

Descrição da temperatura e umidade relativa do ar em diferentes localidades no bairro do Parque Dez - Manaus/AM

José Carlos Ramos Monteiro¹, Paulo Henrique Rocha Aride², Adriano Teixeira de Oliveira^{3*}, Suelen Miranda dos Santos⁴, Jackson Pantoja-Lima⁵, Lígia Fonseca Heyer⁶

1. Arquiteto, Doutorando em Biologia Urbana da Universidade Nilton Lins, Professor da Faculdade Metropolitana de Manaus, Manaus, AM, Brasil. Avenida Constantino Nery 3204, CEP 69050-000. Email: urbanistamonteiro@ig.com.br

2. Biólogo, Doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Presidente Figueiredo, AM, Brasil. Avenida Onça Pintada 1308, bairro Galo da Serra, CEP 69735-000. Email: aride@ifam.edu.br

3. Biólogo, Doutor em Diversidade Biológica, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Presidente Figueiredo, AM, Brasil. Avenida Onça Pintada 1308, bairro Galo da Serra, CEP 69735-000. Email: adriano.oliveira@ifam.edu.br

4. Engenheira de Pesca, Mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Presidente Figueiredo, AM, Brasil. Avenida Onça Pintada 1308, bairro Galo da Serra, CEP 69735-000. Email: suelen.santos@ifam.edu.br

5. Engenheiro de Pesca, Doutor em Ecologia, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Presidente Figueiredo, AM, Brasil. Avenida Onça Pintada 1308, bairro Galo da Serra, CEP 69735-000. Email: jacksonpantoja@gmail.com

6. Geógrafa, Doutora em Geografia, Professora da Universidade Nilton Lins, Manaus, AM, Brasil. Avenida Professor Nilton Lins 3259, Parque das Laranjeiras, CEP 69058-030. Email: ligia@uninorte.com.br

RESUMO: Manaus tem sofrido com o rápido crescimento da atividade imobiliária sem preocupação com a preservação de grande parte de suas áreas verdes, ocasionando modificações nas variáveis como a temperatura e a umidade relativa do ar. O presente estudo acompanhou as variações temporais e espaciais de temperatura e umidade relativa do ar e fez comparações entre suas características nos diferentes usos e ocupações do solo do Bairro do Parque Dez, área centro sul do município de Manaus em diferentes dias e horários. Na rotatória do Parque do Mindu a média de temperatura chegou a 37,08°C entre às 14hs e 15hs e a menor registrada foi de 26,50°C, entre o horário de 8hs e 9hs. No mês de outubro de 2012 a temperatura na Av. Perimetral entre 14h e 15h apresentou valores de 31,96°C e a menor média registrada aconteceram entre 21h e 22h, registrando 29,3°C. Em relação à umidade relativa do ar em setembro/2012 foi observada média de 72% com variação de 65% a 80%, em outubro/2012 a média foi de 64% com variação entre 63% a 75%, em março/2013 a média foi de 88% com variação entre 80% a 95%. Interações ocorreram principalmente no horário e mês sobre a temperatura ambiente e umidade relativa do ar. Conclui-se que o efeito da urbanização tornasse mais evidente quando se constata que as tendências positivas estão altamente correlacionadas com a tendência de crescimento da área urbana.

Palavras-chave: Microclima, Conforto térmico, Meteorologia, Amazônia, Clima urbano.

Description of temperature and relative humidity in different locality in the neighborhood of Park Ten - Manaus/AM

ABSTRACT: Manaus has suffered from the rapid growth of real estate activity without concern for the preservation of much of its green areas, causing changes in variables such as temperature and relative humidity. This study followed the temporal and spatial variations in temperature and relative humidity and made comparisons between the different characteristics of soil use and occupation of the Park District Ten south-central city of Manaus on different days and times. At the roundabout Park Mindu average temperature reached 37.08°C at 14-15hs and lowest recorded was 26.50°C, between the hours of 8-9hs. In October 2012 the temperature in Avenue Perimeter between 14h and 15h showed values of 31.96°C and the lowest average recorded occurred between 21h and 22h, registering 29.3°C. Regarding the relative humidity in September/2012 average of 72% with a variation of 65% to 80%, was observed in October/2012 average was 64%, ranging between 63% to 75% in the march/2013 average of 88%, ranging between 80% to 95%. Interactions occurred mostly on time and month on the ambient temperature and relative humidity. It is concluded that the effect of urbanization become more evident when one considers that the positive trends are highly correlated with the growth trend of the urban area.

Keywords: Microclimate, Thermal comfort, Meteorology, Amazon, Urban climate.

1. Introdução

Na região Amazônica os padrões de descrições de temperatura e umidade são altos quando comparados a outras regiões brasileiras, esses fatores são fundamentais para a existência da maior Biodiversidade do planeta nessa localidade, entretanto o que vem se observado nos últimos anos é o aumento cada vez maior da temperatura e redução da umidade do ar ocasionadas entre outros pela substituição progressiva das áreas verdes por edificações e pavimentação, especialmente nas grandes cidades.

