

A GEOESTATÍSTICA - UMA INCURSÃO EXPLORATÓRIA A CONSIDERAR NO DOMÍNIO DA CLIMATOLOGIA URBANA?

Ana Monteiro*
António Fernandes**

RESUMO

Em Climatologia Urbana, quando pretendemos compreender o modelo de funcionamento do *Subsistema Climático*, é útil experimentar o maior número possível de métodos de interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente.

Todavia, cada uma destas estimativas deve ser efectuada com o propósito determinado de reunir de um modo expedito o maior leque possível de incursões exploratórias a equacionar, posteriormente, noutras fases do processo de investigação.

Neste exercício, aplicado à variabilidade térmica na "baixa" portuense, verificamos que cada um dos procedimentos geoestatísticos gera um resultado cartográfico diferente, isto é, induz uma explicação do fenómeno diversa.

Palavras chave: Geoestatística. Interpolação linear. Kriging. Clima urbano

RESUMÉ

En Climatologie Urbaine, quand on veut comprendre le modèle de fonctionnement du *Subsystème Climatique*, on doit experimenter le plus grand nombre possible de méthodes d'interpolation de variables spatialement correlationées.

Pourtant, chacune de ces estimatives doit être effectuée avec le propos de rassembler le plus grand évantail possible d'incursions exploratoires à equationer ultérieurement dans d'autres phases de la recherche.

Dans cet article, en utilisant la variabilité térmique de la basse ville de Porto, on vérifie que chacun des procédés geoestatistiques conduit à différents résultats cartographiques, c'est à dire, induit une certaine diversité d'explications du phénomène.

Mots-clés: Geoestatistique. Interpolation linéaire. Kriging. Climat urbain.

ABSTRACT

In Urban Climatology, when we want to understand the Climate Subsystem Model, it's useful to test the possible largest number of spatially correlated random variables methods.

However, each interpolator estimation method should be used under the firm purpose of easily exploring the greatest number of possible solutions to overpass some steps of the research process.

This paper, using the thermal variability data at the Oporto city center, shows quite clearly that each geostatistical procedure provides, for the same data series, different variograms, from which may be induced considerable diverse interpretations of the phenomenon

Key words: Geostatistics. Linear interpolator. Kriging. Urban climate

* Instituto de Geografia. Faculdade de Letras. Universidade do Porto.
** Licenciado em Geografia.

1 - INTRODUÇÃO

A inclusão, desde início, no processo de planeamento e ordenamento do território de espaços urbanizados, da componente climatológica, exige a utilização de procedimentos técnico-científicos credíveis e uma representação cartográfica da variabilidade climática, no interior do tecido urbano, eficaz, expressiva visualmente e de fácil leitura.

Tal como acontece noutros exemplos, a representação cartográfica da variabilidade térmica no interior de um espaço urbano, efectuada a partir de registos pontuais, separados espacialmente, implica, para além de uma boa dose de dedução e alguma imaginação, de um profundo conhecimento experimental do comportamento da variável-temperatura, na área específica de trabalho.

Da veracidade e da expressividade com que emergirem, na representação cartográfica, as anomalias térmicas dependerá, sem dúvida, a identificação do tipo, da intensidade e da magnitude dos impactes no balanço energético, provocados pela presença de outras fontes de calor e/ou pela maior capacidade de armazenamento e condução da energia, devidas ao rearranjo espacial, artificialmente produzido pelo Homem, nos espaços urbanizados.

O trabalho experimental de registo e interpretação da variabilidade térmica na cidade do Porto que efectuámos, ininterruptamente, ao longo dos últimos 7 anos (1989-1996), sob os mais diversos tipos de tempo, em diferentes épocas do ano e a várias horas do dia, permitiu-nos apurar o conhecimento, quantas vezes até intuitivo, dos reflexos, ao nível da temperatura, que determinados tipos de tempo promovem em algumas áreas da cidade.

De acordo com os postos da nossa rede de medições itinerantes de temperatura, concluímos, por exemplo, que as áreas da Av. Aliados-Pç. República-R. Boavista e do Marquês-Constituição-S. Roque registam, frequentemente, temperaturas superiores às verificadas nos restantes pontos disseminados pela cidade. O que nos levou, na época, (MONTEIRO, A., 1993) a definir estes dois núcleos, coincidentes com o *centro* da cidade, do ponto de vista administrativo e funcional, como as duas potenciais "ilhas de calor".

Todavia, a compreensão e explicação do padrão térmico urbano portuense, com objectivos científicos aplicados à promoção do desenvolvimento sustentável e qualificador do *modus vivendi* urbano, implica um esforço adicional de operacionalização e credibilização rápida da informação obtida nos registos, que não se compadece com alguns procedimentos, puramente especulativos, típicos e aceitáveis em certas fases do processo de investigação científica.

A vontade de transformar o conhecimento das *nuances* climatológicas, geradas pelas acções antrópicas nos espaços urbanizados, em *inputs* relevantes capazes de sustentar os processos de decisão no planeamento

estratégico, motivou-nos a procurar encontrar, para a nossa área de trabalho o tipo de procedimento geostatístico que melhor poderá traduzir a realidade, estimando de forma mais aproximada, os valores assumidos pela variável temperatura, na área envolvente dos pontos de registo onde não efectuámos medições.

Assim, socorremo-nos de uma sequência de medições itinerantes, efectuadas na cidade do Porto, entre os dias 21 de Novembro de 1994 e 2 de Dezembro de 1994, cujas anomalias relativamente à estação climatológica de Porto-Serra do Pilar já haviam sido calculadas, e decidimos comparar as estimativas, para o comportamento da variável temperatura, nas posições intermédias entre os pontos de registo, obtidas por seis métodos geostatísticos diferentes: (i) triangulação com interpolação linear; (ii) inverso das distâncias; (iii) base radial; (iv) Shepard; (v) curvatura mínima; (vi) *Kriging*.

Antes de iniciar a comparação de estimativas obtidas nestes seis métodos geostatísticos - o objectivo central deste exercício - é oportuno recordar, que o fenómeno em estudo, tem contornos metodológicos específicos de grande originalidade e complexidade.

É aliás, por esse motivo que se justifica a preocupação em saber se algum dos procedimentos geostatísticos revela melhor apetência para colmatar, com elevado grau de confiança, as lacunas de informação nos espaços envolventes aos pontos de registo, ou se todos eles devem ser experimentados, como incursões exploratórias e instrumentos de apoio à compreensão do fenómeno.

Não é portanto, nosso propósito (até porque a nossa formação científica, a tal não nos autorizaria), discutir aqui, o rigor lógico e a validade científica de qualquer dos seis procedimentos metodológicos escolhidos.

