

O CLIMA URBANO E O CLIMA RURAL: ANÁLISE DOS PADRÕES DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DAS ILHAS DE CALOR

ELIS DENER LIMA ALVES

Instituto Federal Goiano | Brasil
elis.alves@ifgoiano.edu.br

FRANCISCO ARTHUR SILVA VECCHIA

Universidade de São Paulo | Brasil
fvecchia@sc.usp.br

VALDIR SPECIAN

Universidade Estadual de Goiás | Brasil
vspecian@gmail.com

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi de analisar as características dos padrões dos elementos meteorológicos de duas estações meteorológicas instaladas na área urbana e na área rural do município de Iporá – GO e discutir as relações entre a ilha de calor urbana e as condições meteorológicas. Para tanto, foram instaladas duas estações meteorológicas automáticas da marca “Davis Instruments”, posteriormente calculou-se a diferença entre as variáveis e verificou-se se essa diferença era estatisticamente significativa. Constatou-se que a cidade de Iporá, mesmo se tratando de uma cidade pequena, modifica seus parâmetros atmosféricos. A ilha de calor variou de acordo com o horário do dia: os maiores valores médios foram observados no período noturno, principalmente entre os horários das 20h e 23h, enquanto que as menores médias foram verificadas à tarde. As ilhas de calor de maior intensidade ($>2^{\circ}\text{C}$) tiveram maior frequência relativa na classe de ventos de 2 m/s a 4 m/s.

Palavras-chave: Climatologia geográfica, variabilidade espacial, Iporá - GO.

URBAN CLIMATE AND RURAL CLIMATE: ANALYSIS OF PATTERNS OF VARIABLES WEATHER AND HEAT ISLANDS

ABSTRACT: The objective of this research was to analyze the characteristics of the standards of meteorological elements of two weather stations installed in urban areas and in rural municipality of Iporá - GO and discuss the relationship between the urban heat island and the weather. Therefore, it was installed two automatic weather stations of the brand "Davis Instruments" later calculated the difference between the variables and there was this difference was statistically significant. It was found that the city of Iporá, even when it comes to a small town, modifies its atmospheric parameters. The heat island varied according to the time of day: the highest average values were observed at night, especially between the hours of 20h and 23h, while the lowest averages were observed in the afternoon. higher intensity Heat islands ($> 2^{\circ}\text{C}$) had a higher relative frequency in the class winds 2 m/s to 4 m/s.

Keywords: Geographical climatology, spatial variability, Iporá - GO.

CLIMA URBANO Y CLIMA RURAL: ANÁLISIS DE PATRONES DE TIEMPO VARIABLE Y ISLAS DE CALOR

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue analizar las características de los patrones de elementos meteorológicos de dos estaciones meteorológicas instaladas en zona urbana y rural en lo municipio de Iporá - GO y discutir la relación entre la isla de calor urbano y las condiciones meteorológicas. Por lo tanto, se instaló dos estaciones meteorológicas automáticas de la marca "Davis Instruments" más adelante se calculó la diferencia entre las variables y se encontró que la diferencia fue estadísticamente significativa. Se encontró que la ciudad de Iporá aun ser una ciudad pequeña, modifica sus parámetros atmosféricos. La isla de calor varía en función de la hora del día: se observaron los valores medios más altos en la noche, sobre todo en el horario de las 20h y las 23h, mientras que se observaron los valores más bajos para de la tarde. Mayores intensidades de islas del calor ($> 2^{\circ}\text{C}$) tenían una mayor frecuencia relativa en los vientos de clase 2 m/s a 4 m/s.

Palabras clave: Geographical climatology, spatial variability, Iporá - GO.

Introdução

A proporção da população mundial que vive em áreas urbanas está aumentando em ritmo crescente. A fim de garantir a sustentabilidade urbana, é necessário melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e reduzir o impacto das cidades sobre os recursos fora do espaço urbano (PACIONE, 2003).

As atividades humanas em geral e a urbanização em particular, acarretam modificações climáticas em escala local (FIGUEROLA; MAZZEO, 1998; LOPES et al., 2013).

Muitos dos poluentes contribuem seletiva e eficazmente para o aprisionamento das radiações de grande comprimento de onda, nomeadamente as da banda do infravermelho, é lícito afirmar que as ações antrópicas têm concorrido diretamente em alterar a composição química da atmosfera e, indiretamente, para modificar os padrões dos elementos do sistema climático em escala local (BALKESTAHL, 2009).

Os climas das cidades são climas locais altamente modificados, que muitas vezes são caracterizados por apresentarem maior temperatura, umidade baixa, elevada precipitação e ventos mais fracos que as áreas rurais circundantes. Estas diferenças variam de acordo com diversos fatores, tais como: a presença de áreas industriais que emitem calor e/ou excessivos poluentes, a densidade urbana, a orientação das ruas, topografia, população das cidades, quantidade de áreas verdes e tipo e forma dos edifícios (ALVES; SPECIAN, 2010; BULUT et al., 2008; LOPES et al., 2013; OKE, 1987).

Muitos estudos sobre as diferenças climáticas urbanas e rurais têm sido realizados desde o trabalho Howard, que relatou que a cidade de Londres, a noite, foi 3,7 °C mais quente e durante o dia foi 0,34 °C mais fria que a área rural no início de 1800 (HOWARD, 1818).

Há muitas diferenças no uso e ocupação do solo da área urbana e da área rural. Essas diferenças ocasionam padrões distintos dos elementos meteorológicos. Dessa maneira o objetivo desta pesquisa foi de analisar as características dos padrões dos elementos meteorológicos de duas estações meteorológicas instaladas na área urbana e na área rural do município de Iporá – GO e discutir as relações entre a ilha de calor urbana e as condições meteorológicas.

Materiais e Métodos

Os dados meteorológicos utilizados foram registrados por duas estações meteorológicas automáticas do tipo “*Vantage PRO 2*” da marca “*Davis Instruments*”. Esta estação meteorológica coleta e registra os valores das seguintes variáveis meteorológicas: temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica, radiação solar, precipitação, velocidade e direção do vento. Com o intuito de comparar as diferenças nos valores das variáveis meteorológicas existentes entre a cidade e o campo de Iporá – GO, os locais foram escolhidos conforme Oke (2006) e conforme a localização da ICU máxima observada nos locais de mensuração.

A estação meteorológica urbana (EMU) foi instalada no município de Iporá – Goiás, nas coordenadas -16,442511° e -51,122145° e a estação meteorológica rural (EMR) nas coordenadas -16,48562° e -51,151492°, projeção Geográfica, Datum: WGS84, conforme Figura 1.