A preocupação com o clima tem fomentado vários estudos e discussões sobre mudanças climáticas e o aparecimento de fenômenos naturais causadores de impactos à população mundial (DREBS et al. 2006). Esses impactos apontam para um aumento na temperatura da superfície continental, ocasionando dias quentes, afetando diretamente a qualidade de vida nas cidades (DUARTE, 2000).

Nos centros urbanos, o aumento da temperatura do ar está também associado à concentração de veículos e indústrias, potencializando a produção artificial de

calor, pois, com as partículas e gases na atmosfera, a radiação infravermelha emitida da superfície para o espaço, fica retida pela camada de poluição, provocando nos centros urbanos o efeito estufa local (KATZSCHNER, 1988; TAVARES, 2004). Atividades humanas como o uso de ar condicionado e o tráfego de veículos geram calor nas cidades, por outro lado superfícies urbanas como o asfalto e paredes de tijolo ou concreto, absorvem calor durante o dia e expõem a noite, ocorrendo múltiplas reflexões entre as paredes (KRIEGER, 2004).

A geometria das cidades, a densidade de construções, os altos edifícios, a rugosidade das construções, corredores com ruas estreitas ou largas e a retirada de vegetação, alteram a velocidade do vento, modificando a temperatura e as precipitações atmosféricas (AMORIM, 2005). Romero (1988) afirma que a prática do desenho urbano sem levar em consideração os impactos que provoca no meio ambiente, repercute no desequilíbrio, no meio, no conforto e na salubridade das populações urbanas, além do mais Oliveira et al. (2009) concluíram que é a população urbana quem modifica o equilíbrio entre a superfície e a atmosfera, causando o desequilíbrio nos componentes climáticos, criando condições específicas definidas como clima urbano.

Magalhães (2006) adverte que o processo entre as propriedades das pavimentações e dos materiais de construções utilizados nas edificações urbanas tendem a reter calor durante o dia e liberá-lo lentamente no período noturno, colaborando para o rápido aumento da temperatura diurna e a lenta redução térmica noturna, contribuindo assim para a formação de ilhas de calor. Neste processo, segundo Yannas e Maldona (1995), acontece a inércia térmica, através das paredes das edificações e da pavimentação artificial causada pela incidência solar durante o dia.

A arquitetura imprópria ao clima é responsável pelo aumento da poluição e da quantidade de calor emitida nos centros urbanos, originando diversas alterações ambientais, incluindo danos à saúde, ao conforto térmico e à economia da população, influenciando na ilha de calor urbana. A temperatura média anual em um centro urbano é tipicamente mais alta que a de suas redondezas, em alguns dias esse contraste pode atingir cerca de 10° C (COSTA et al., 2013; JUNIOR et al., 2012).

Vários fatores contribuem para o desenvolvimento de uma ilha de calor urbana, um deles é a concentração relativamente alta de fontes de calor nas cidades. As propriedades térmicas dos materiais das construções urbanas também facilitam a condução de calor mais rapidamente que o solo e a vegetação das áreas rurais, contribuindo para um aumento no contraste de temperatura entre essas regiões. A perda de calor durante a noite, por radiação infravermelha para a atmosfera e para o espaço, é parcialmente

compensada nas cidades pela liberação de calor das fontes antropogênicas, tais como veículos, indústrias e construções em geral (MORAES, 2005; SOUZA, 2004;).

Em Manaus, capital do Estado do Amazonas, após a instauração da Zona Franca, houve um êxodo populacional, período de transição no aspecto urbano na cidade e assim um crescimento urbano desordenado, posto como fator de variação do clima da cidade (ALCÂNTARA, 2007). A cidade foi se modificando, seus imóveis foram mudando suas características, seus materiais e a geometria do urbanismo foram modificados e assim alterando o microclima, especialmente dos bairros que são considerados com alto padrão econômico, como o Parque Dez, esse possui uma completa infraestrutura ao qual tem um grande fluxo de veículos, áreas adensadas, em constante verticalização e de extensas áreas pavimentadas artificialmente.

Apesar dessa associação existente entre a urbanização e as relações climáticas, são escassos estudos que registrem a sazonalidade da temperatura e umidade relativa na cidade de Manaus, Amazona, nesse sentido o objetivo do presente trabalho é descrever a temperatura e umidade relativa do ar em diferentes usos do solo no bairro de Parque Dez, situado na cidade de Manaus. O trabalho foi elaborado com o sentido de inferir sobre aspectos do crescimento do Bairro Parque Dez na cidade de Manaus e suas consequências com a troca de imensas áreas verdes com solo e vegetação natural por áreas urbanizadas, pavimentadas com concreto e asfalto, áreas com verticalização excessiva, assim como vias com fluxo de veículos intenso, durante todo o dia e suas relações com a temperatura e umidade relativa do ar.