Pretendemos, isso sim, ancorados na empatia que fomos adquirindo com as diversas manifestações de modificação de comportamento da temperatura no Porto, escolher o método que, neste caso concreto, melhor consegue resolver as insuficiências de conhecimento, geradas pela leitura fragmentada da informação.

2 - AS QUESTÕES METODOLÓGICAS COMUNS AOS ESTUDOS DE CLIMATOLOGIA URBANA E A DIVERSIDADE DE OPÇÕES DISPONIBILIZADAS ACTUALMENTE PELA INFORMÁTICA

O exercício de investigação científica em climatologia urbana, convive, constantemente, com a necessidade de recorrer, do ponto de vista metodológico, a soluções de compromisso específicas que convém manter presentes em todas as fases de trabalho (Quadro I).

Só assim, garantimos que não correremos o risco de enveredar, mais tarde, nas conclusões, por percursos mais gratificantes e intuitivamente válidos, mas, rigorosamente impossíveis de justificar, do ponto de vista da articulação lógica do tipo e da qualidade da informação disponível.

Quadro I - Algumas Questões Metodológicas-Chave comuns aos estudos de Climatologia Urbana

- * A *excepcionalidade* implícita em cada caso estudado;
- * A opção relativamente à escala espacial e temporal de trabalho (por onde começar: pelo *canopy layer* ou pelo *boundary layer*? Ir comparando bairro a bairro, quarteirão a quarteirão, e só depois avaliar as diferenças entre o meio urbano e a sua periferia, ou seguir o processo inverso?);
- * Ausência de sincronismo entre o início do estudo e o processo de urbanização (o que impede uma real avaliação da sua importância);
- * Lacunas de informação, quer em qualidade, quer em quantidade (inexistência de estações climatológicas oficiais nas cidades);
- * Informação fragmentada no tempo e no espaço obrigando a estimar e a antever o valor assumido pela variável nos espaços intermédios onde não há registos;
- * Complexidade das relações de causalidade entre a variável (temperatura, humidade, precipitação, radiação, etc.) e o contexto geográfico;
- * Não é possível colocar um posto de registo em cada esquina da cidade, nem em cada andar dos edifícios, (é necessário decidir *onde* efectuar as medições de modo a maximizar a utilidade da informação obtida);
- * As lacunas de informação adequada é frequentemente colmatada com a utilização de uma gama diversificada de fontes (medições itinerantes, pontos fixos de registo, termografia, etc.) o que obriga à compatibilização entre os vários elementos disponíveis.

A escala espacial e temporal de trabalho adoptada nos estudos de climatologia urbana, suscita, desde logo, opções controversas quanto à definição do nível de qualidade e da quantidade de informação, minimamente aceites para alimentar o processo de investigação.

Para além da complexidade do fenómeno climatológico *de per se*, surge para cada espaço urbano, um mosaico diferenciado de elementos geradores de impacte:

- (i) as condicionantes de cariz geográfico próprias do *sítio* onde existe a cidade;
- (ii) o tipo de construção artificial adoptado pelos actores urbanos (materiais construtivos, cores, altura dos edifícios, geometria dos quarteirões, compacidade do espaço edificado, etc.);
- (iii) o tipo de actividades socio-económicas;
- (iv) o ritmo a que se desenrola o metabolismo urbano;
- (v) o modo de vida e a atitude dos utilizadores do espaço urbano, etc.

O desfazamento temporal, entre o desabrochar da maioria dos processos de urbanização, em que se têm desenvolvido estudos de climatologia urbana e o aparecimento de experiências neste domínio da climatologia, cria ainda dificuldades adicionais ao estabelecimento de relações de causalidade, entre as acções de origem antrópica e as manifestações de mudança ao nível do subsistema climático.

A juventude relativa, deste domínio científico, diferencia, consideravelmente, a qualidade e a quantidade de informação oficial disponível, de acordo com o grau de desenvolvimento económico e a tradição na inovação científica e tecnológica de cada país. Não existem, por exemplo, estações climatológicas urbanas oficiais e normalizadas na maior parte dos países.

Assim, a transposição de metodologias de uns estudos de caso para outros, torna-se difícil e ineficaz, inviabilizando o surgimento de opções padronizadas, quanto ao tipo e à densidade da rede de pontos de medição, quanto à ciclicidade da obtenção de registos, quanto à definição de tipologias para as estações climatológicas de referência ou, (como é objectivo deste exercício) quanto ao procedimento geoestatístico mais adequado, para estimar os valores das variáveis, nos espaços intermédios onde não são efectuadas medições.

A representação cartográfica da variação espacial do fenómeno é, sem dúvida, um passo importante para a motivação de hipóteses explicativas, capazes de contribuir para a compreensão das *nuances* climatológicas geradas pelos espaços urbanizados.

Para além do conhecimento científico, da imaginação e da empatia com o fenómeno, o variograma resultante da inscrição da informação fragmentada dos registos pontuais efectuados, é um instrumento decisivo, inductor de algumas opções explicativas em detrimento de outras (Quadro II).

Quadro II - Procedimento metodológico-tipo efectuado entre 1989-96 para a caracterização do clima urbano portuense (Monteiro, A., 1993)

- 1 - Análise das características intrínsecas à variabilidade do elemento climático - temperatura;
- 2 - Reconhecimento do contexto geográfico em que se inscreve a área de estudo;
- 3 - Selecção e teste do percurso;
- 4 - Medições itinerantes;
- 5 - Tratamento estatístico e leitura crítica dos registos;
- 6 - Representação cartográfica da informação obtida;
- 7 - Interpretação dos resultados

Se a lógica de funcionamento do *Subsistema Climático Urbano* estivesse absolutamente compreendida, para deduzir, estimar e antecipar o valor da variável nos espaços intersticiais onde não há registos, seria unicamente necessário calcular o valor da função - modelo:

$$z(x,y) = f(x,y) + e^1$$

Contudo, assim não acontece e, apesar da verificação frequente de "anomalias térmicas" no espaço urbano portuense, a sua variabilidade, quanto à intensidade, forma, localização, etc., o desconhecimento do modo de funcionamento do *Sistema Climático* e, conseqüentemente, as repercussões ao nível dos seus *subsistemas*, inviabiliza, em absoluto, a possibilidade de o conseguir traduzir, ainda que aproximadamente, por um modelo deste tipo.

Podemos, no entanto, ultrapassar este tipo de dificuldade, comparando, de um modo persistente e metódico, as estimativas resultantes de cada método geostatístico, primeiro entre si e depois, com o conhecimento empírico acumulado ao longo das inúmeras experiências efectuadas².