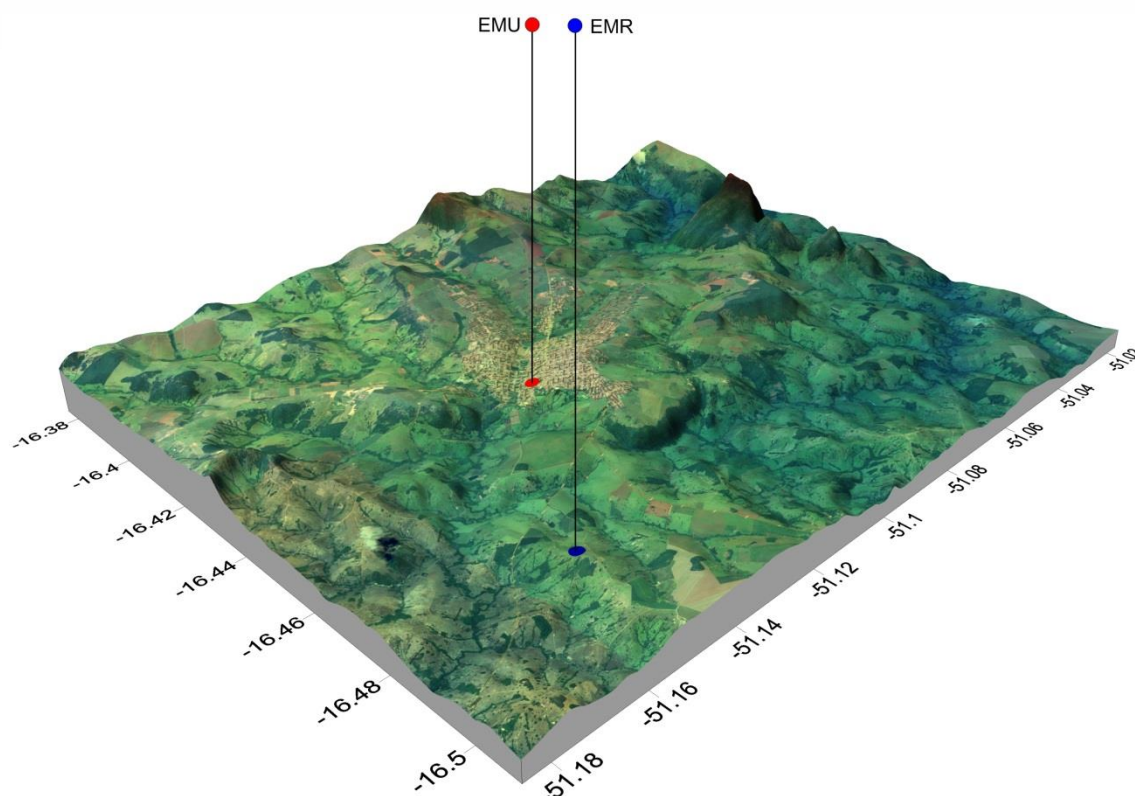


Figura 1. Localização da estação meteorológica urbana (EMU) e rural (EMR) em Iporá-GO.

Obtenção do Fator de visão do céu (FVC)

O fator de visão do céu (FVC) é uma estimativa da área visível do céu a partir de um ponto de observação na malha urbana e está relacionado com diversas questões ambientais urbanas (SOUZA et al., 2010). O FVC é representado por valor entre 0 e 1, quando existem obstáculos que ocultam o hemisfério o valor do FVC diminui, até atingir o valor 0 (obstrução total). Mas se todo o hemisfério é visível, o FVC será igual a 1.

O FVC é uma das principais causas da ilha de calor urbana, conforme apontado por (OKE, 1982). O resfriamento das superfícies terrestres é proporcional à área de céu visível para um ponto nessa superfície (SOUZA et al., 2010).

Existem diversas formas de se obter o FVC, seja por processos analíticos, por fotografia, por processamento de imagens, por diagramas ou por gráficos (SOUZA et al., 2010). Tanto pelo processo analítico, como pelo uso de diagramas e gráficos, é necessária uma base de dados angulares relativos às edificações existentes no entorno urbano, sendo esta uma das problemáticas mais constantes nesse tipo de determinação (SOUZA et al., 2010).

Tendo em vista a falta de dados, na maioria das cidades de pequeno porte, para o cálculo do FVC da estação meteorológica urbana utilizou-se o seguinte procedimento (Figura 2): inicialmente a partir da imagem do Google Earth criou-se polígonos delimitando os edifícios próximos a estação meteorológica (Figura 2A); posteriormente foram estimadas as alturas dos edifícios no *software* ImageJ, tendo como base a altura de uma pessoa (Figura 2B), finalmente no *software* SkyHelios 1.2 calculou-se o fator de visão do céu.

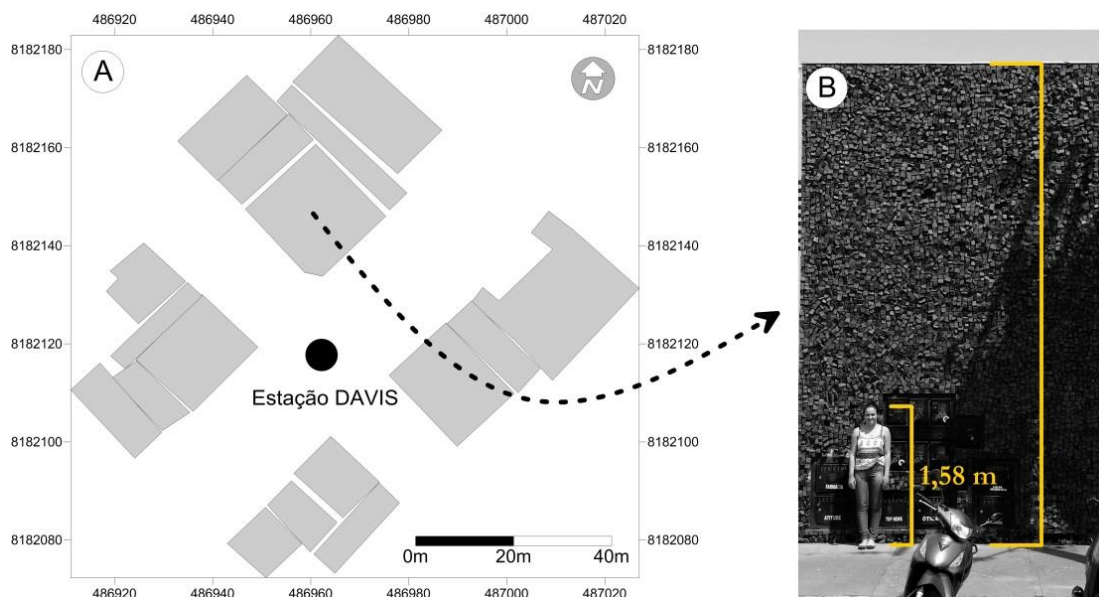


Figura 2. Método utilizado para obtenção do fator de visão do céu: criação de polígonos a partir da imagem do Google Earth (A), estimativa da altura dos edifícios.