2. Material e métodos

Área de estudo

Manaus, capital do Estado do Amazonas, está localizada no interior da floresta Amazônica, possui uma área urbana de 11.400 km², mais de 1,6 milhões de habitantes (IBGE, 2007), tem como característica o clima Amazônico equatorial, quente e úmido (NIMER, 1989; AGUIAR, 1995), além de ter uma altimetria baixa que não ultrapassa 120 metros em toda a área urbana, segundo Muniz e Vieira (2004), favorecendo um clima desconfortante pela inexpressiva ventilação. Sua área territorial é de 451,7 km², equivalendo a 3,8% da área do estado, limita-se ao Norte com o município de Presidente Figueiredo ao Sul, Careiro da Várzea e Iranduba; a Leste, Rio Preto da Eva e Itacoatiara e a Oeste Manacapuru e Novo Airão.

O Bairro do Parque Dez está localizado na Zona Centro Sul de Manaus, foi criado em 1938 e sendo banhado pelas águas do igarapé do Mindu. Em 1977 teve início à construção do Centro Social Urbano (CSU) para entretenimento da população, substituindo as

áreas verdes e os igarapés que foram aterrados.

Método de investigação

Para a elaboração do estudo foi realizado um levantamento bibliográfico que serviu de base para a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes no município de Manaus, (AM), assim como a caracterização dos ambientes, tanto em relação aos aspectos físicos quanto aspectos econômicos e socioculturais do bairro. Foram feitas coletas de dados de temperatura e umidade relativa do ar em três pontos do bairro do Parque Dez (Figura 1), todos com características urbanas distintas.



Figura 1. Localização dos pontos de coleta no bairro Parque Dez, Manaus (AM).

O ponto de estudo da Avenida Perimetral 1 (Figura 2) está localizado em um passeio público com solo exposto, pavimentado com concreto, próximo a um muro de alvenaria, em uma área de grande concentração de prédios residenciais com mais de quinze pavimentos, apresentando grande concentração de concreto, alvenaria estrutural, vias totalmente pavimentadas e os passeios em concreto; grande fluxo de veículos durante todo o dia. O ponto de coleta está localizado dentro de um raio de 200 metros em uma área residencial, com pouca vegetação e a uma distância de aproximadamente 70 metros dos prédios.



Figura 2. Avenida Perimetral I situada no bairro Parque Dez, Manaus (AM).

Outro ponto de estudo está localizado na Rotatória do Mindu (Figura 3) em um passeio público de concreto com solo exposto. É uma área de uso misto (residencial e comercial) onde as edificações têm no máximo dois pavimentos, nessa localidade existe um grande fluxo de veículos e pessoas, além de grande concentração de asfalto em sua via e concreto em seus passeios. O fluxo de veículos é constante durante todo o dia, o ponto de

coleta está dentro de um raio de 200 metros a partir do ponto descrito na Figura 3.



Figura 3. Rotatória do Mindu situada no bairro Parque Dez, Manaus (AM).

O terceiro ponto de coleta está localizado no Centro Social Urbano (CSU) (Figura 4), em um passeio público de concreto com solo exposto e uma área urbana de lazer com aproximadamente 54.369,95m². Tem uma porcentagem de vegetação rasteira (forração) e arborização com copas pouco densas (palmáceas), porém com grande área pavimentada artificialmente de asfalto e concreto.



Figura 4. Centro Social Urbano do Parque Dez, Manaus (AM).

As comparações entre as características da temperatura e umidade relativa do ar em áreas urbanas distintas do Bairro do Parque Dez foram feitas em horários distintos, pois a intenção foi a de verificar a temperatura ambiente nessas áreas com características tão diferentes nos três turnos do dia (matutino, vespertino e noturno).

Os registros de temperatura e umidade relativa do ar foram realizados em áreas abertas e ocorreram durante uma semana nos meses de setembro e outubro de 2012, bem como no mês de março de 2013. As coletas foram feitas a cada um minuto durante três horas diárias (uma hora no período matutino, de 08h às 09h, uma hora no período vespertino, de 14h às 15h e uma hora no período noturno, de 21h às 22h) ao mesmo tempo nas três áreas de estudo e ao final de cada hora eram catalogadas sessenta coletas por ponto e ao final de cada dia, cada ponto de coleta tinham catalogados um total de 180 coletas de dados de temperatura e 180 coletas da umidade relativa do ar.

Os registros da temperatura e umidade relativa do ar foram registrados por aparelhos HOBO - VEC-HE-174 Registrador de Temperatura e Umidade Relativa

