

Artigo REF: 11A019

OS EFEITOS DA INTENSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE URBANIZAÇÃO NO BALANÇO ENERGÉTICO LOCAL: ESTUDO DE CASO NO PÓLO DA ASPRELA

Licinia Balkestahl^{1(*)}, Ana Monteiro¹, Joaquim Góis^{2,3} e Roger Taesler³

¹Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Departamento de Geografia, Portugal

²Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

³Centro de Investigação em Geoambiente e Recursos, CIGAR, Porto, Portugal

(*)Email: balkestahl@mail.telepac.pt

RESUMO

Face à mudança substantiva ocorrida nas últimas décadas na área da freguesia de Paranhos (Porto), no tipo e densidade de ocupação do solo, sobretudo após o alargamento do Pólo 2 da Universidade do Porto, propusemo-nos avaliar os impactes gerados no balanço térmico local, procurando identificar a existência de anomalias térmicas. Para a prossecução do nosso objectivo utilizamos como metodologia fundamental a aquisição directa de informação através de medições itinerantes de temperatura, ao longo de um percurso preestabelecido. Concluímos que existe Ilha de Calor de magnitude considerável (área de ruas antigas e de grande movimento de trânsito rodoviário). Contudo, face à geometria do edificado do Pólo da Asprela e área envolvente, caracterizada por enormes espaços abertos e grandes distâncias entre os edifícios, geram-se excelentes condições de arejamento que ao diluírem e/ou inibirem o armazenamento de energia no “canopy layer” e ao dificultarem a manutenção dos poluentes na baixa atmosfera, atenuam a magnitude da Ilha de Calor.

1. INTRODUÇÃO

Localizado no NW de Portugal, no extremo ocidental de Europa, o Porto é uma cidade de cerca de 300 000 habitantes que desde há cerca de 40 anos vem sofrendo um processo acelerado de urbanização.

A partir do rio Douro, o território portuense estende-se sobre uma ampla plataforma que ganha altitude até ao alinhamento da Rotunda da Boavista (129 m), Lapa (122 m) e Monte dos Congregados (157 m) e depois se prolonga para Norte, descendo suavemente até à Estrada da Circunvalação (ver figura 1). Segundo Ana Monteiro (Monteiro, A., 1997) a cidade desenvolveu-se sobre uma plataforma suavemente inclinada para o oceano Atlântico, cujas altitudes oscilam entre os 0 m e os 160 m (Areosa); a autora refere que as acções do Homem e dos rios Douro e Leça afeiçãoaram o espaço físico que serve de suporte à cidade e reorganizaram localmente a rede hidrográfica.

A partir do interflúvio Douro/Leça, com orientação aproximadamente NE/SW, desenvolvendo-se em média por volta das cotas dos 100/150 m, na vertente que desce suavemente para o Leça, estende-se para norte a freguesia de Paranhos. As áreas norte e noroeste da freguesia, diminuindo suavemente as cotas desde aproximadamente os 150 m para os cerca de 112 m, efectuem drenagem para a bacia hidrográfica do rio Leça; as áreas sul e sudeste fazem drenagem para a bacia do Douro.



Fig.1 – Mapa e maquete da cidade do Porto construída com base na carta hipsométrica.

A cidade do Porto integra-se na fachada atlântica ocidental do Noroeste da Península Ibérica, incluída na zona das latitudes afectadas alternadamente pelos centros de acção subpolar e subtropical do hemisfério norte, com características climáticas claramente temperadas, mas sujeita à grande variabilidade tipicamente mediterrânica; devido à sua integração num território da margem meridional da zona temperada do norte, é também bastante afectada pelas influências da circulação proveniente do norte de África. Alcoforado conjuntamente com outros autores (M. J. Alcoforado *et al.*, 1982) combinaram os índices de GAUSSEN e EMBERGER para definir cinco domínios climáticos com base nos dias biologicamente secos e concluíram pelo enquadramento desta área no domínio bio climático atlântico.

2. METODOLOGIA

2.1. Aquisição directa da informação

O processo de aquisição directa da informação baseou-se no seguinte procedimento: seguindo um percurso preestabelecido (figura 2), foram efectuadas medições itinerantes¹ de temperatura e humidade relativa, levadas a cabo em veículo ligeiro de passageiros, durante as quais foi usado um termohigrómetro digital instalado no lado direito do tejadilho do exterior do veículo (à altura de cerca de 1,5 m). A Estação Meteorológica Automática (EMA) de Porto-Pedras Rubras foi escolhida como estação de referência.