Até finais da década de 80, as opções de representação cartográfica dos registos obtidos, restringiam-se, quase exclusivamente, à interpolação linear por triangulação, efectuada manualmente, algumas vezes, ligeiramente ajustada pelo autor quando o conhecimento científico do fenómeno, naquele contexto geográfico, assim o autorizava.

A estimativa dos resultados era, portanto, pouco rigorosa, do ponto de vista científico, e heterogénea consoante as *impressões* registadas pelo investigador.

Actualmente, o extraordinário desenvolvimento e disseminação dos equipamentos e dos programas informáticos, alargou o leque de instrumentos de execução da interpolação dos valores assumidos por qualquer tipo de variável registada fragmentadamente no espaço.

No entanto, a facilidade e rapidez com que se efectuam os cálculos e se produzem as respectivas representações cartográficas, tem minimizado (indevidamente), a

¹ Em que:

$z(x,y)$ - valor da variável num lugar com coordenadas x e y
 f - função determinística que permite explicar o comportamento da variável num determinado contexto geográfico
 e - erro que abrange toda a restante flutuação da variável que não é explicada pela função f .

² Apesar de não se efectuarem registos no espaço intermédio entre dois pontos de medição, o termohigrómetro está constantemente ligado e o investigador tem oportunidade de ir observando as variações de temperatura e humidade que vão ocorrendo. Criam-se até, ao fim de algumas sessões de trabalho experimental, expectativas sucessivamente confirmadas ou não quanto ao tipo de variação que os elementos climáticos vão sofrer sob aquele tipo de tempo determinado naquele lugar.

discussão e análise (obrigatória), em torno dos "pressupostos" e "procedimentos matemáticos" inerentes a cada opção geostatística.

O "Kriging", por exemplo, tornou-se, rapidamente, num dos métodos de cálculo e interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente, mais utilizados pelos investigadores das mais diversas áreas do conhecimento.

A climatologia e a meteorologia, foram, juntamente com a engenharia de minas, domínios pioneiros na experimentação deste método de cálculo (KRIGE, D., 1951).

A necessidade de aumentar o grau de confiança das previsões, credibilizando-as, fez com que também alguns trabalhos de climatologia urbana, realizados recentemente, não escapassem à moda³ de "krigagem" de variáveis.

A vulgarização do uso do "Kriging" devida, em grande parte, à facilidade de obtenção do "produto final", diluiu a importância e pertinência de uma discussão prévia sobre a sua aptidão para substituir um "modelo de funcionamento", ainda parcialmente desconhecido: *Subsistema Climático Urbano*.

3 - POTENCIALIDADES E CONSTRANGIMENTOS DE ALGUNS MÉTODOS DE CÁLCULO E INTERPOLAÇÃO DE VARIÁVEIS CORRELACIONADAS ESPACIALMENTE PARA O CONHECIMENTO DO *SUBSISTEMA CLIMÁTICO URBANO PORTUENSE*

Para avaliar a apetência interpretativa, de cada método de cálculo, no caso específico do clima da cidade do Porto, seleccionámos uma sequência de 11 dias de registos itinerantes de temperatura (entre 21 de Novembro e 2 de Dezembro de 1994).

Às anomalias térmicas calculadas para um conjunto de 30 pontos de medição na "Baixa" portuense (Fig. 1), aplicámos seis métodos diferentes de interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente disponibilizados pelo programa *SURFER*⁴ para *Windows*.

À excepção da "Triangulação (com interpolação linear)", nenhum dos outros procedimentos de cálculo, seria exequível sem apoio de suportes informáticos relativamente sofisticados.

³ Tanto no sentido comum como no significado estatístico do termo.

⁴ O Programa *SURFER* permite ao utilizador escolher entre um vasto leque de opções de interpretação de dados correlacionados espacialmente cuja localização é, no entanto, dispersa numa determinada área.

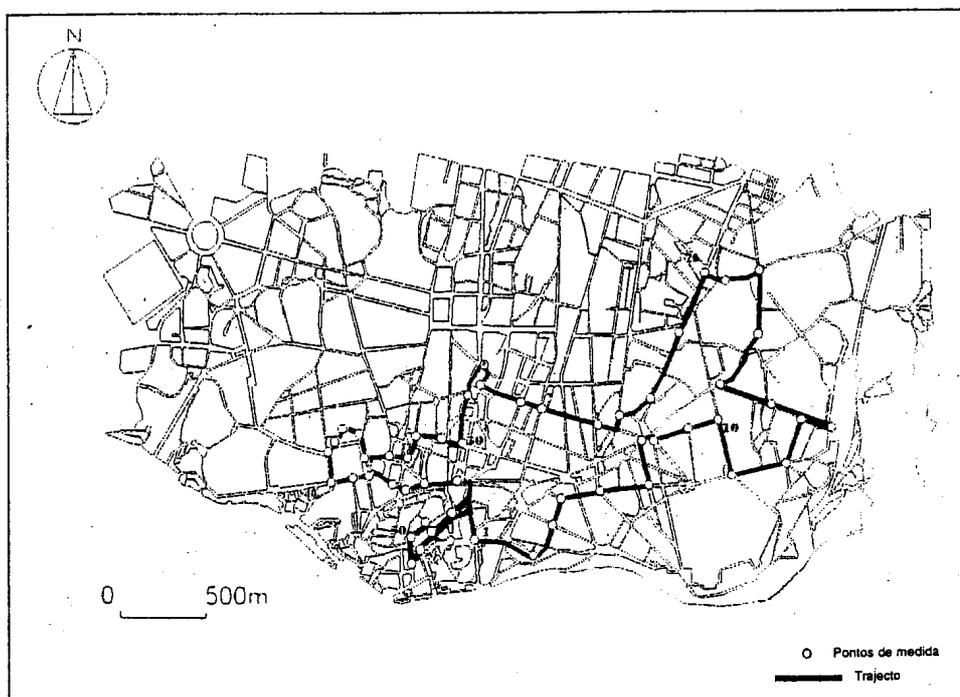


Fig. 1 - Percurso de medição itinerante de temperatura na "Baixa" portuense.

Apesar de poder executar-se manualmente e sem recurso a qualquer outro meio, para além de uma régua e uma calculadora, a "Triangulação (com interpolação linear)" torna-se um processo extremamente moroso para séries estatísticas extensas.

Tanto o "Kriging", como os outros quatro métodos geoestatísticos (Quadro III) utilizados nesta experiência, necessitam de *software* e equipamento informático adequado.