Os registros da temperatura e umidade relativa do ar foram registrados por aparelhos HOBO - VEC-HE-174 Registrador de Temperatura e Umidade Relativa com indicação digital. O trabalho se baseou em cinco metodologias para os estudos de medições de temperatura e umidade relativa do ar no Bairro do Parque Dez: a) O método de Kruger e Rossi (2002) e Rossi (2004), onde se realiza o monitoramento das temperaturas no período de inverno e verão; b) O método *hipotético-dedutivo* de Lakatos e Marconi (2000), onde cita o melhor entendimento das relações entre a forma urbana e as medidas de temperatura, formula hipóteses das características urbanas capazes de influenciar no aumento de temperatura e através do processo de inferência dedutiva, relacionados quantitativos, expressos em medidas de temperatura e características físicas de sistemas construtivos; c) A metodologia proposta por Rossi (2004 e 2009) para avaliar as influências da configuração urbana nas temperaturas externas medidas nas diferentes Unidades de Estruturação Urbana (UES) estudadas na cidade de Manaus, verificando a possível influência deste modelo na temperatura urbana dos locais estudados; d) O método designado como "Paramétrico", que propõe o aprofundamento do método proposto por Rossi (2004), a partir da inclusão dos parâmetros: albedo (capacidade refletora da superfície terrestre) e número de pavimentos das edificações do entorno, assim como a tipologia dos materiais das edificações existentes no raio de ação pretendido para o estudo, que no estudo em questão foi de 200 metros; e) O método paramétrico, trabalhado por Oke et al., (1981, 1987 e 1988), Voogt e Oke (2003 e 2005), que desde a década de 1980, é classificado como conceitual, porém consistente, neste ocorrem correlações entre a temperatura do ar e as condições de uso e ocupação do solo, observados durante os levantamentos. Este método também foi empregado por Assis (2000), em um de seus estudos relacionados com o meio urbano.

As análises paramétricas caracterizam-se pela distribuição do clima intra-urbano em função de parâmetros de uso e ocupação do solo. Os modelos conceituais empregados podem ser qualitativos, quantitativos ou ainda qualiquantitativo (FARIA e MENDES, 2004). Com relação aos estudos da influência da vegetação, foi adotada a metodologia proposta por Shashua-Bar e Hoffman (2000), haja visto existirem dois pontos de coletas próximos à áreas arborizadas. Os aparelhos utilizados para as medições, estiveram expostos à radiação solar. A distância entre os pontos de coletas de temperatura e umidade relativa do ar próximos a áreas arborizadas foram de aproximadamente 50 metros.

Análise estatística

Foi aplicado o teste de normalidade e em seguida o

teste paramétrico multivariado de Análise de Variância (ANOVA) de três fatores para averiguação das interações existentes entre os fatores de localidade, horário e mês. Os testes aplicados foram considerados significativos quando atingiram 95% de confiabilidade, os resultados dessas variáveis foram apresentados sob a forma de média e desvio padrão após o uso do programa estatístico Systat 10.

3. Resultados e Discussão

A região onde se insere a cidade de Manaus apresenta apenas duas estações, ao longo do ano: Chuvosa (Inverno), entre os meses de novembro e junho, período em que a temperatura é mais amena; Seca (Verão), de julho a outubro, e temperaturas elevadas, onde o mês de setembro, geralmente é o mais quente do ano (SILVA, 2012). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no mês de setembro/2012 a temperatura média foi de 28°C com variações entre 23°C e 37°C., em outubro/2012 a média foi de 27°C com variações entre 22°C e 37°C, e em março/2013 a média foi de 24°C com variação de 22°C a 35°C, esses resultados são similares aos resultados obtidos por Costa et al., (2013) quando analisaram a temperatura na cidade de Belém do Pará. No presente estudo foram observadas similaridades nos valores de temperatura entre as três localidades investigadas, sendo que o horário de maior temperatura correspondeu ao período de 14h-15h (Tabela 1), a exemplo do que acontece em Belém (COSTA, 2013).

Na rotatória do Parque do Mindu a média de temperatura chegou a 37,08°C, entre às 14hs e 15hs e a menor registrada foi de 26,50°C, entre o horário de 8hs e 9hs (Tabela 1). No mês de outubro de 2012 a temperatura na Av. Perimetral entre 14h e 15h apresentou valores de 31,96°C e a menor média registrada aconteceram entre 21h e 22h, registrando 29,3°C. No CSU a maior média da temperatura foi observado no mês setembro, onde os valores chegaram a atingir 37,42°C. De fato, a cidade de Manaus bem como as regiões adjacentes tem clima caracterizado pelo desconforto natural, do tipo Equatorial quente e úmido, tendo como origem dois fatores principais: a localização geográfica e a topografia (SILVA, 2012), nesse sentido o efeito da pluviosidade sobre a temperatura é notadamente confortante e estreitamente entrelaçado a umidade relativa do ar (JUNIOR et al., 2012).

A importância da umidade do ar deve-se principalmente ao fato de estar relacionada pela influência na demanda evaporativa da atmosfera e assim pode-se dizer que quando muito baixa ou muito elevada torna-se prejudicial para a maioria das plantas. Umidade relativa abaixo de 60% pode ser prejudicial por aumentar a taxa de transpiração e acima de 90% reduz a absorção de nutrientes, devido à redução da transpiração, além de favorecer a propagação de doenças.

Tabela 1. Valores da temperatura do ambiente em três localidades do bairro Parque dez em Manaus, AM.

