

CLIFF, A. D. e ORD, J. K. —
Spatial Autocorrelation, Lon-
dres, Pion Ltd., 1973, 178 p.

Spatial autocorrelation - um comentário

Um dos problemas centrais no estudo geográfico, e que vem tomando uma importância cada vez maior nas ciências correlatas, é o de determinar a existência e grau de intensidade das influências exercidas pela presença de um determinado fenômeno, num dado local, sobre outros locais que lhe sejam próximos. Por analogia à Estatística, denominou-se este fato como autocorrelação espacial. Ultimamente vêm sendo desenvolvidas várias técnicas matemático-estatísticas de mensuração deste fenômeno. Contudo, apesar da importância do assunto, seu estudo era prejudicado pela dispersão dos vários artigos a ele referentes espalhados pelas mais diversas publicações científicas.

O lançamento do livro de Cliff e Ord, *Spatial Autocorrelation* tornou possível ter em mãos, pela primeira vez reunidas em um só volume, a grande maioria das técnicas e procedimentos necessários ao estudo da autocorrelação espacial. Além disto, o livro não é exclusivamente teórico, apresentando, sempre que possível, exemplos de aplicações das referidas técnicas. Convém ressaltar que a contribuição dos autores não se limitou à pura e simples compilação e ordenação do material existente, visto terem eles mesmos desenvolvido algumas das técnicas apresentadas.

Cliff e Ord se propõe, em sua obra, “definir várias medidas de autocorrelação espacial para dados referentes a pontos e áreas, e examinar, com aplicações, as propriedades destas medidas”.

Levando em conta a amplitude do campo de estudo, os autores se viram obrigados a limitar seu trabalho pela exclusão de dois tópicos: o estudo da localização de pontos em si (técnicas de “nearest neighbor”) e as técnicas de análise espectral.

Cliff e Ord introduzem, a princípio, uma definição puramente verbal de autocorrelação espacial: “se a presença de alguma propriedade em uma área . . . faz com que sua presença em áreas adjacentes seja mais (ou menos) provável, dizemos que o fenômeno exibe autocorrelação espacial”.

Esta definição é depois elaborada a fim de ser operacionalizada: é introduzido o conceito de correlação em uma série de dados espacialmente localizados. Embora já se disponha de um grande número de técnicas para o tratamento da autocorrelação em séries temporais, tais técnicas não são diretamente aplicáveis ao contexto espacial. Isto se deve,

basicamente, ao fato de que, enquanto as séries temporais são determinadas por uma única direção (o passado), as séries espaciais sofrem influências multidirecionais.

Como já foi mencionado, o estudo da autocorrelação espacial está intrinsecamente ligado à mensuração de determinadas propriedades em pontos ou áreas. Em função da escala utilizada (nominal, ordinal, de intervalo ou razão), os autores apresentam as medidas adequadas a cada nível de mensuração.

Partindo da escala nominal são definidas, inicialmente, as “estatísticas de juntas”. A idéia básica por trás destas técnicas é a de verificar o comportamento das distribuições de juntas, definidas como “uma fronteira de comprimento não nulo que liga duas unidades de observação”. Este conceito é mais tarde ampliado de modo a incluir fronteiras constituídas de um só ponto. Como cada uma das unidades observacionais conectadas pela junta pode assumir um dentre K valores, isto dá origem a juntas caracterizadas pela combinação destes valores. No caso mais simples ($K = 2$), verifica-se apenas a existência ou não da propriedade estudada. Chamando de B a presença da propriedade e de W sua ausência, os autores derivam três tipos de juntas: BB , BW e WW . As medidas apresentadas para os dados em escala nominal baseiam-se na contagem dos diferentes tipos de juntas e na comparação dos valores assim obtidos com valores esperados, gerados sob a hipótese nula da inexistência de autocorrelação espacial na área.

A conseqüência disto, como explicam os autores, é que “um grande número de juntas BB em relação ao número esperado sob a hipótese nula implica num agrupamento de unidades observacionais classificadas como B , ao passo que um número elevado de juntas BW indica algo semelhante a um padrão alternado de unidades B e W , como, por exemplo, o de um tabuleiro de xadrez”.

As “estatísticas de juntas” apresentadas acima são, como já foi observado, adequadas a dados medidos em escala nominal. Se, entretanto, se dispõe de dados tomados em escala ordinal ou de intervalo, muito embora as referidas estatísticas ainda sejam aplicáveis, seu uso representa uma perda de informação. Para evitar isto, foram criadas duas outras estatísticas. A primeira foi o coeficiente devido a Moran, denominado I , e a segunda, desenvolvida por Geary, chamada C . É importante observar que tanto I quanto C são definidos de forma análoga a qualquer coeficiente de autocorrelação.