Quadro III - Caracterização breve dos seis métodos de cálculo e interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente

Método Geoestatístico	Caracterização / Potencialidades
1. Triangulação (com interpolação linear)	- exequível para séries pequenas; - gera triangulações distintas para cada ponto de registo; - desde que exista um número de dados suficiente este método preserva as "descontinuidades" devidas a lacunas na série.
2. "Kriging"	- sugerido como um dos procedimentos mais adequados para a maioria das séries estatísticas; - evidencia uma leitura e interpretação global da totalidade da informação; - tenta expressar a <i>tendência</i> sugerida pela série; - quando as séries são muito extensas, o processamento da informação pode ser bastante lento; - permite <i>outras</i> "leituras" da informação disponível;
3. Radial Basis	- procedimentos de cálculo semelhantes ao "Kriging" (resultados finais semelhantes); - como o "Kriging" gera excelentes interpretações da informação disponível para um número considerável de séries estatísticas.
4. Shepard	- procedimentos de cálculo de rápida execução, mas com alguma insistência na criação de isolinhas concêntricas fechadas (embora menos gerador de "bull's eye" do que o "Inverso das Distâncias").
5. Inverso das distâncias	- processamento e interpretação da informação extremamente rápido; - tendência insistente para a criação de isolinhas concêntricas fechadas (procedimento tendencialmente gerador de "bull's eye")
6. Curvatura mínima	- processamento e interpretação da informação extremamente rápido para a maior parte das séries estatísticas; - gerador de superfícies extremamente suavizadas.

O "Kriging" e o "Radial Basis", interpretam globalmente toda a informação antes de estimar os valores da variável nos pontos intermédios onde não existem registos.

Os inúmeros exemplos testados por diversos investigadores, evidenciaram uma excelente apetência, deste método de cálculo, para interpretar e representar diferentes tipos de variáveis.

O "Shepard" e o "Inverso das Distâncias", modelizam os dados disponíveis de modo idêntico e produzem, por isso mesmo, resultados finais muito semelhantes.

O método de cálculo é extremamente rápido, mesmo para séries muito extensas, pelo que podem ser facilmente experimentados durante a fase exploratória de análise e compreensão em qualquer processo de investigação.

Todavia, este tipo de método de interpolação, particularmente o "Inverso das Distâncias", evidencia uma tendência para gerar graficamente isolinhas concêntricas em torno dos pontos de registo disponíveis.

4 - COMPARAÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS OBTIDAS POR DIFERENTES MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO, PARA AS ANOMALIAS TÉRMICAS DETECTADAS NO PORTO (ENTRE 21 DE NOVEMBRO E 2 DE DEZEMBRO DE 1994)

A série estatística de registos de temperatura que utilizámos, para testar as potencialidades de cada método geoestatístico, para interpretar/explicar o modelo de funcionamento do *Subsistema Climático Portuense*, corresponde a um percurso de medições itinerantes na "Baixa" portuense que efectuámos frequentemente há vários anos (Fig. 1).

Habitúamo-nos, durante o trabalho experimental, a observar a magnitude e intensidade dos impactes na temperatura provocados pelas múltiplas condicionantes naturais e artificiais existentes ao nível do suporte físico, consoante o tipo de tempo presente.

O percurso de medição escolhido para este exercício, tem aproximadamente 10 km de extensão (Fig. 1 e Fig. 2). Realiza-se numa área em que a altitude varia entre os 10 m e os 120 m (Fig. 2). O itinerário percorrido inclui pontos de registo cuja distância ao mar, varia entre os 4800 m e os 8100 m e, ao rio, entre os 150 m e os 2200 m (Fig. 2).

A morfologia urbana atravessada é muito diversa. A altura dos edifícios, os materiais contrutivos, a compactidade dos quarteirões e a largura das ruas (entre os 10,8 m e os 165 mm), onde se inscreve cada ponto de registo, são condicionalismos que aprendemos a valorizar, à medida que fomos constatando a variabilidade do elemento temperatura em curtas distâncias.

O metabolismo urbano, o tipo de vivência urbana, o tráfego automóvel e pedonal existente ou a densidade populacional de cada mosaico urbano, são também elementos explicativos de primordial importância para a compreensão das diferentes "reacções" detectadas no *Subsistema Climático Urbano* portuense.

Foi com todos estes "registos" bem presentes que observamos cada uma das seis representações cartográficas das anomalias térmicas portuenses para os 11 dias seleccionados (Quadro IV).

Como se confirma claramente na selecção que, a título de exemplo, incluímos neste trabalho (Fig. 3 a Fig. 5), o modelo explicativo do funcionamento do *Subsistema Climático* nesta área central da cidade do Porto, é substantivamente diferente, consoante a opção metodológica escolhida.

É interessante constatar que os dois procedimentos de cálculo mais utilizados na interpolação de resultados em trabalhos de climatologia urbana - a "Triangulação (com interpolação linear)" e o "Kriging" - raramente se assemelham (Quadro IV e Fig. 3 a Fig. 5).

Só três, das onze representações cartográficas analisadas, sugerem alguma identidade na representação das anomalias térmicas portuenses (Quadro IV).

5 - CONCLUSÃO

Se os diversos procedimentos de cálculo, analisam e interpretam os mesmos dados de modos tão distintos (Fig. 3 a 5 e Fig. 6), é pertinente interrogarmo-nos sobre a **validade do seu contributo individual** para o avanço do conhecimento em climatologia urbana.

O facto de a "Triangulação (com interpolação linear)" e o "Kriging" não constituírem soluções alternativas de estimativa de resultados, já que cada um deles induz hipóteses explicativas diversas, obriga-nos a, pelo menos, travar o ímpeto com que temos aderido às metodologias de concretização mais complicada e dependentes das novas tecnologias (Fig. 6).

O conhecimento experimental da área de trabalho e a existência de alguns valores-amostra recolhidos na área envolvente dos pontos de registo⁵, levou-nos a concluir que, nos vários exemplos analisados, a "Triangulação (com interpolação linear)" corresponde, nestes dias, à melhor estimativa de resultados.

Na maioria dos casos estudados, a "Triangulação (com interpolação linear)", complementada com pequenos ajustes no contorno das isolinhas, é o método geoestatístico cuja interpolação de resultados mais se aproxima de alguns dos valores que efectivamente ocorreram.

⁵ Durante as medições itinerantes realizadas para além dos 30 pontos de registo, foram recolhidos aleatoriamente alguns valores de temperatura em locais intermédios, que utilizámos para avaliar o ajuste de cada modelo interpretativo.