Horários	Localidades	Setembro/12	Outubro/12	Março/13
8h-9h	Perimetral	33,26 ± 1,18	29,92 ± 1,42	26,66 ± 2,49
	CSU	34,04 ± 2,03	30,20 ± 0,54	30,20 ± 0,54
	Mindu	32,68 ± 1,63	29,96 ± 1,10	26,50 ± 0,72
14h-15h	Perimetral	38,20 ± 0,75	31,96 ± 3,29	29,08 ± 3,49
	CSU	37,42 ± 0,46	32,20 ± 3,50	32,22 ± 2,76
	Mindu	37,08 ± 1,07	31,70 ± 3,77	31,14 ± 1,74
21h-22h	Perimetral	32,00 ± 0,44	29,30 ± 1,21	27,02 ± 1,97
	CSU	31,18 ± 1,19	28,14 ± 1,76	28,14 ± 1,76
	Mindu	31,02 ± 0,50	28,88 ± 0,95	28,48 ± 2,20

Em relação à umidade relativa do ar em setembro/2012 foi observada média de 72% com variação de 65% a 80%, em outubro/2012 a média foi de 64% com variação entre 63% a 75%, em março/2013 a média foi de 88% com variação entre 80% a 95%, tais características são similares as observações propostas por Junior et al., (2012), quando investigou a mesma variável em Belém. Portanto, de acordo com o INMET os maiores registros de temperatura foram retratados na estação de seca (meses de setembro e outubro), em compensação o período de maior umidade foi retratado na estação chuvosa (mês de março). No bairro do Parque Dez os menores valores de umidade foram retratados em setembro de 2012 e as maiores umidades em março de 2013 (Tabela 2), a ANOVA de três fatores demonstrou interações principalmente do horário e mês sobre a temperatura ambiente em três localidades do bairro Parque Dez (Tabela 3).

Essa característica é ocasionada pelas estações do ano na região Amazônica que é dividido em duas fases: inverno (chuvoso) e verão (quente) (JUNIOR et al., 2012; SILVA, 2012; COSTA et al., 2013), além do mais o horário também foi um fator determinante de diferenciação o qual esteve mais elevado entre 14h-15h e este está associado diretamente com o balanço de energia do ambiente urbano (COSTA et al., 2013) o que aumenta as chamadas ilhas de calor (JUNIOR et al., 2012) e provocam o desconforto térmico.

Em localidades onde existe grande contribuição da vegetação nos processos de evapotranspiração e sombreamento as temperaturas tendem a diminuir, tornando o ambiente mais ameno nas áreas urbanas (COSTA et al., 2013), embora não tenha se observado alterações estatísticas significativas apenas nas localidades investigadas, foi retratado variações significativas na interação entre a localidade-mês ocasionado principalmente pela influência do mês.

Tabela 2. Valores da umidade relativa do ar em três localidades do bairro Parque dez em Manaus, AM.

Horários	Localidades	Setembro/12	Outubro/12	Março/13
8h-9h	Perimetral	50,18 ± 5,25	64,82 ± 8,35	76,66 ± 10,76
	CSU	46,56 ± 7,16	63,74 ± 1,03	63,74 ± 1,03
	Mindu	47,68 ± 5,21	61,96 ± 6,11	78,80 ± 2,22
14h-15h	Perimetral	35,64 ± 2,89	57,90 ± 13,63	71,34 ± 12,08
	CSU	32,84 ± 4,10	57,84 ± 5,78	60,04 ± 6,04
	Mindu	33,46 ± 2,47	61,04 ± 11,55	68,72 ± 4,32
21h-22h	Perimetral	58,58 ± 1,12	68,80 ± 4,87	82,84 ± 4,64
	CSU	61,32 ± 4,35	76,34 ± 8,76	76,34 ± 8,76
	Mindu	57,28 ± 2,26	66,82 ± 3,70	79,28 ± 5,28

Tabela 3. Interações da temperatura ambiente após a aplicação da ANOVA de três fatores em três localidades do bairro Parque dez em Manaus, AM. *diferença estatística significativa.

Variáveis	Graus de Liberdade	Valor de F	P
Localidade	2	2,00	0,141
Horário	2	55,11	0,001*
Mês	2	90,37	0,001*
Localidade*horário	4	1,34	0,261
Localidade*mês	4	2,90	0,905
Horário e mês	4	3,81	0,025*
Localidade*horário*mês	8	0,41	0,006*

Em relação à umidade relativa do ar o teste estatístico multivariado de ANOVA de três fatores demonstrou interações principalmente do horário, mês e da interação entre localidade-mês e horário-mês nas três localidades do bairro Parque Dez (Tabela 4).

O ponto de coletas da Avenida Perimetral I, onde foi

registrado temperatura elevada é uma área totalmente pavimentada com concreto e asfalto, com solo totalmente exposto ao sol durante todo o dia. É uma área com alta verticalização, grande concentração de prédios, muros em alvenaria e uma via com grande fluxo de veículos e com pouquíssima vegetação urbana.

