaridade nos valores de temperatura do ar.

A partir do dendograma, observou-se que os pontos foram agrupados em dois grupos: o Grupo A, formado pelos pontos PM6 e PM7, os quais apresentaram maior quantidade de vapor d'água no ar – resultado que já era esperado, por ambos os pontos localizarem próximo à laguna Manguaba; o Grupo B, formado pelos demais pontos analisados.

Necessário observar, ainda, a reduzida distância para formação dos agrupamentos por similaridades. Essa fato indica forte semelhança estatística entre os valores de umidade registrados.

4.5. Análise de Agrupamento do período de 01 a 09/09/2015 às 15h – Umidade Absoluta do Ar

A tabela 5 apresenta dados padronizados da Umidade absoluta, segundo as médias e desvios padrão dos pontos monitorados ao longo do transecto às 15h, entre 01 e 09 de setembro de 2015.

Tabela 5 – Dados padronizados (médias e desvio padrão) da Umidade absoluta do ar, dos pontos monitorados ao longo do transecto às 15h, entre 01 e 09/09/15.

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
UAbsmáx	21,21	22,89	21,25	20,82	20,83	24,37	24,25
UAbsmín	17,20	16,81	17,05	19,44	16,96	20,19	19,79
Média	19,48	19,15	18,49	20,07	19,35	21,63	21,96
Mediana	19,46	19,20	18,16	20,10	19,46	21,12	21,49
D. Padrão	1,3	2,0	1,4	0,5	1,3	1,5	1,5

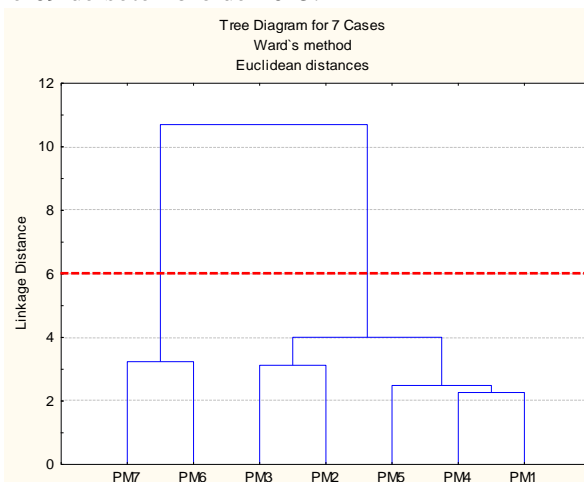


Gráfico 8 – Dendograma de similaridade da Umidade absoluta do ar, método de Ward entre 01 e 09/09/15 às 15h.

Os pontos foram agrupados em dois grupos: o Grupo A, ainda formado pelos pontos PM6 e PM7, destacando-se novamente com os maiores valores de umidade absoluta e confirmando a influência da laguna Manguaba; e o Grupo B formado pelos demais pontos amostrais, apresentando valores de umidade absoluta menos elevados.

Destaca-se nos subgrupos do Grupo B, os pontos PM2 e PM3. Ambos são caracterizados pela presença de áreas verdes, o que os distingue dos demais pontos do Grupo B, porém não suficientemente para formação de um novo agrupamento, considerando o ponto de corte adotado.

4.6. Análise de Agrupamento do período de 01 a 09/09/2015 às 21h – Umidade Absoluta do Ar

A tabela 6 apresenta dados padronizados da umidade absoluta do ar, segundo as médias e desvios padrão dos pontos monitorados ao longo do transecto às 21h, entre 01 e 09 de setembro de 2015.