¹ No total, entre Novembro de 2003 e Janeiro de 2005 foram realizadas 126 medições válidas (ao longo de 116 dias), tendo a maioria delas decorrido em período nocturno e somente seis em período diurno

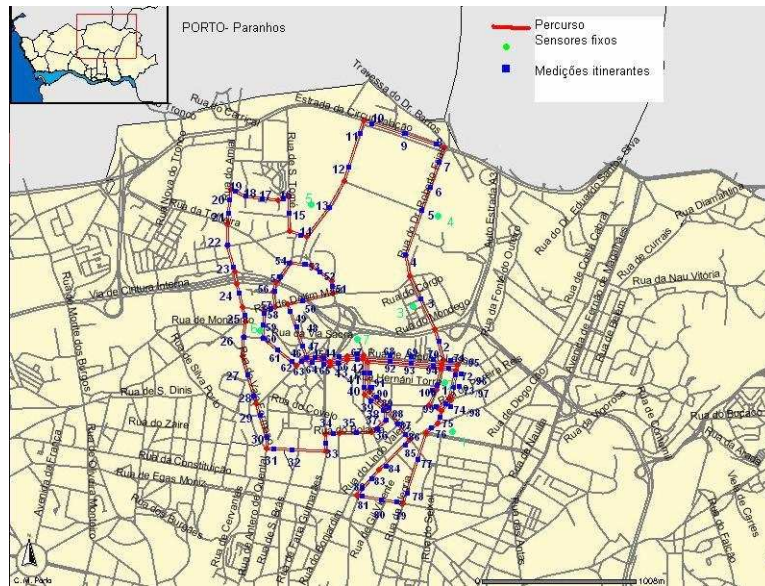


fig. 2 – Percurso das medições itinerantes de temperatura pontos do percurso e postos fixos.

2.2. Aquisição indirecta da informação

Foram gravadas/analizadas as cartas sinópticas correspondentes aos estados de tempo e às condições atmosféricas dos momentos de observação (cartas sinópticas de superfície de UKMO² das 00h00 e 18h00) e foram também registadas e analisadas fotografias do satélite NOAA 17³. Sempre que possível, tentou-se que as cartas sinópticas e as fotografias de satélite referidas correspondessem a horas próximas dos períodos de medição.

2.3. Tratamento de dados

O processo de definição do modelo de tratamento dos dados, com vista à sua posterior cartografia, obedeceu aos seguintes procedimentos:

- i) À hora do início de cada percurso de medições definiu-se a temperatura da estação de referência (EMA de Porto-Pedras Rubras);
- ii) Os dados obtidos em cada percurso de medição (temperaturas medidas) foram inseridos no modelo de regressão linear construído e procedeu-se, através de análise de tendência, ao cálculo dos valores previstos de temperatura e do valor de ΔT :

$$T_{\text{prev } i} = a_0 + a_1 * n_i$$

- iii) Com os dados reais de temperatura medidos (T_m) e do valor de ΔT , procedeu-se à correcção temporal simplificada da variação térmica, com o objectivo de obter os valores corrigidos (T_{corr}):

$$T_{\text{corr}_i} = T_{m_i} - \frac{\Delta T}{N} \left(n_i - \frac{N}{2} \right)$$

- iv) Os desvios térmicos foram calculados relativamente à estação de referência:

$$T_{\text{desv } i} = T_{\text{corr } i} - T_{\text{aerop}}$$

² United Kingdom Meteorological Office (Met Office)

³ Dundee Satellite Receiving Station, Dundee University, UK

Com o objectivo de converter a informação discreta obtida em informação contínua, passível de georeferenciação, optou-se por uma abordagem a partir da metodologia clássica proposta pela geoestatística⁴ e já anteriormente utilizada em casos análogos (Góis, 2004; A. Monteiro e A. Fernandes, 2004). A aplicação da geoestatística implicou uma prévia análise estrutural (construção de variogramas⁵), a posterior estimação por krigagem⁶ e finalmente a representação cartográfica da variável em estudo.

3. RESULTADOS

Nas figuras 3 e 4 apresenta-se um exemplo dos resultados obtidos com os tratamentos anteriormente preconizados: os perfis térmicos, variografia e representação cartográfica. Os perfis térmicos – que representam as temperaturas reais, as temperaturas previstas, as temperaturas corrigidas e os desvios térmicos – são caracterizadores do comportamento térmico da área de estudo e evidenciam a intensidade da ilha de calor, relativamente ao Aeroporto. Complementados pela representação cartográfica são também representativos da morfologia da ilha de calor, eventualmente também da sua duração. No entanto, por não serem explicativos da magnitude, forma e duração da ilha de calor, procedeu-se também à representação dos perfis térmicos em conjunto com o perfil topográfico da área de estudo.⁷

Foram ainda analisados outros factores susceptíveis de condicionarem, em maior ou menor grau, o comportamento térmico da área de estudo (Balkeståhl, L., 2005), fez-se o tratamento da informação recolhida e disponível através de variadas correlações entre as temperaturas medidas, as anomalias térmicas encontradas e os respectivos factores eventualmente explicativos.