Tabela 4. Interações da umidade relativa do ar após aplicação da ANOVA de três fatores em três localidades do bairro Parque dez em Manaus, AM. *diferença estatística significativa

Variáveis	Graus de Liberdade	Valor de F	P
Localidade	2	2,50	0,087
Horário	2	69,67	0,001*
Mês	2	179,69	0,001*
Localidade*horário	4	2,10	0,085
Localidade*mês	4	4,55	0,002*
Horário e mês	4	4,94	0,001*
Localidade*horário*mês	8	0,384	0,927

É possível que as temperaturas encontradas na Av. Perimetral, no período da tarde, tenham sido em virtude da incidência solar direta no local da coleta de dados e da reflexão do calor através dos materiais de revestimento dos prédios como cimento, concreto, vidro, alvenaria, concreto dos passeios, do asfalto e da influência do trânsito naquela área com o grande fluxo de veículos no local, onde também houve possivelmente a influência da temperatura expelida pelos motores dos veículos e de seus escapamentos.

O CSU, que obteve a terceira maior média semanal de temperatura é uma área com pavimentação de asfalto e de concreto, também exposta ao sol durante todo o dia. A área está localizada em um nível topográfico abaixo dos outros dois locais de coletas. Este ponto está a aproximadamente 50 metros de uma área arborizada com pouca vegetação e não tem fluxo intenso de veículos. Mesmo assim, a temperatura registrada não foi tão abaixo da média encontrada no ponto da Rotatória do Mindu, que obteve a segunda maior média de temperatura semanal.

O CSU do Parque Dez possui uma vegetação significativa e fluxo veicular baixo, apesar dessas características a temperatura não diminui na localidade, essa observação pode ser reflexo das características topográficas que dificulta a ventilação. Além do mais o CSU recebe incidência solar durante todo dia e existe nas proximidades revestimentos de passeio e via veicular o que proporcionar mais absorção de energia solar contribuindo para o aumento da temperatura.

No ponto de coletas da Rotatória do Parque do Mindu, onde foi registrada a segunda maior média de temperatura e umidade relativa do ar durante os períodos de coletas, possivelmente os materiais de revestimento do piso dos passeios e da via, influenciaram na temperatura do local, assim como a temperatura da água do chafariz, aquecida durante

através da incidência solar, pois, esses agem como múltiplos refletores, absorvendo, emitindo e reemitindo radiação e calor em todas as direções gerando um grande armazenamento de calor (PIVA et al., 2008). O trânsito de veículos também pôde influenciar na temperatura, já que o fluxo naquele local é intenso e constante durante todo o dia, acarretando engarrafamentos e tornando o ambiente também influenciado pelas altas temperaturas dos motores dos veículos.

Os resultados das maiores médias de umidade relativa do ar foram registradas no período da noite, porém, o maior registro se deu pela manhã no ponto da Av. Perimetral onde foi registrado 88,8%, possivelmente por causa de precipitações (COSTA et al., 2013; JUNIOR et al., 2012). Os outros maiores resultados registrados de umidade relativa do ar, podem ter sido influenciados pela vegetação existente nos outros dois locais de coletas (CSU e rotatória do Mindu), pois a vegetação fornece vapor d'água para a atmosfera.

Estudos como os de Alves e Biudes (2012) encontraram variação espaço-temporal de temperatura e umidade relativa do ar no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em Cuiabá. Alves e Specian (2009) encontraram em quatro pontos da área urbana de Iporá-GO temperaturas mais elevadas. Pode-se afirmar que os resultados do trabalho de Oliveira et al. (2009) corroboraram com os resultados encontrados neste trabalho, pois mostraram que a temperatura e umidade relativa do ar tiveram valores superiores na região central (mais construção, menos vegetação) em Cuiabá. Amorim (2005) realizou estudo temperatura e umidade relativa do ar em Presidente Prudente-SP no período de inverno de julho de 2002 entre 20h e 20h45. Os resultados possibilitaram identificar ilhas de calor de alta magnitude. As variações espaciais ocorreram de

acordo com os tipos de ocupação do solo e características de relevo. Estudo de Montavez et al. (2000) em Granada, na Espanha, também mostrou temperaturas mais elevadas em terrenos densamente construído. Alves e Specian (2009) analisaram a variação espaço-temporal da temperatura do ar e da umidade relativa em pontos da área urbana de Iporá-GO, em dois períodos (abril e maio) e observaram a presença de ilhas de calor nos dois períodos de coleta, nos locais mais urbanizados.

Estudos sobre o clima das cidades mostram que no período noturno a temperatura do ar é maior em áreas densamente construídas e com pouca vegetação (CARVALHO, 2001; STREILING; MATZARAKIS, 2003; BARBOSA, 2005; JESUS; BRAGA, 2005; SANTOS et al., 2005; SHASHUA-BAR et al., 2010).

4. Conclusões

As características climáticas da cidade de Manaus são afetadas por mudanças microclimáticas urbanas de locais como o Bairro do Parque Dez, com uma intensa urbanização, causando um aumento da temperatura do ar na superfície. A variabilidade microclimática também fez com que alterasse os valores de temperatura e umidade relativa do ar nos três pontos de medição, ocasionada pela intensa urbanização, distribuição espacial e temporal, contribuindo assim para a elevação da temperatura, influenciando assim a umidade relativa do ar. Nos outros dois pontos de medição, também se observou a influência da urbanização, pois mesmo sendo os dois pontos próximos à áreas arborizadas, a vegetação não pôde influenciar tanto na temperatura e umidade relativa do ar em detrimento das áreas urbanizadas serem proporcionalmente maiores e sofrerem bastante influência dos materiais de revestimentos das edificações da pavimentação do asfalto e do trânsito de veículos, sendo áreas totalmente expostas e no caso do ponto de coletas da Rotatória do Mindu, ainda sofrer influência da temperatura gerada pelo aquecimento da água do chafariz existente naquele local. O efeito da urbanização tornou-se mais evidente quando se constata que as tendências positivas estão altamente correlacionadas com a tendência de crescimento da área urbana.