Cálculo das diferenças

As diferenças entre os valores das variáveis meteorológicas da estação urbana e da estação rural foram calculadas conforme a Equação 1.

$$\Delta V = V_{Urbana} - V_{Rural} \quad \text{Equação 1}$$

Em que V_{Urbana} é o valor da variável meteorológica da estação urbana e V_{Rural} o valor da variável meteorológica da estação rural. Neste estudo utilizou-se as variáveis: radiação solar; temperatura do ar; pressão; umidade relativa; velocidade e direção do vento. Quando as diferenças da temperatura do ar foram positivas considerou-se a presença de ilha de calor urbana.

Também foi realizado o Teste t para dados pareados, com o intuito de verificar se as diferenças entre as médias dos dados da EMU e da EMR eram estatisticamente significativas. Para tanto, estabeleceu-se nível de significância de 5% no seguinte teste de hipóteses:

$$H_0: = \mu_D = 0 \quad \text{Equação 2}$$

$$H_0: = \mu_D \neq 0 \quad \text{Equação 3}$$

Em que μ_D é a diferença dos valores das amostras.

Resultados e Discussões

Muitos pesquisadores assumem que em escala microclimática, em espaços abertos, a geometria urbana é o parâmetro mais relevante pela variação microclimática (BOURBIA; BOUCHERIBA, 2010; OKE, 1981; SOUZA et al., 2010).

Bourbia e Boucheriba (2010) em Constantina, na Argélia, observaram que, com poucas exceções, quanto maior era o FVC maior era a temperatura do ar observada.

Oke (1981) desenvolveu um modelo que relaciona o FVC com a intensidade máxima da ilha de calor. Desenvolvido por regressão linear, com $r^2 = 0,88$ e erro de $\pm 0,92$ °C, o modelo de Oke (1981) é expresso pela Equação 4.

$$\Delta T_{u-r(max)} = 15,27 - 13,88 \times \Psi_s \quad \text{Equação 4}$$

Em que $\Delta T_{u-r(max)}$ é a intensidade máxima da ilha de calor e Ψ_s é o fator de visão do céu.

Quando a ICU máxima ocorre após o por do sol, esta relação revela que a ICU está fortemente relacionado com a perda de radiação de onda longa pela visão restrita do céu, ou seja, baixo FVC. Mas a ICU máxima também pode ocorrer durante o dia (YANG; LAU; QIAN, 2010).

Entretanto, Souza et al. (2010) em estudo realizado em uma fração urbana da cidade de Bauru – SP, concluiu algo diferente da maioria dos estudos. A autora destaca que uma das conclusões mais importantes e ao mesmo tempo polêmicas levantadas pela pesquisa foi o fato de não ter sido encontrada relação linear constante que cause o decréscimo de temperatura à medida que o FVC aumente.

Portanto, saber o FVC é importante, pois esta é uma das variáveis que podem influenciar significativamente a intensidade da ICU. Os edifícios próximos a estação meteorológica urbana (Figura 3) possuem altura que variam de 3 m a 10 m, com fator de visão do céu de 0,821.

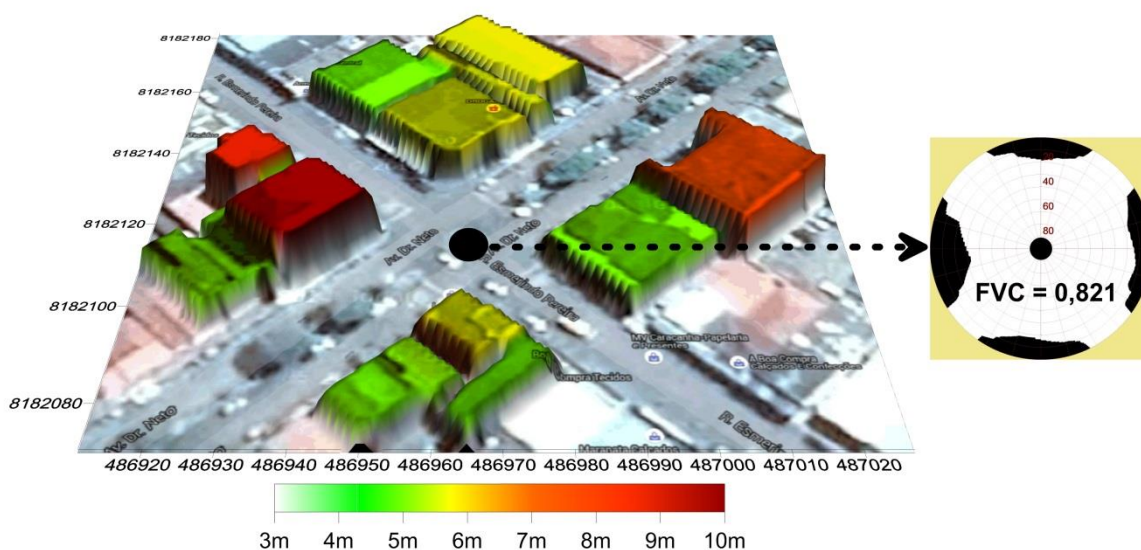


Figura 3. Elevação dos edifícios próximos a estação meteorológica urbana.

No âmbito climático o espaço urbanizado modifica os balanços de energia, massa e momentum e conduz para a modificação dos estados de todos os parâmetros atmosféricos (OKE, 1987). Nas grandes cidades essas modificações são facilmente detectadas, a radiação solar, temperatura, pressão, umidade, precipitação, velocidade e direção do vento têm padrões diferentes no meio urbano:

1) A radiação solar global, nas cidades, é reduzida de 15% a 20% (LANDSBERG, 1981; OKE, 1987).

2) A temperatura nas cidades é superior (LANDSBERG, 1981; OKE, 1987).

3) A pressão atmosférica é inferior, devido às elevadas temperaturas nas cidades em relação aos seus arredores (LANDSBERG, 2011; LOMBARDO, 1985).