Tabela 6 – Dados padronizados (médias e desvio padrão) da Umidade absoluta do ar, dos pontos monitorados ao longo do transecto às 21h, entre 01 e 09/09/15

	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
UAbsmáx	23,17	23,43	21,55	23,19	21,95	23,77	21,89
UAbsmín	19,07	17,83	17,83	18,23	18,14	19,36	19,70
Média	21,09	19,63	19,53	20,35	20,27	21,39	21,05
Mediana	21,42	19,45	19,56	20,09	19,92	21,08	20,89
D. Padrão	1,3	1,7	1,0	1,5	1,2	1,2	0,7

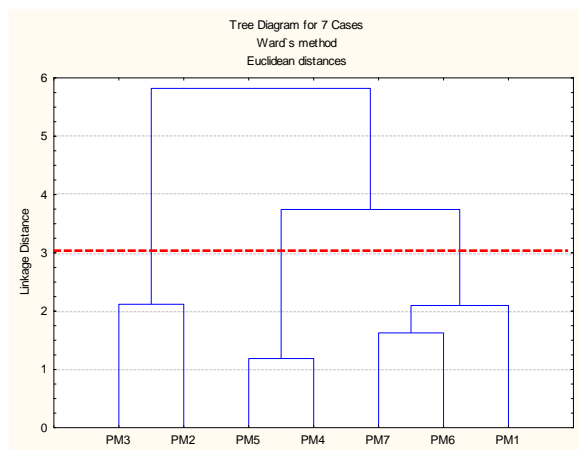


Gráfico 9 – Dendograma de similaridade da Umidade absoluta do ar, método de Ward entre 01 e 09/09/15 às 21h.

O dendograma permitiu observar que, assim como ocorreu com a análise de similaridade a partir do comportamento microclimático da temperatura do ar, no período noturno a conformação do campo higrométrico é distinta dos períodos matutino e vespertino.

O Grupo A é formado pelos pontos PM2 e PM3, cujos comportamento higrométrico foram estatisticamente distinto dos demais pontos amostrais, destacando-os com um Grupo. Ambos os pontos são caracterizados pela presença de áreas verdes, o que justificaria seu agrupamento com relação à umidade absoluta do ar. Porém, observou-se que o agrupamento deu-se justamente pelo inverso: apresentarem os menores valores médios de umidade absoluta do ar. Esse fato sugere que o relevo teve maior influência no comportamento higrométrico neste pontos, uma vez que os pontos PM2 e PM3 localizam-se nas cotas topográficas mais elevadas do relevo em análise (36m e 38m, respectivamente).

O Grupo B, formado pelos pontos PM5 e PM4, caracteriza-se por valores medianos de umidade absoluta do ar. Trata-se de ambientes com alta taxa de impermeabilização do solo pavimentado em pedra, ausência de vegetação arbórea e alta densidade de construção. Porém, localizam-se em área de barlavento, o que sugere que a umidade do ar proveniente da laguna Manguaba seja carregada para estes pontos.

Por fim, o Grupo C, agora formado pelos pontos PM1, PM6 e PM7 apresentaram os maiores valores de umidade absoluta do ar. Neste grupo, destaca-se o agrupamento do PM1, justificado também pela proximidade de uma massa d'água (riacho da Estiva), além de localiza-se em uma área com conformação de vale com pouca ventilação no período noturno, o que colaborou para maior concentração de vapor d'água no ar, neste ponto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo microclimático de uma fração urbana do centro histórico de Marechal Deodoro confirmou a influência das características geourbanas (ocupação do solo) e geoambientais (corpos d'água e topografia) no comportamento higrotérmico diário de diferentes microclimas ao longo do transecto delimitado.

Os resultados obtidos sugerem que os pontos PM4 e PM6 tendem a apresentar maior aquecimento nos três períodos analisados, devido, especialmente, às suas características geourbanas. O ponto PM4, localizado na rua Ladislau Neto, é caracterizado por cânion urbano estreito, cuja conformação do traçado urbano impede a penetração dos ventos provenientes da laguna, de forma análoga ao ponto PM6, localizado no cruzamento de três ruas, com alto fluxo de veículos de pequeno e grande porte. Embora muito próximo à laguna, este ponto também não apresenta permeabilidade à ventilação devido à configuração do traçado urbano. Essas características favoreceram a formação de um microclima aquecido, destacando, dessa forma, a influência das características geourbanas no comportamento microclimático.