5. Referências bibliográficas

- AGUIAR, F. E. O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. Dissertação (Mestrado) Ciências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 1995.
- _____. **Análise climática da província petrolífera do Rio Urucu (AM), Identificação de possíveis impactos no clima de uma área de floresta tropical sob processo de intervenção antrópica e seus reflexos em meso e macroescala**. Tese (Doutorado) Geografia da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2001, 230p.
- ALCÂNTARA, J. M. **Clima e expansão urbana da cidade de Manaus. Monografia em Geografia da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007, 62 p.**
- ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. **Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos**. *Mercator*, v. 8, n. 17, p. 181-191, 2009.
- ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S. **Padrões da temperatura do ar e da umidade relativa: estudo de caso no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso**. *Boletim de Geografia*, 2012, vol. 30, n. 3.
- AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. Tese de doutorado, 2000.
- _____. **Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP**. *Geosul*, UFS, Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.
- ASSIS, E. S. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. Tese (Doutorado) Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- BAPTISTA, G. M. M. **Estudo Multitemporal do fenômeno Ilhas de Calor no Distrito Federal**. *Revista Meio Ambiente*, n. 02, p. 03-17, 2002.
- BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. Dissertação (Mestrado) Engenharia da Universidade de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2005.
- BROWDER, G. **Cidades da Floresta**. Editora da Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2006.
- BUENO, C. L. **Estudos da Atenuação da Radiação Solar Incidente por Diferentes Espécies Arbóreas**. Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil da Universidade de Campinas (UNICAMP), 1998.
- CABRAL, E. **Análise das alterações climáticas da cidade de São Paulo (1887 - 1995) no contexto da expansão de sua mancha urbana**. Dissertação (Mestrado) Geografia da Universidade de São Paulo (USP), 1997, 278 p.
- CARVALHO, M. M. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do parque das dunas em Natal**. Dissertação (Mestrado) Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2001.
- CHRYSOSTOMO, N.; et. al. **Mapeamento e Avaliação da Arborização de Rua do Bairro de Santa Cecília (São Paulo - SP)**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Anais do XIII SBGFA. Viçosa: Ed. UFV, 2009.
- CIESLA, W. M. **Cambio climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto**. Roma: Fao, 1996.
- CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região leste paulista; alguns aspectos**. São Paulo: IGEOG/USP, 1975, 82p.
- DREBS, A.; VADJA, A.; TUOMENVISTA, H. **Air temperature gradient studies in Helsinki metropolitan area during 2002-2006**. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 6, Göteborg. Preprints... Göteborg: IAUC, 2006. p. 736-738.
- DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. 2000.
- FARIA, J. R. G.; MENDES, J. T. G. **Sobre o uso e ocupação do solo urbano e a temperatura do ar**. Porto Alegre: *Ambiente Construído*, v. 4, n. 3, p. 7-17, julho/set 2004.
- FERRÃO, P. M. C.; GONÇALVES, H. J. P.; PANÃO, M. J. N. **Indicadores do Desempenho Térmico de edificações Urbanas**. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO, SUSTENTÁVEL - PLURIS, 2., São Paulo. Anais. São Paulo: USP, 2006.
- FREITAS, E. D.; SILVA DIAS, P. L. **Alguns efeitos de áreas urbanas na geração de uma ilha de calor**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, Brasil, v. 20, n. 3, p. 355-366, 2005.
- IBGE, Censo 2010. Disponível em: < www.ibge.gov.br >. Acesso em 03 de Julho de 2011.