3) A precipitação na área urbana é relativamente superior às demais áreas (LOWRY, 1998)(JAUREGUI; ROMALES, 1996).

4) A umidade relativa é inferior nas cidades (JARDIM, 2011; KIM; BAIK, 2002).

5) A estrutura e morfologia urbana condicionam a movimentação do ar direcionando e reduzindo de 10% a 30% a velocidade do vento (LOPES; SARAIVA; ALCOFORADO, 2011; OKE, 1987).

A partir da comparação dos dados da EMU com os dados da EMR (Figura 4) obteve-se os efeitos do meio urbano nas variáveis meteorológicas. Constatou-se (conforme Figura 4) que a cidade de Iporá, mesmo se tratando de uma cidade pequena, modifica seus parâmetros atmosféricos. Foram observadas diferenças positivas da temperatura em 65,2% dos dados, ou seja, em 62% das observações a temperatura do ar da EMU foi superior à temperatura do ar da EMR. As diferenças da umidade relativa foram negativas em 61,3% das observações, para a pressão atmosférica todas as diferenças foram negativas, em relação a radiação solar global 66% das diferenças foram negativas e para a velocidade do vento 95% das observações também foram negativas.

Em todas as comparações dos conjuntos de dados da EMU com os dados da EMR o *p-value* obtido pelo teste t foi menor que o nível de significância de 5%. Portanto, a hipótese nula deve ser rejeitada, pois a diferença de médias é significativa. Isso confirma o que tem sido observado nos estudos de climatologia urbana para grandes centros urbanos.

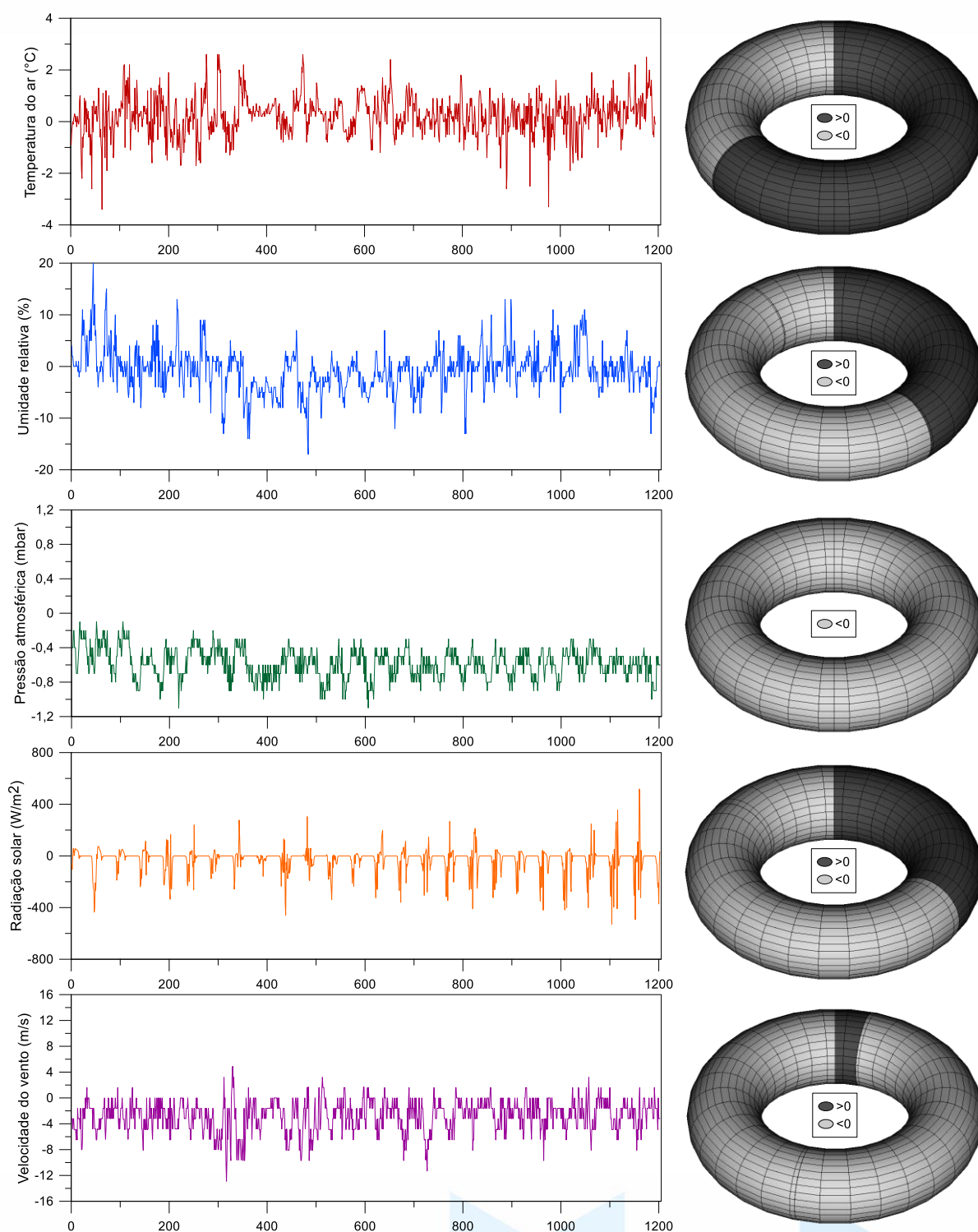


Figura 4. Diferenças dos valores das variáveis meteorológicas entre a EMU e a EMR.

A direção da velocidade do vento na EMU e na EMR pode ser observada na Figura 5. Na Figura 5A tem-se a direção dos ventos na EMU sobreposta aos polígonos dos edifícios, nota-se que a maior frequência de ventos ocorreu na direção noroeste, o que

Elis D. L. Alves; Francisco A. S. Vecchia; Valdir Specian. O clima urbano e o clima rural: análise dos padrões das variáveis (...)

[Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium](#),

Ituiutaba, v. 9, n. 2, p. 129-143, jul./dez. 2018.

Página | 135

parece ser fruto da orientação da rua, que está neste mesmo sentido, canalizando o fluxo de ar, conforme descrito por Gandemer (1975). Enquanto que na EMR a direção predominante foi de leste.