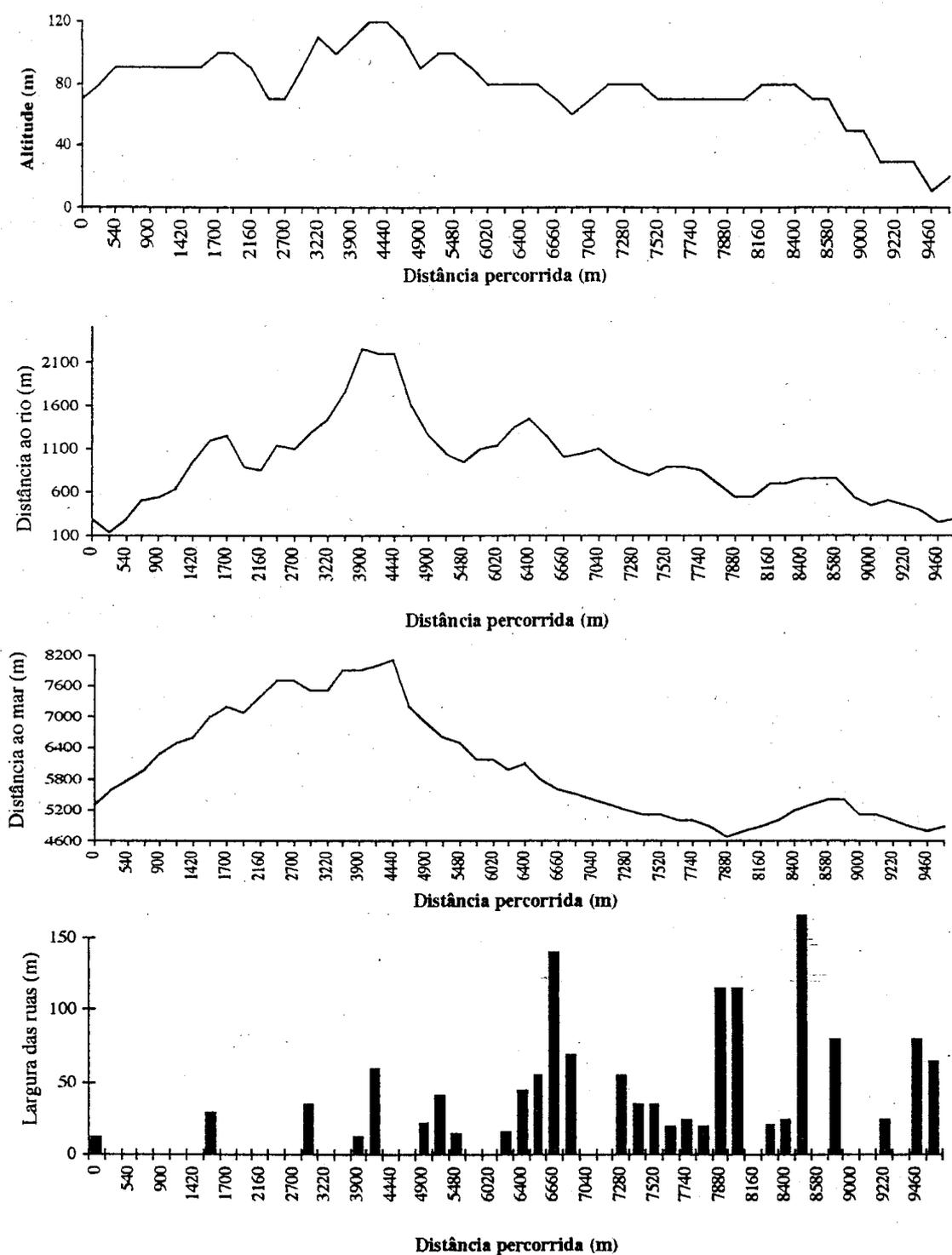
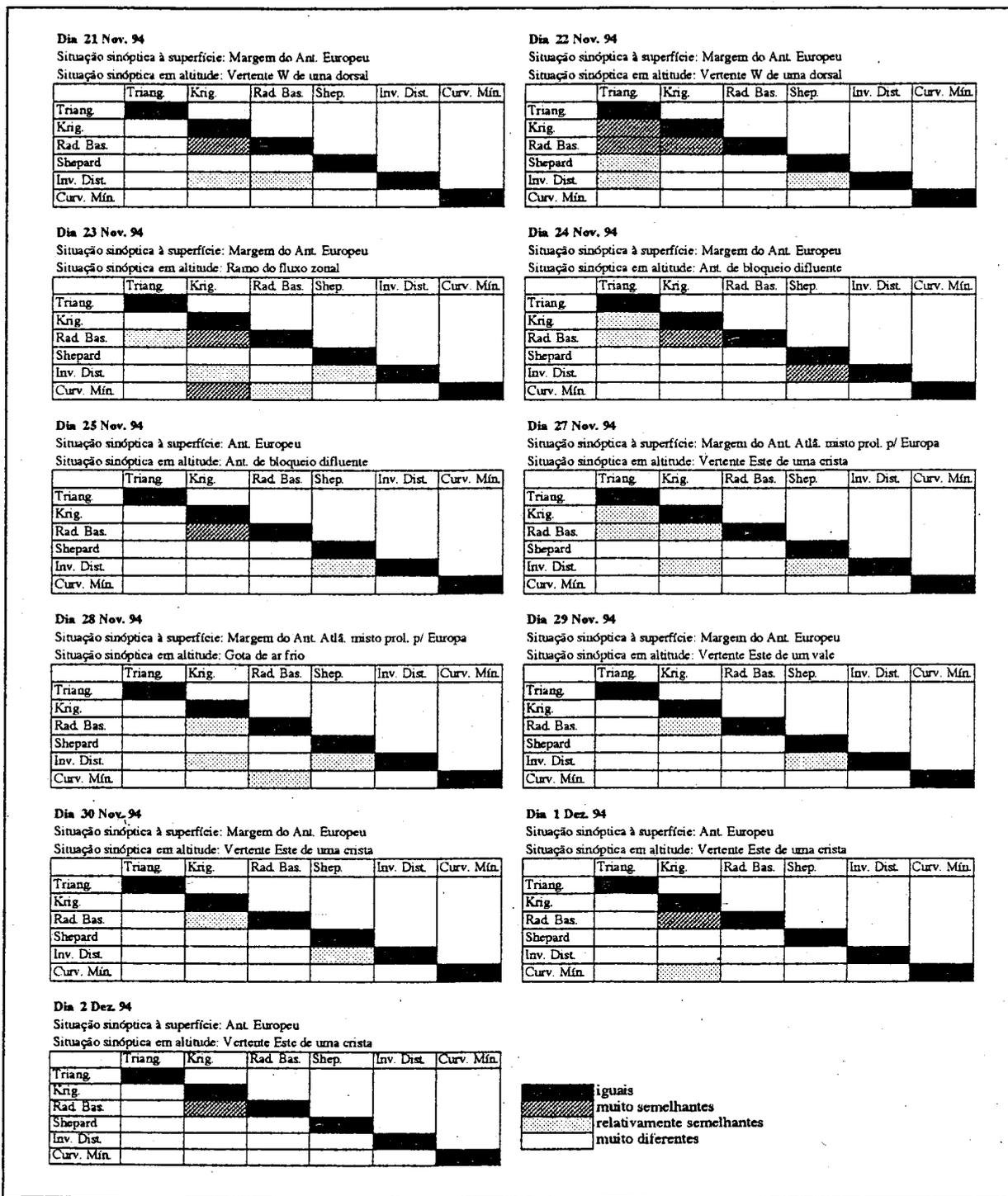