- IBGE. Contagem da População 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1_3.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- ILHA DE CALOR URBANA: Web Artigos, Universidade Federal Paraná, Outubro 2009.
- INMET - Logia – SEDE / SEPEA, 2012, 2013. Instituto Nacional de Meteorologia
- JESUS, S.C.; BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da Estância de Águas de São Pedro – SP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 6, n. 16, p. 207-224, 2005.
- KATZSCHNER, L. The urban climate as a parameter for urban development. **Energy and Buildings**, v. 11, n.1-3, 1988, p.137-147.
- KRIEGER, S. **Estudos Biometeorológicos do clima urbano**. Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas ACA0245 - Biometeorologia, 2004.
- KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A. **Distribuição de temperaturas externas em localidades da Região Metropolitana de Curitiba**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Curitiba. Anais... 5. Curitiba: UFPR, 2002. p. 354-363.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 3 ed., São Paulo: Atlas, 2000.
- LAMBERTS, R.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles**. Ed. Hucitec, São Paulo, 1985.
- _____. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244 p.
- MACIEL, C. R.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. 2011. **Cobertura do Solo e sua influência na temperatura de microclimas urbanos na cidade de Cuiabá-MT**. *Caminhos de Geografia*, 12 (38): 40-57, 2011.
- MAGALHÃES-FILHO, ALMEIDA, L. C. **Ilha de Calor Urbana, Metodologia para Mensuração: Belo Horizonte, uma análise exploratória**. Tese (Doutorado) Geografia da Pontifícia Universidade Católica (PUC), Belo Horizonte-MG, 2006. 145 f.
- MASCARÓ, L. R. **Energia da Edificação – Estratégias para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1991.
- MOLION, L. C. B. Climatologia Dinâmica da Região Amazônica: Mecanismo de Precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, p. 107-117, 1987.
- _____. Aquecimento Global: fato ou ficção. **Ação e Ambiental**, ano IV, nº. 18, p. 19-21, 2001.
- _____. **Perspectivas climáticas para os próximos 20 anos**. In: Revista Brasileira de Climatologia / Associação Brasileira de Climatologia (ABCLima). Volume 3/4. Presidente Prudente: ABCLima, 2008.
- MONTAVEZ, J. P.; RODRIGUEZ, A.; JIMENEZ, J. I. A study of the urban heat island of Granada. **International Journal of Climatology**, New Jersey, v. 20, p. 899-911, 2000.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Tese de Livre Docência em Filosofia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975, 244p.
- _____. **Teoria e Clima Urbano**. Tese de Livre Docência em Geografia da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1976.
- MORAES, N. O. ; PIMENTEL, L. C. G. ; MARTON, E. **Simulações Numéricas da Formação de Ilha de Calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Anuário do Instituto de Geociências/UFRJ, Universidade Federal do RJ, v. 28 2, p. 116-138, 2005.
- MUNIZ, L. S.; VIEIRA, A. F. G. **Análise preliminar da erodibilidade dos solos da Bacia do Igarapé do Mindu: Curso superior-Manaus, AM**. In: Boletim Amazonense de Geografia, nº 4 – Manaus: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2004.
- NIMER, E. **Climatologia da Região Sul**. Climatologia do Brasil, 2 ed., p.217-263, 1989.
- NORONHA, M. C. **Geoespaço: Lições de geografia com base no espaço geográfico do Amazonas**. Manaus: Cecil Concorde, 1998.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. Londres: Routledge, 1987.
- _____. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, n. 1, p. 237- 254, 1981.
- _____. **Street design and urban canopy layer climate**. In: **Energy and Buildings**, New York: Elsevier, n. 11, p. 103-113, 1988.
- _____. Towards better scientific communication in urban climate. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 84, p. 179-190, 2006.
- OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NINCE, P. C. C. 2009. Análise da variação de temperatura e umidade em função das características de ocupação do solo em Cuiabá-MT. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 240-251, 2009.
- ROSSI, F.; DUMKE, E.; KRÜGER, E. **Atualização do ano climático de referência para Curitiba**. In: **X Encontro Nacional de Conforto do Ambiente Construído (ENCAC)**, 2009, Natal RN. Anais do X ENCAC. Porto Alegre RS: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), v. 1. p. 1-10, 2009.
- ROSSI, L. A.; CARDOSO, P. E. R.; BERALDO, A. L. Avaliação térmica de placas de argamassa de cimento e casca de arroz aquecidas por resistência elétrica. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.25, n.1, p.37-45, 2004.
- SANTOS, E.; SANTOS, T. O.; MENDES, D.; MARTINS, L. A. Urbanização e alterações microclimáticas em Juiz de Fora – MG. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2005.
- SHASHUA-BAR, L.; POTCHTER, O.; BITAN, A.; BOLTANSKY D.; YAAKOV, Y. Microclimate modelling of street tree species effects within the varied urban morphology in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel. **International Journal of Climatology**, New Jersey, v. 30, n. 1, p. 44-57, 2010.
- SHASHUA-BAR, M. E., HOFFMAN, L. Vegetation as a climatic component in the design of na urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Energy and Buildings**, n. 31, 2000, p.221-235.
- SILVA, D. A. **A influência das áreas verdes no clima da cidade de Manaus**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2009.
- SOUZA, A. L. F.; MASSSAMBANI, O. **Ilha de Calor Urbana na Região Metropolitana de São Paulo**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, *Anais*, Fortaleza - CE, SBMET, p. 565-584, 2004.
- SOUZA, L. C. L. **Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre**. Tese (Doutorado) Hidráulica e Saneamento da Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, SP, 1996, 125p.
- STREILING, S.; MATZARAKIS, A. Influence of single and small clusters of trees on the bioclimate of a city: a case study. **Journal of Arboriculture**, Athens, v. 29, n. 6, p. 309-316, 2003.
- TAVARES, A. C. **Mudanças climáticas**. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. (Organizadores). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- VILANOVA, S. R. F.; MAITELLI, G. T. A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de Cuiabá-MT. **Revista UNICIÊNCIAS**, v.13, 2009.
- VOOGT, J. A., OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**, v. 86, p. 370–384, 2003.