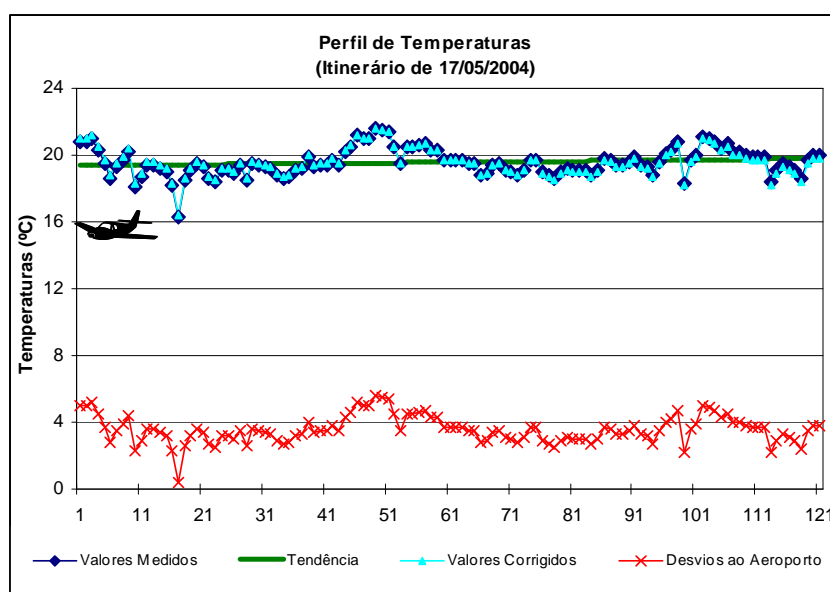


fig. 3– Perfis térmicos: valores reais, corrigidos e desvios térmicos relativamente à EMA do Aeroporto.

⁴ A geoestatística propõe, no âmbito deste trabalho, o estudo da variabilidade e da representação espacial dos desvios térmicos.

⁵ Um variograma consiste numa função matemática que permite avaliar a continuidade espacial do fenómeno em estudo. Os variogramas experimentais são ajustados por modelos teóricos utilizados nas fases subsequentes de interpolação por krigagem.

⁶ Sendo o comportamento da variável em estudo previsivelmente anisotrópico, a krigagem apresenta como vantagens: a indicação da direcção de maior continuidade espacial e, não sendo um método totalmente isento de erro, permitir avaliar esse mesmo erro quantificando-o (erro de estimação associado à krigagem).

⁷ Os perfis Térmicos/topográficos que foram elaborados permitem detectar a componente de variabilidade dos desvios que é da responsabilidade do factor altitude.

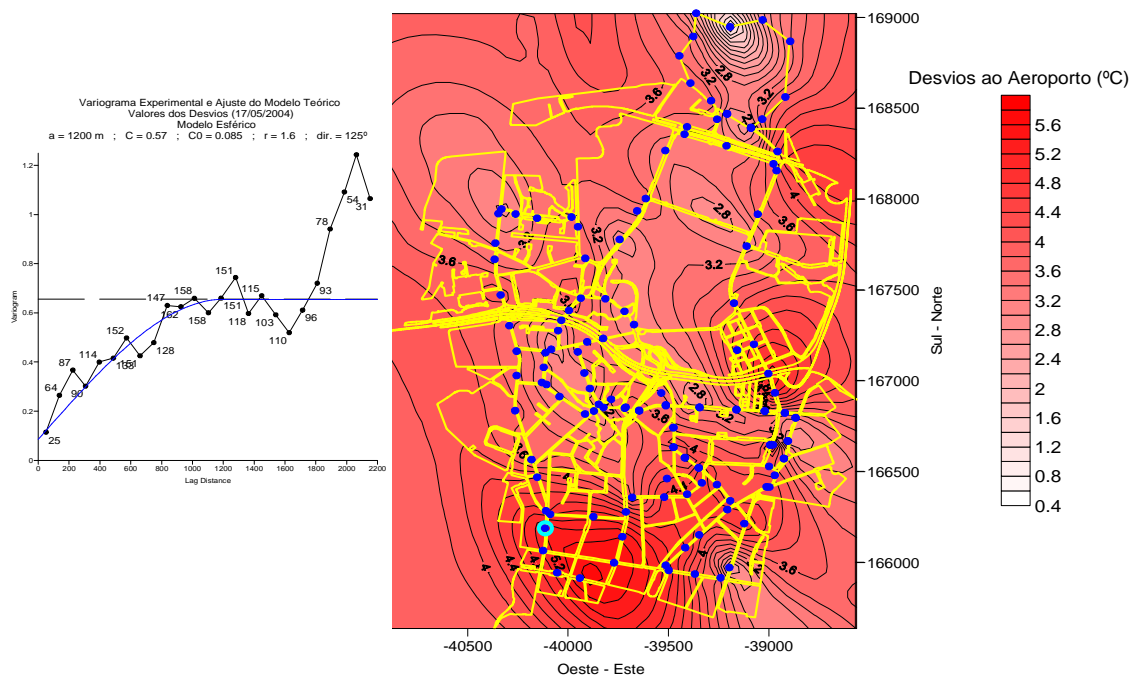


fig. 4 – Variografia e representação cartográfica dos desvios térmicos em relação ao aeroporto (17/05/2004).