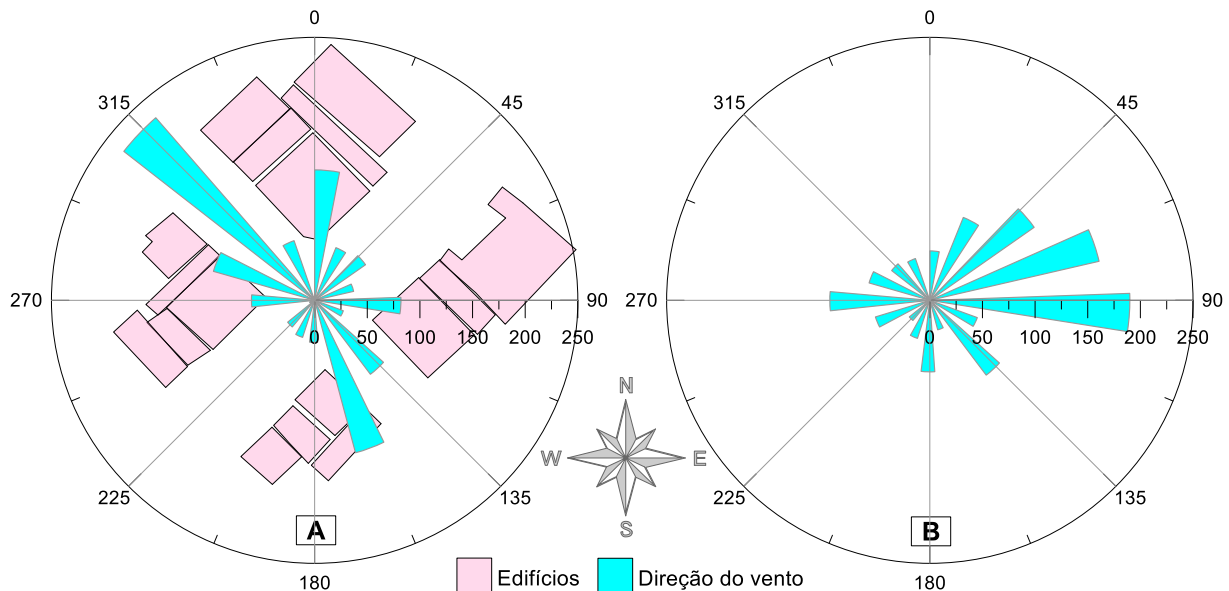


Figura 5. Direção dos ventos na estação meteorológica urbana (A) e na estação rural (B).

O número de observações das diferenças das variáveis da EMU e da EMR, para cada horário, pode ser observado na Figura 6. As diferenças (positivas) da temperatura do ar mostraram que a maior quantidade de observações ocorreu no início da noite (18h, 18h30min e 19h), enquanto que as menores quantidades foram observadas no período da manhã (8h e 8h30min).

Para a umidade relativa não houve um horário específico de ocorrência das maiores quantidades de observações (negativas), entretanto, as menores quantidades foram encontradas no horário das 16h30min e 19h. Quanto a radiação solar global, no horário das 6h30min, 11h e 11h30min foram constatadas as menores quantidades de observações (negativas), as maiores quantidades foram detectadas das 7h às 10h30min. No gráfico das diferenças da velocidade do vento (negativas) ficou nítido que as maiores quantidades foram verificadas no período diurno, portanto, no período noturno, ocorreram as menores quantidades, conforme observado por Papanastasiou e Kittas (2012).

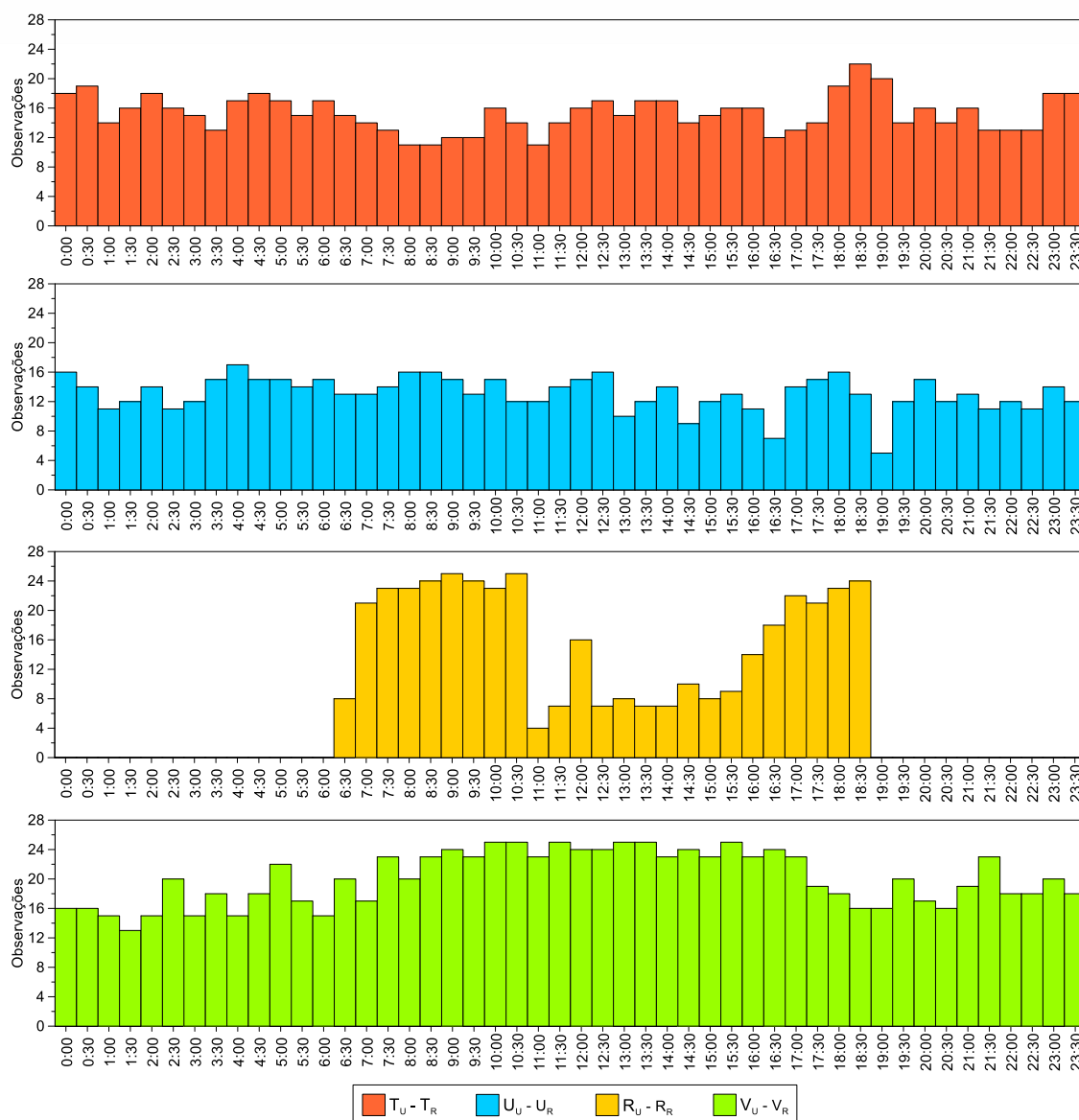


Figura 6. Quantidade de observações das diferenças positivas da temperatura do ar, das diferenças negativas da umidade relativa, das diferenças negativas da radiação solar global e das diferenças negativas da velocidade do vento.