Por outro lado, as menores temperaturas do ar foram registradas nos pontos PM2 e PM3. Estes pontos possuem características geourbanas similares, como: presença de vegetação arbórea, localização em cotas topográficas elevadas e baixa densidade de construção. Esse resultado sugere que a presença da vegetação, ao propiciar sombreamento, aliado à altitude que favorece à ventilação proveniente da laguna, resultam em ambientes termicamente mais salubres.

Nesse processo de análise, verificou-se que maiores valores de umidade absoluta do ar apresentaram-se nos pontos PM6 e PM7 e os menores ocorreram nos pontos PM3. Vale ressaltar que os resultados mostram que, no período matutino e vespertino, os valores de umidade absoluta do ar não apresentam diferenças significativas entre os pontos amostrais de monitoramento. No entanto, no período noturno a umidade absoluta do ar manteve-se alta e linear em quase todos os pontos, com exceção do dia 04/09/2015. Esse resultado justifica-se devido aos índices de umidade absoluta do ar que tentam a aumentar durante o período noturno com a diminuição da temperatura do ar, conseqüentemente maior quantidade de vapor de água na atmosfera. Foi registrada uma diferença de aproximadamente 5,94 g/m³ entre os pontos PM6 (próximo ao massa d'água) e os PM2/PM3 (as maiores altitudes e área residencial e comercial).

Por fim, constatou-se que o ponto PM7 e PM6 registraram os maiores valores de umidade absoluta, sendo estes os pontos mais próximos da massa d'água, confirmando que a laguna Manguaba é um fator condicionante importante para o local.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. D. L. (2011): **Caracterização Microclimática do Campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso**. 77 f. Dissertação do Mestrado em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.
- CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. (2008): **Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira do Estado de Alagoas, Brasil**. Univali. In: Revista da Gestão Costeira Integrada. Vale do Itajaí: SC, 2008, pp. 25-45.
- FRANCO, F. M. (2010): **Configuração Urbana e sua Interferência no Microclima Local Estudo de Caso no Bairro do Porto em Cuiabá-MT**. 137f. Dissertação do Mestrado em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.
- FREITAS, J.C., ANDRADE, A. R. S., BRAGA, C. C., NETO, A. H. G., ALMEIDA, T. F. (2013): **Análise de agrupamentos na identificação de Regiões Homogêneas de Índices Climáticos no Estado da Paraíba, PB – Brasil**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 4, p. 732-748, 2013.
- HAIR, J.F. (2005): **Análise multivariada de dados**. trad. Adonai Schlup Sant' Anna e Anselmo Chaves Neto - 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HILBE, J. M. (2007) STATISTICA 7: an overview. **The American Statistician**, American Statistical Association, v. 61, p. 91-94, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Síntese de Indicadores Sociais – 2000. Informações Demográficas e Socioeconômica**. n.º 5. Brasil, 2001. Disponível. Acesso: em 10/06/2014.
- MACHADO, J.P., BLANK, D. M. P., ZONTA, J. H., JUSTINO, F. B. (2010): **Comportamento da precipitação e da temperatura no Rio Grande do Sul baseado na análise de agrupamento**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Revista Ciência e Natura, v. 32. p. 49-63, 2010.
- MAYER, H.; HÖPE, P. (1987): **Thermal comfort of man in different urban environments**. In: Theoretical and applied climatology, [s.l.], 1987, 38p.
- MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E. (2013). **O Clima das cidades do Nordeste brasileiro: contribuições no planejamento e gestão urbana**. In: Revista da ANPEGE, v. 9, p. 75-89.
- NIMER, E. (1989): **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1989.
- OKE, T. R. (1996): **Boundary layer climates**. 2.ed. New York: Routledge, 1996, 435p.
- ROMERO, M. A. B. (2001): **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: editora universidade de Brasília, 2001. 226p.