A análise dos resultados permite concluir que o padrão espacial das temperaturas medidas, quando comparado com o padrão da distribuição espacial das anomalias térmicas, é muito semelhante. Isso significa que as correções feitas, não afectam os resultados de forma significativa. Complementarmente os resultados obtidos na representação gráfica dos perfis, revelam-nos ainda a que a ilha de calor se desenvolve sobretudo na direcção NE/SW, na maioria dos casos centrada na área localizada na zona a sudoeste da freguesia de Paranhos.

4. DISCUSSÃO

Concluiu-se que existe Ilha de Calor na área em estudo, apresentando magnitudes variáveis ao longo do ano e em diferentes situações sinópticas, sendo mais intensa na zona antiga da área em análise é, no entanto, pouco perceptível, salvo algumas excepções, na área do Pólo da Asprela. Pensamos que as boas condições de arejamento, em espaço aberto e com grandes distâncias entre os edifícios, não potencia o desenvolvimento da ilha de calor, apesar da enorme transformação sofrida por este espaço nas últimas décadas do século XX.

O padrão da distribuição das temperaturas medidas no espaço, quando confrontado com o padrão das anomalias térmicas, é praticamente igual. Isso significa que as correções feitas, apesar de introduzirem maior rigor ao processo, afectam pouco os resultados gerais. Daqui podemos depreender que fica validada a metodologia que sugere que os percursos das medições itinerantes devem ser curtos no tempo; caso contrário ter-se ia que considerar seriamente uma correcção espaço-temporal de maior rigor. Os resultados da metodologia que foi utilizada apontam para que se possam combinar as técnicas estatísticas e geoestatísticas, com a construção de representações da distribuição espacial de fenómenos climáticos, nomeadamente mapas de “isoanomalias térmicas”.

Por sua vez, este tipo de mapas podem viabilizar o cálculo das probabilidades de ocorrência de uma determinada temperatura numa qualquer área da cidade e, portanto, permitir a elaboração de “cartas de risco térmico”, associadas a diversas patologias, cartas essas facilmente aplicáveis em planeamento e gestão do território, desde que haja vontade de o fazer por parte dos gestores/planeadores envolvidos nos processos.

Parafrazeando Rebelo (Rebelo, F., 2001), pode afirmar-se que o risco tratado nesta abordagem é declaradamente do tipo “risco (dito) natural”, pois, por definição, “a ilha de calor é o fenómeno associado ao aumento da temperatura na zona urbana em relação às áreas circundantes não urbanizadas” (Tim Oke, 1987), o que nos leva à conclusão da elevada componente antrópica que lhe está subjacente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

M. J. Alcoforado, Alegria, M. F., Pereira, Ana R., Sirgado, C., Domínios Bioclimáticos em Portugal, definidos por comparação dos índices de Gaussen e de Emberger, Linha de Acção de Geografia Física, Relatório n.º 14, Centro de Estudos Geográficos, I.N.I.C., Lisboa, 1982.

Alcoforado, M. J., “O Clima da Região de Lisboa – Contrastes e Ritmos Térmicos”, C E G da UL, Lisboa, 1993

Balkeståhl, Licínia, Os efeitos da intensificação dos processos de urbanização no balanço energético local: Estudo de caso no pólo da Asprela, tese de mestrado, FLUP, Porto, 2005.

Góis, J., Contribuição dos Modelos Estocásticos para o Estudo da Climatologia Urbana, tese de doutoramento, FEUP, Porto, 2004.

Monteiro, A., Fernandes, A., “A Geoestatística-uma incursão exploratória a considerar no domínio da Climatologia Urbana?” Cadernos de Geografia, nº15, FLUC, Coimbra, 1996.

Monteiro, A., O Clima Urbano do Porto. Contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território. Fundação Calouste Gulbenkian, Dinalivro, 1997.

Oke, T. R., Boundary layer climates, Routledge, London and New York, 1987.

Quenol, H., Modifications Climatiques aux Echelles Fines Générées par un Ouvrage Linéaire en Remblai, USTL, Lille, France, 2002.

Rebelo, F., Riscos Naturais e Acção Antrópica, Imprensa da Universidade, Coimbra, 2001.

Taesler, Roger, Studies of the development and thermal structure of the urban boundary layer in Uppsala, Relatório N° 61, Uppsala, 1980.