As ilhas de calor e suas características

A ilha de calor varia de acordo com o horário do dia, devido à variação da radiação solar e sua interação com a superfície urbanizada. Os maiores valores médios foram observados no período noturno, principalmente entre os horários das 20h e 23h, enquanto que as menores médias foram verificadas à tarde, depois das 13h. As ilhas de calor máximas ocorreram em diferentes horários: às 8h30min; 11h; 20h e 21h30min. Às 13h ocorreu o menor desvio positivo, os maiores desvios foram observados nos horários das 11h, 11h30min e 21h30min (Figura 7).

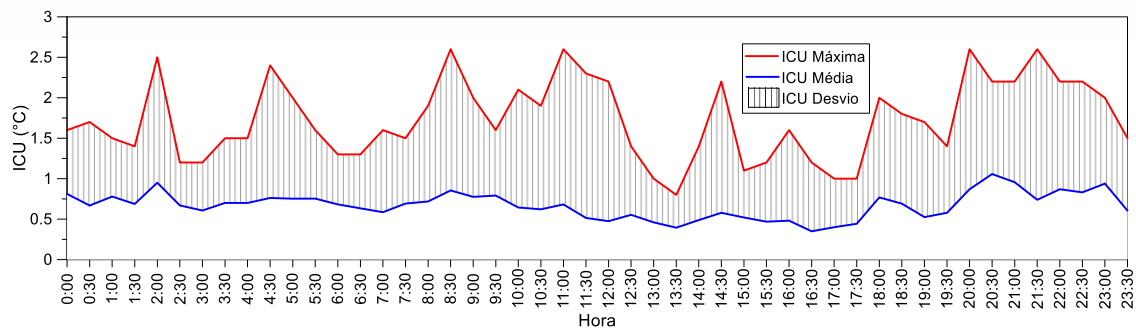


Figura 7. Ilha de calor média, máxima e desvio positivo.

As ilhas de calor observadas por meio das estações meteorológicas ocorreram, praticamente, com a mesma frequência durante o dia e durante a noite, 50,5% e 49,5% respectivamente. As ICU de 0°C a 1°C foram mais frequentes durante o dia (55,4%). Entretanto as ocorrências de ilhas de calor com intensidade superior a 1°C são, preponderantemente, superiores no período noturno (67,1%). Esses resultados mostram que as ilhas de calor, em geral, ocorrem com a mesma frequência de dia e a noite, contudo, ICU de menores intensidades são mais frequentes durante o dia, e as ICU de maiores intensidades são mais frequentes à noite, conforme Figura 8.

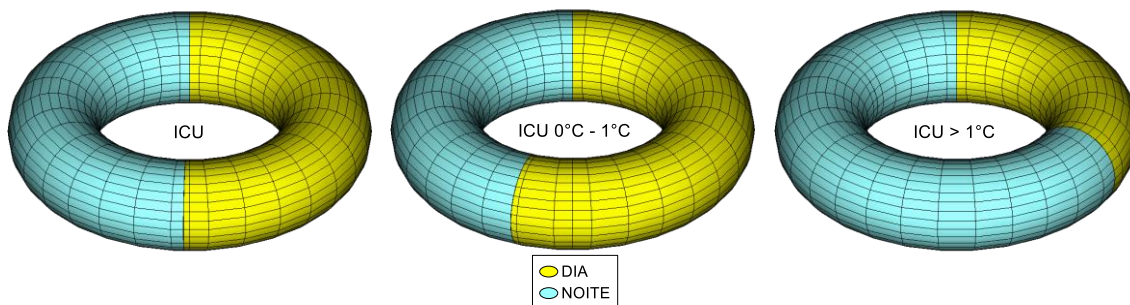


Figura 8. Ilha de calor durante o dia e durante a noite. O intervalo horário do período diurno foi definido das 7h30min às 19h30min e noturno das 20h às 7h (hora local).

Segundo Kim e Baik (2002) a umidade relativa do ar (UR) é um importante fator preditor da ilha de calor urbana. Segundo os autores, em estudo realizado em Seoul na Coréia do Sul, a umidade relativa apresentou correlação negativa com a intensidade da ilha de calor.

Em Iporá, a relação entre a ilha de calor urbana e a variação da umidade relativa entre a EMU e a EMR, também apresentou correlação negativa (Figura 9), com coeficiente de determinação de 0,37 e coeficiente de correlação de -0,76. Essa relação ocorre por causa do resfriamento evaporativo, oriundo da evaporação a partir da superfície urbana, no qual a temperatura do ar diminui, e a umidade relativa aumenta devido a um aumento da pressão de vapor de água e uma diminuição da pressão de saturação do vapor de água. Assim, a intensidade da ICU tende a reduzir quando a umidade relativa aumenta.

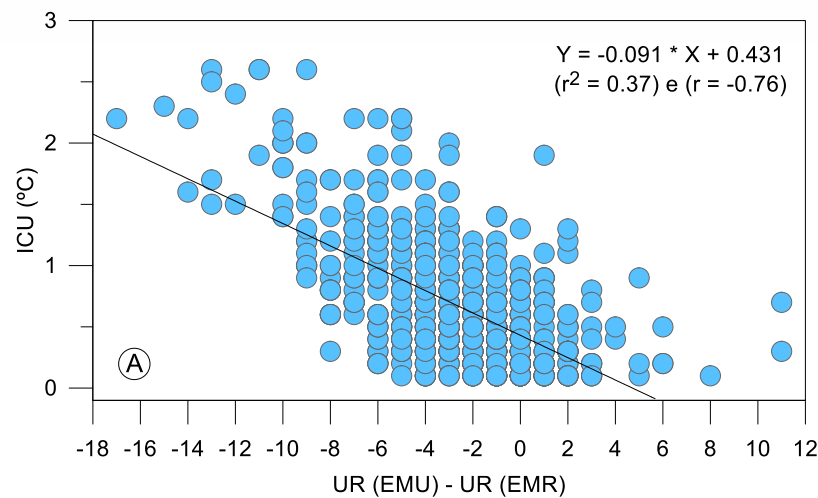


Figura 9. Relação entre a ilha de calor urbana e a diferença da umidade relativa entre a EMU e a EMR.