Fig. 2 - Características do percurso de medição itinerante de temperatura efectuada na "Baixa" portuense, entre 21 de Novembro e 2 de Dezembro de 1994

Quadro IV - Análise comparativa das representações cartográficas das anomalias térmicas portuenses segundo os diferentes métodos de interpolação



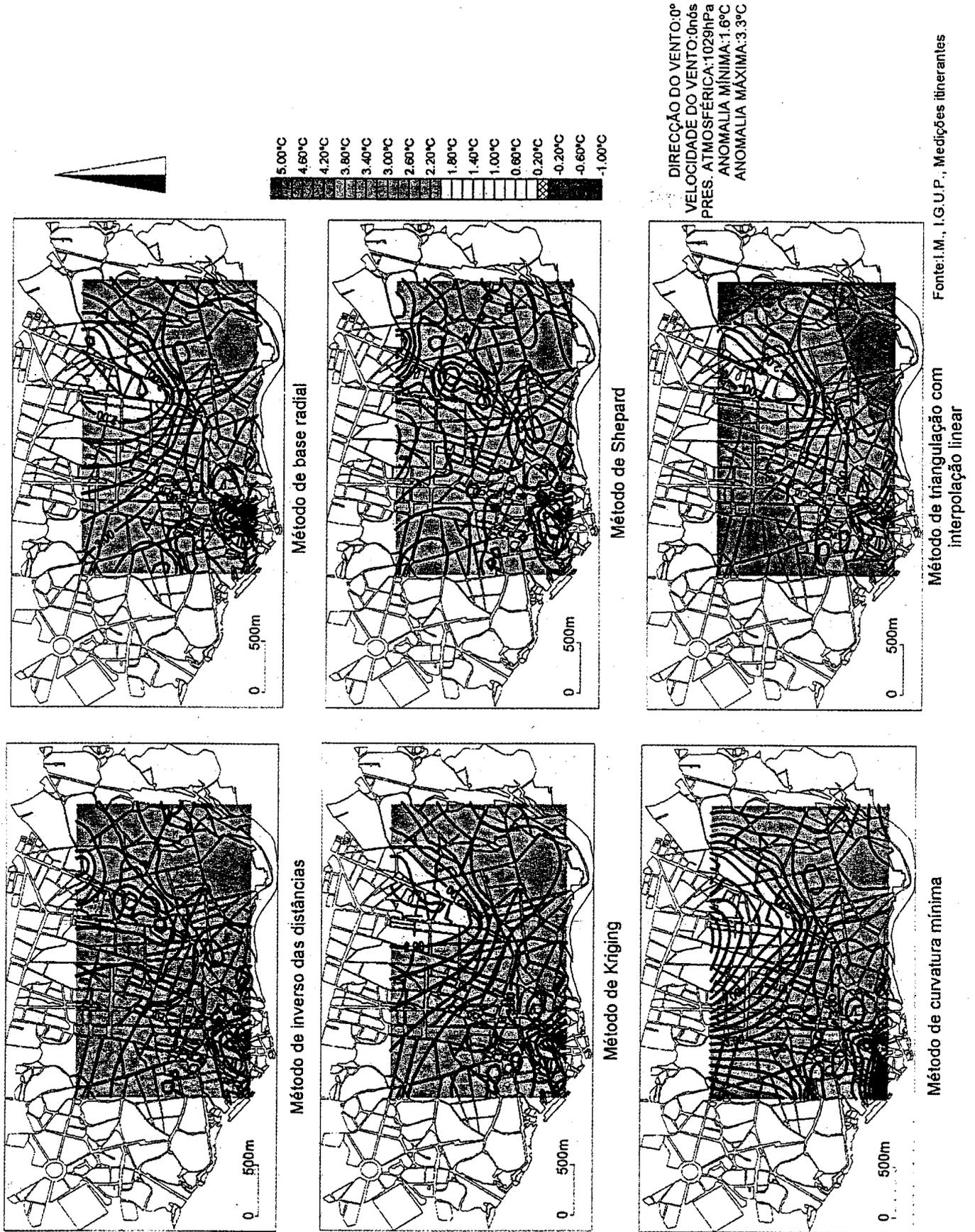


Fig. 3 - Isoanómalas no dia 24 de Novembro de 1994.