8.3.1.1 As ilhas de calor e o regime dos ventos

Foi analisada a relação da intensidade da ICU e a velocidade do vento e verificou-se uma redução, já esperada, da intensidade da ICU quando o vento foi superior a 5 m/s (Figura 10). No entanto, a ICU ainda persistiu e se observou intensidade superior a 2°C sob velocidades do vento de 9 m/s. Resultado semelhante foi observado por Alcoforado et al. (2014) e Lopes et al. (2013).

Notou-se que com ventos inferiores a 4 m/s ocorreram a maior quantidade de ICU, o que já foi constatado em diversos estudos (CAMILLONI; BARRUCAND, 2012; LOPES et al., 2013; OKE, 1987), porém essa relação deve ser observada atentamente, pois a menor ocorrência de ilhas de calor com ventos acima de 4 m/s pode estar relacionada, a um fator básico: a menor ocorrência de ventos acima desta velocidade. Na Figura 11 essa questão pode ser observada.

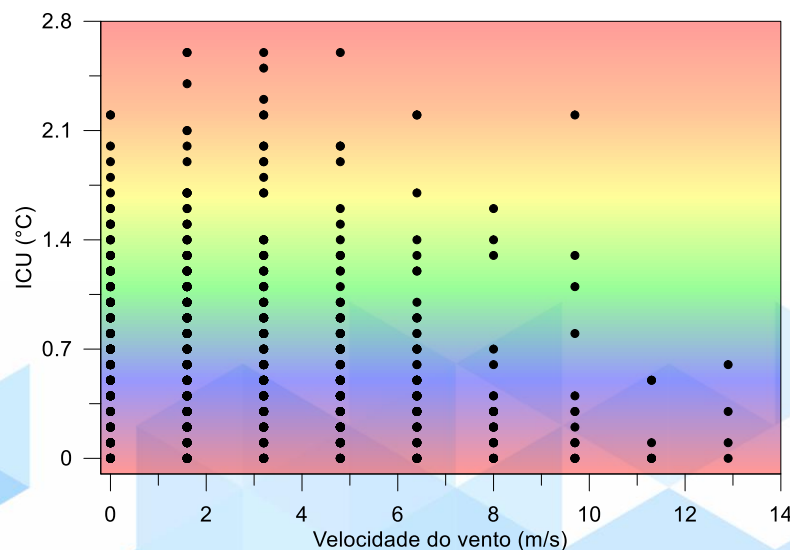


Figura 10. Relação entre a intensidade da ICU e a velocidade do vento.

Portanto para se verificar, pormenorizadamente, a relação da porcentagem das observações das classes das ilhas de calor com a frequência relativa das classes de velocidade do vento elaborou-se os gráficos da Figura 11. Notou-se que para o conjunto de todas as ocorrências das ICU, as classes de ventos de 2 m/s a 4 m/s e 4 m/s a 6 m/s tiveram a maior frequência relativa. Sobre as ICU de 0°C a 1°C a maior frequência relativa ocorreu nos maiores intervalos de classe da velocidade do vento. Para as ilhas de calor de 1°C a 2°C as classes de ventos de 0 m/s a 2 m/s e 2 a 4 m/s apresentaram as maiores frequências relativas.

As ICU de maior intensidade (>2°C) tiveram uma frequência relativa maior na classe de 2 m/s a 4 m/s, enquanto que nas outras classes a variação foi baixa, fato já observado por (LOPES et al., 2013). As características observadas na Figura 10 e Figura 11 revelam que quando se observa, apenas, a relação da ilha de calor com a velocidade do vento, esta pode fornecer evidências que devem ser averiguadas com atenção, pois podem estar relacionadas, muito mais, com a frequência dos ventos – fato constatado nesta pesquisa.

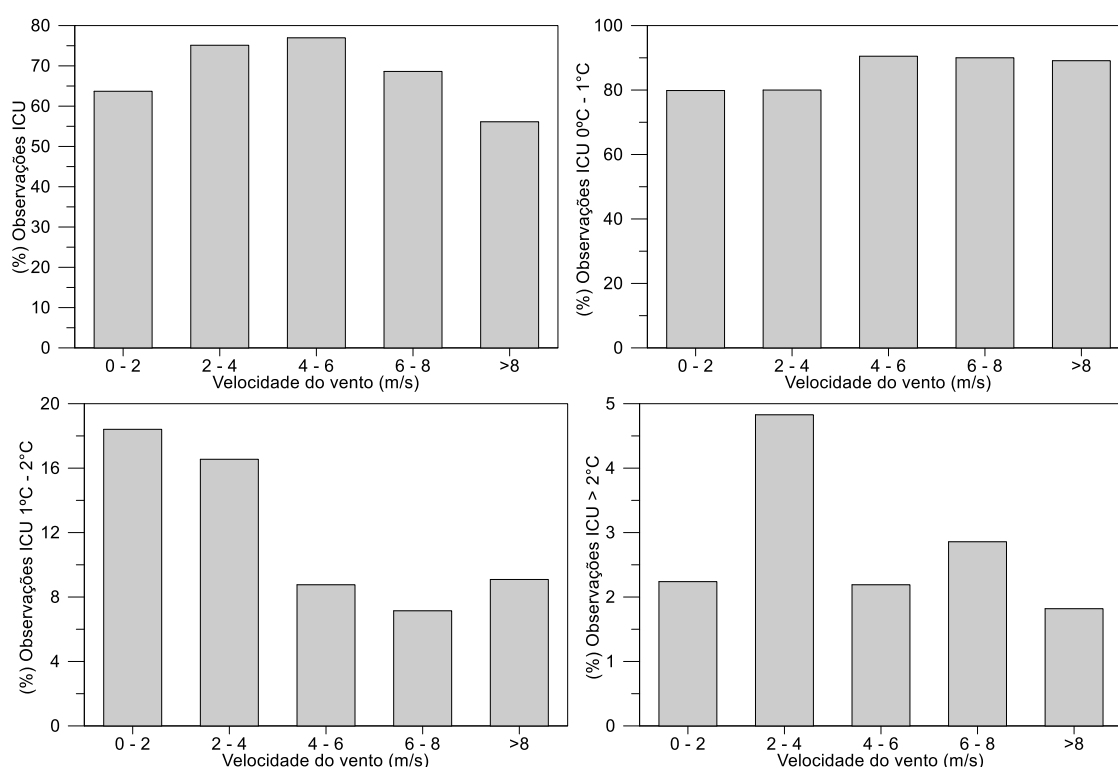


Figura 11. Observações das ilhas de calor em relação à frequência relativa das classes da velocidade do vento.

Considerações finais

1 – Constatou-se que a cidade de Iporá, mesmo se tratando de uma cidade pequena, modifica seus parâmetros atmosféricos. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os dados da EMU e da EMR. Portanto, as diferenças dos valores das

variáveis meteorológicas da EMU com a EMR confirmaram o que tem sido observado nos estudos de climatologia urbana para grandes centros urbanos.

2 – A maior frequência de ventos na EMU ocorreu na direção noroeste, o que parece ser fruto da orientação da rua, que está neste mesmo sentido, canalizando o fluxo de ar. Enquanto que na EMR a direção predominante foi de leste.

3 – A ilha de calor variou de acordo com o horário do dia: os maiores valores médios foram observados no período noturno, principalmente entre os horários das 20h e 23h, enquanto que as menores médias foram verificadas à tarde.

4 – Os resultados mostraram que as ilhas de calor, em geral, ocorreram com a mesma frequência de dia e a noite. Porém, ICU de menores intensidades foram mais frequentes durante o dia, e as ICU de maiores intensidades foram mais frequentes à noite.

5 – Observou-se que a intensidade máxima de ICU tende a reduzir quando a umidade relativa aumenta.

6 – Quando se analisa, pormenorizadamente, a relação da porcentagem das observações das classes das ilhas de calor com a frequência relativa das classes de velocidade do vento, nota-se que as ICU de maior intensidade ($>2^{\circ}\text{C}$) tiveram maior frequência relativa na classe de 2 m/s a 4 m/s, fato já observado no estudo de (LOPES et al., 2013).

Referências

ALCOFORADO, M. J. et al. Lisbon Heat Island: statistical study (2004-2012). **Finisterra**, v. 49, n. 98, p. 61–80, 2014.

ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. O clima intra-urbano de Iporá-GO: um estudo em episódios. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 141–154, 2010.

BALKESTAHL, L. C. Estrutura espaciotemporal da ilha de calor urbano (Porto). **Cadernos curso de doutoramento em Geografia**, p. 11–31, 2009.

BOURBIA, F.; BOUCHERIBA, F. Impact of street design on urban microclimate for semi arid climate (Constantine). **Renewable Energy**, v. 35, n. 2, p. 343–347, fev. 2010.

BULUT, Y. et al. Urban-rural climatic differences over a 2-year period in the City of Erzurum, Turkey. **Atmosfera**, v. 21, n. 2, p. 121–133, 2008.

CAMILLONI, I.; BARRUCAND, M. Temporal variability of the Buenos Aires, Argentina, urban heat island. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 107, n. 1-2, p. 47–58, 26 maio 2012.

FIGUEROLA, P. I.; MAZZEO, N. A. Urban-rural temperature differences in Buenos Aires. **International Journal of Climatology**, v. 18, n. 15, p. 1709–1723, dez. 1998.

GANDEMER, J. **Wind environment around buildings: Aerodynamic**

Elis D. L. Alves; Francisco A. S. Vecchia; Valdir Specian. O clima urbano e o clima rural: análise dos padrões das variáveis (...)

[Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium](#),

Ituiutaba, v. 9, n. 2, p. 129-143, jul./dez. 2018.

Página | 141

concepts Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures. **Anais...** London: 1975.

HOWARD, L. **The Climate of London: Deduced from Meteorological Observations, Made at Different Places in the Neighbourhood of the Metropolis.** London: W. Phillips, sold also by J. and A. Arch, 1818.

JARDIM, C. H. Relações entre temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica em área urbana: comparação horária entre dois bairros no município de São Paulo-SP. **Geografias**, v. 07, n. 1, p. 128–142, 2011.

JAUREGUI, E.; ROMALES, E. Urban effects on convective precipitation in Mexico City. **Atmospheric Environment**, v. 30, n. 20, p. 3383–3389, out. 1996.

KIM, Y.-H.; BAIK, J.-J. Maximum Urban Heat Island Intensity in Seoul. **Journal of Applied Meteorology**, v. 41, n. 6, p. 651–659, jun. 2002.

LANDSBERG, H. O clima das cidades. **RDG Revista do Departamento de Geografia...**, v. 18, p. 95–111, 2011.

LANDSBERG, H. E. **The Urban Climate.** [s.l.] Academic Press, 1981.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: HUCITEC, 1985.

LOPES, A. et al. Lisbon Urban Heat Island Updated: New Highlights about the Relationships between Thermal Patterns and Wind Regimes. **Advances in Meteorology**, v. 2013, p. 1–11, 2013.

LOPES, A.; SARAIVA, J.; ALCOFORADO, M.-J. Urban boundary layer wind speed reduction in summer due to urban growth and environmental consequences in Lisbon. **Environmental Modelling & Software**, v. 26, n. 2, p. 241–243, fev. 2011.

LOWRY, W. P. Urban effects on precipitation amount. **Progress in Physical Geography**, v. 22, n. 4, p. 477–520, 1 dez. 1998.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, v. 1, n. 3, p. 237–254, 18 jul. 1981.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal**

Meteorological Society, v. 108, n. 455, p. 1–24, jan. 1982.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2. ed. [s.l.] Routledge, 1987.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**. Geneva: IOM Report No.81, WMO/TD. No. 1250, 2006.

PACIONE, M. Urban environmental quality and human wellbeing—a social geographical perspective. **Landscape and Urban Planning**, v. 65, n. 1-2, p. 19–30, set. 2003.

PAPANASTASIOU, D. K.; KITTAS, C. Maximum urban heat island intensity in a medium-sized coastal Mediterranean city. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 107, n. 3-4, p. 407–416, 24 fev. 2012.

SOUZA, L. C. L. et al. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 4, p. 155–167, 2010.

YANG, F.; LAU, S. S. Y.; QIAN, F. Summertime heat island intensities in three high-rise housing quarters in inner-city Shanghai China: building layout, density and greenery. **Building and Environment**, v. 45, n. 1, p. 115–134, jan. 2010.

Recebido em: 28/03/2017

Aprovado para publicação em: 20/12/2018