Fonte: I. M., I. G. U. P., Medições itinerantes

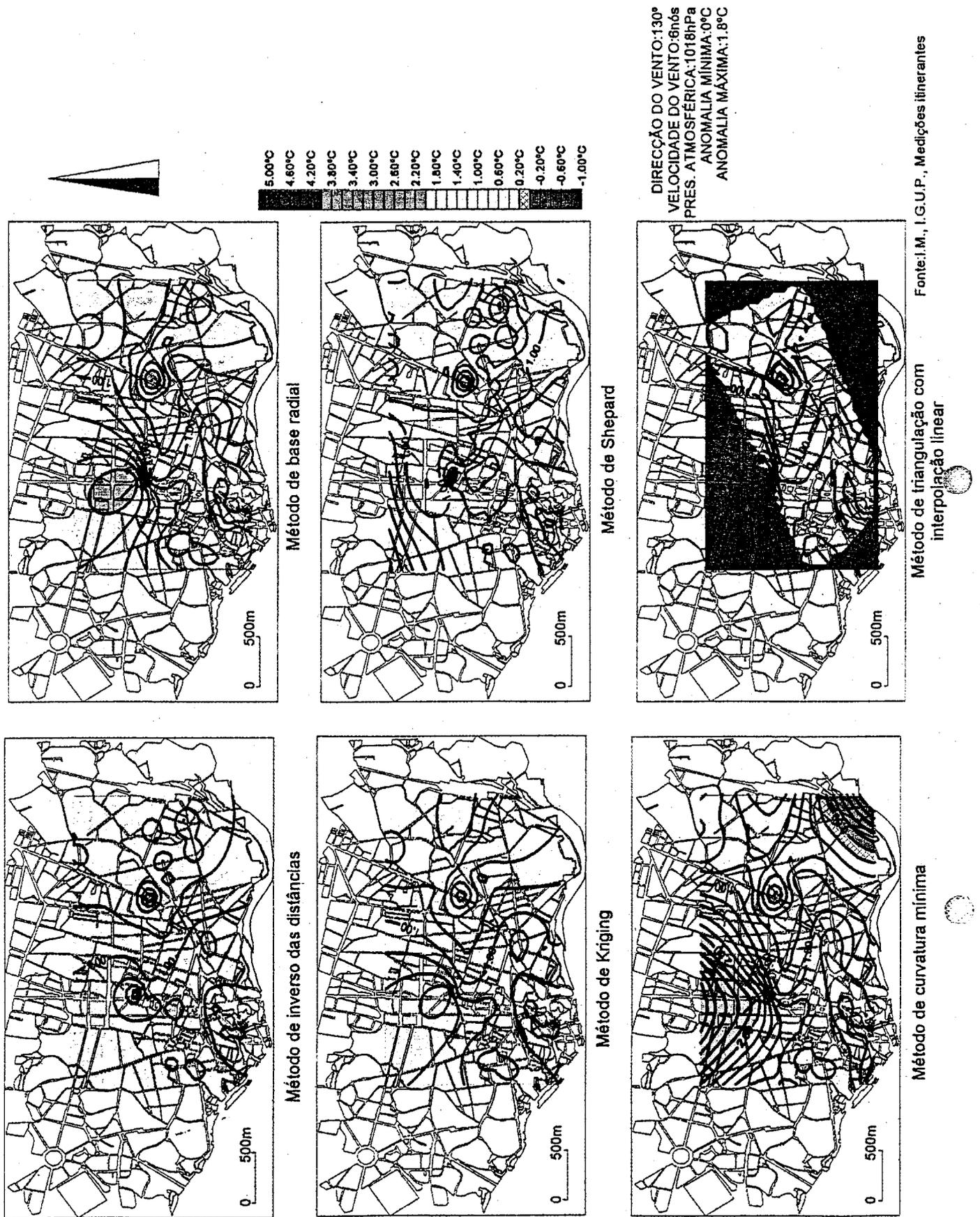


Fig. 4 - Isoanómalas no dia 29 de Novembro de 1994.

Fonte: I. M., I. G. U. P., *Medições itinerantes*

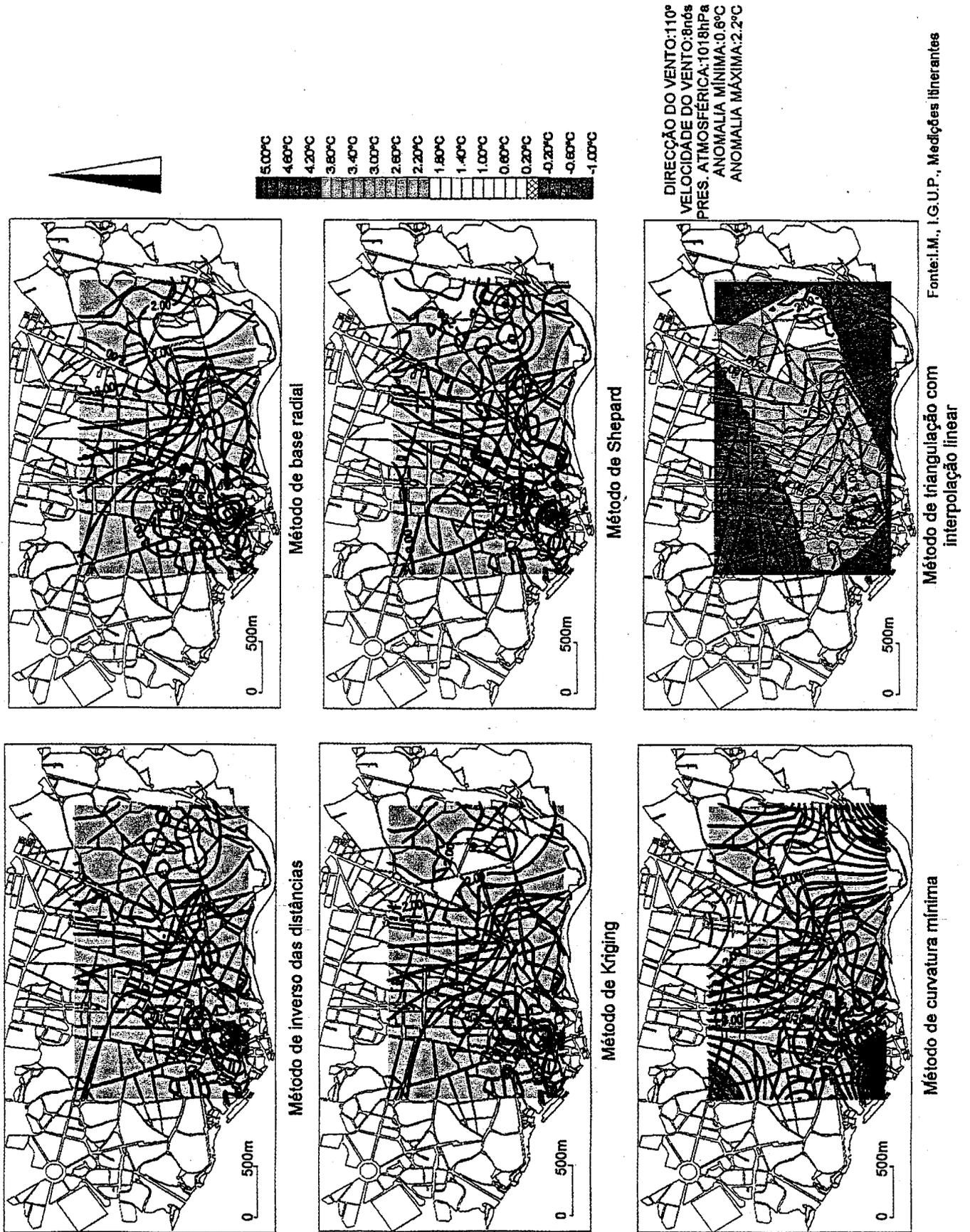


Fig. 5 - Isoanómalas no dia 2 de Dezembro de 1994.

Fonte: I. M., I. G. U. P., *Medições itinerantes*

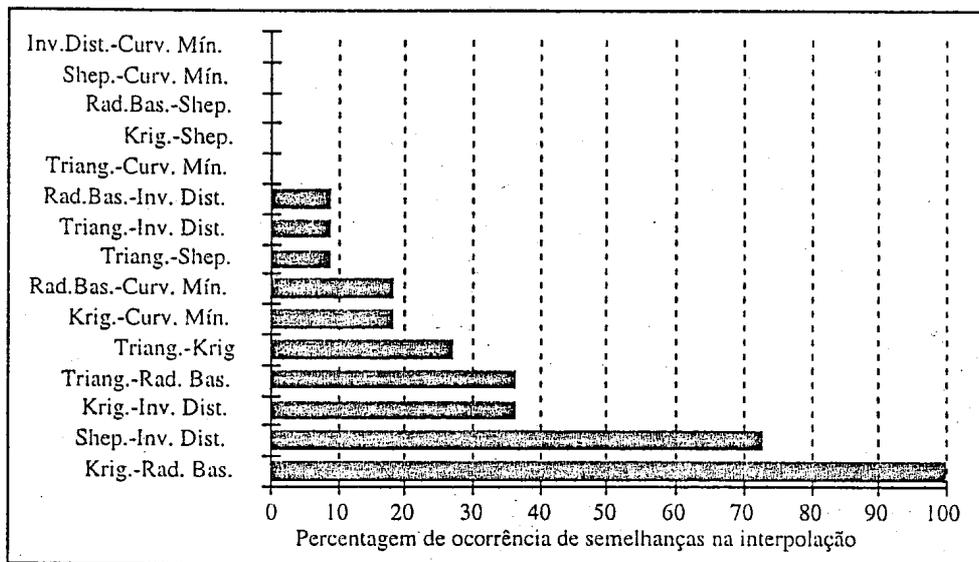


Fig. 6 - Semelhanças e diferenças entre as representações cartográficas das anomalias térmicas portuguesas resultantes da utilização de cada um dos métodos de interpolação

Para além de nenhum método substituir ou dispensar o conhecimento e a experiência do investigador, parece-nos legítimo concluir também que a sofisticação de meios e instrumentos de trabalho não significa, por si só, um incremento na compreensão dos fenómenos.

Os procedimentos de cálculo subjacentes à interpretação de resultados por exemplo, pelo "Kriging", que inclui uma leitura global de todos os dados disponíveis antes de estimar os valores assumidos pela variável, nas áreas onde não há dados (absolutamente impossível de realizar antes do aparecimento do *software* e dos equipamentos informáticos mais sofisticados), revelou não ser, afinal, em alguns casos específicos, o modo mais adequado de preenchimento de lacunas de informação.

O pretensão maior rigor científico carreado para o resultado final obtido, pela complexidade de cálculos envolvidos neste método geoestatístico, não autoriza portanto, a sua preferência indiscriminada em detrimento de outros, muitas vezes mais simples.

Parece, portanto, que o deslumbramento dos investigadores pela incapacidade de "controlo" de todos os cálculos envolvidos nestes novos métodos geoestatísticos, associado à rapidez e facilidade de obtenção dos resultados, tem contribuído para disseminar o seu uso sem que, na maioria dos casos, tenha sido precedido por uma polémica sobre a sua adequação, no seio da comunidade científica.

Particularmente nos últimos anos, tem-se assistido à utilização desenfreada de uma crescente sofisticação de meios utilizados nos trabalhos de investigação. Instrumentos, que a pretexto de dar uma espécie de "certificação de qualidade" ao produto final obtido, acabam por desfocar o "objecto" de investigação, transformando-se de "acessório" em essência do trabalho.

Ao facilitar tanto o manuseamento de séries extensas, como o número e o tipo de incursões exploratórias, a manipulação estatística de resultados, por procedimentos de cálculo muito complexos, promoveu alguns efeitos menos positivos que é oportuno recordar:

(i) empobreceu e abreviou os processos de selecção e análise da qualidade e quantidade de informação essencial à resolução do "problema";

(ii) distanciou o investigador do objecto de investigação durante uma parte significativa do processo de descoberta;

(iii) diminuiu o cuidado na distinção entre os contornos acessórios e essenciais do objectivo de trabalho;

(iv) alimentou opções metodológicas frágeis ao nível das garantias de articulação lógica entre as diversas etapas;

(v) aumentou o número de "soluções" encontradas para a resolução do "problema" (às vezes em número igual ou superior às hipóteses iniciais);

(vi) transformou a descodificação da "solução" interpretativa resultante num elemento central do trabalho, desfocando o "objecto" em si, etc.

Todavia, passada esta 1ª fase na história da utilização da informática em diversas áreas do saber, onde se constituiu como um instrumento de trabalho inovador e revolucionário dos quadros de referência-âncora de progressão no conhecimento, é oportuno recolocá-la nas etapas do método científico, onde revelou ser um contributo positivo.

Na climatologia urbana, e particularmente no que respeita à compreensão do modelo de funcionamento do *Subsistema Climático* português, parece-nos ser da

máxima utilidade experimentar o maior número possível de métodos de interpolação de variáveis correlacionadas espacialmente mas, cada um destes exercícios, deve ser efectuado com o propósito determinado de reunir de um modo expedito o maior leque possível de incursões exploratórias a equacionar, posteriormente, noutras fases do processo de investigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIGG, G. (1991) - "Kriging and intraregional rainfall variability in England", *Int. Jour. of Climat.*, vol. 11, pp. 663-675.
- KRIGE, D. (1951) - "A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witswatersrand", *Jour. Chem. Metall. and Mining Soc. of S. Afr.*, 52, pp. 119-139.
- LAJAUNIE, G. (1984) - "A geostatistical approach to air pollution modelling", *Geostatistics for natural resources characterization*, pp. 877-891.
- LOPES, A. (1994) - "Interpolação de temperaturas à escala do clima local", *Geo-sistemas*, nº 3, pp. 153-159
- McLAFFERTY, S. (1992) - "Health and the urban environment", *Urban Geography*, vol. 13, nº 6, pp. 567-576.
- MONTEIRO, A. (1993) - *O clima urbano do Porto - contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território*, FLUP, Porto, polic.
- MONTEIRO, C. (1976) - *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas*, IGEOG-USP, São Paulo.
- MUSK, L. (1987) - "Applied climatology", *Progress in physical geography*, vol. 11, nº 3, pp. 371-383.
- MUSK, L. (1989) - *Climate as a factor in the planning and design of new roads and motorways*, Manchester. (versão manuscrita oferecida pelo autor).
- OERLEMANS, J. (1986) - "Linear theory of the urban heat island circulation", *Atmospheric Environment*, vol. 20, nº 3, Pergamon Press, Great Britain, pp. 447-453.
- OLIVER, M.; WEBSTER, R. e GERRARD, J. (1989) - "Geostatistics in physical geography. Part I: Theory", *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 14, pp. 259-269.
- OLIVER, M.; WEBSTER, R. e GERRARD, J. (1989) - "Geostatistics in physical geography. Part II: Applications", *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 14, pp. 270-286.
- RAVETZ, J. (1986) - "Usable knowledge, usable ignorance: incomplete science with policy implications", *Sustainable development of Biosphere*, in: W. C. CLARK; MUNN, R. E. (ed.), IIASA, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 415-435.