Depois de apresentar as estatísticas de autocorrelação espacial, os autores apontam suas limitações básicas, que são duas. A primeira, chamada por Dacey de “invariância topológica”, refere-se à insensibilidade destas medidas a qualquer transformação que não altere o sistema de relações original, definida a relação como a existência ou não de uma junta. Assim sendo, até mesmo as mais violentas transformações nas formas das juntas não produzem quaisquer alterações nos valores das estatísticas. A segunda limitação liga-se ao fato de que, definida como o foi, a junta só leva em consideração pares contíguos. Ora, se se quiser verificar a progressão da autocorrelação no espaço dado, ter-se-ia de levar em conta as relações entre pares não contíguos, de segunda até n -ésima ordem. Uma maneira de contornar isto, obviamente, é considerando o problema como de simples conceituação e aplicar as medidas, definindo como junta àqueles pares não contíguos de ordem maior ou igual a dois. Uma outra forma de tentar eliminar estas limitações (principalmente a primeira) é a introdução da idéia da aplicação de uma matriz de pesos ao sistema de relações entre as unidades observacionais, o que permitiria maior flexibilidade

na definição da estrutura do referido sistema e possibilitaria a consideração de itens tais como, barreiras naturais (ou culturais) e tamanho das unidades.

Encerrando o tratamento destas medidas — estatísticas de juntas, I e C — os autores apresentam sua derivação matemático-estatística formal.

Além do estudo da autocorrelação espacial entre fenômenos, tais medidas encontram um outro vasto campo de aplicação na avaliação do grau de correspondência entre dois mapas. Se um destes mapas for derivado teoricamente, o método pode ser empregado para testar a hipótese de que o mapa “real” representa uma realização do processo teórico postulado. A hipótese por trás deste procedimento é de que se os dois mapas forem resultantes do mesmo processo, as diferenças entre eles deverão ser atribuíveis pura e simplesmente à chance.

Existem certos processos, mais especificamente, os probabilísticos, que não apresentam um resultado (mapa) final único. Isto introduz um grave problema: pode-se estar tomando uma realização atípica do processo, o que levaria a uma conclusão errônea. Para tentar evitar isto, torna-se necessária a consideração de um grande número de realizações do processo. Como, entretanto, conciliar esta necessidade com a restrição operacional do mapa único, contra o qual será feita a comparação? Surge então a idéia de se construir um “mapa síntese”, ou seja, um mapa que resuma as diversas manifestações do processo. Cliff e Ord propõe que este mapa seja feito através da aplicação do operador média. De posse deste mapa (e do “real”), constrói-se um mapa de diferenças, ou seja, cada unidade observacional toma como valor a diferença entre os valores observado e teórico constantes das unidades observacionais correspondentes. A este terceiro mapa, o de diferenças, aplicam-se as medidas de autocorrelação espacial já referidas. Como os dois arranjos devem diferir somente por chance, a presença de autocorrelação espacial entre os resíduos não nulos indica um de dois fatos: 1) a distribuição real não é uma realização do processo teórico postulado; 2) cometeu-se um erro do tipo I, ou seja, o que está representado no mapa “real” é uma realização atípica do processo.

Quando o arranjo espacial é devido a um processo de difusão surge um problema adicional: o teste não deve ser influenciado pela ocorrência de um “bias” direcional sistemático. Para que os testes descritos sejam adequados a esta necessidade, os autores apresentam algumas modificações que parecem reduzir os efeitos do referido “bias” nos resultados dos testes.

Um outro método para a geração do mapa de valores esperados é o que utiliza modelos regressivos. Seguindo o mesmo esquema, já apresentado, obtém-se um mapa de diferenças, neste caso chamadas resíduos da regressão. Quando do uso destes modelos convém ter-se em mente alguns problemas inerentes aos mesmos. O livro ressalta três deles: a presença de relações não lineares entre as variáveis, a possível omissão de variáveis independentes e os problemas envolvendo a autorregressão.

Pode-se considerar como principais qualidades do *Spatial Autocorrelation*: o aspecto crítico da revisão das técnicas, a profundidade de tratamento do problema, uma apresentação didática e a abundância de exemplos de caráter nitidamente geográfico.

Observa-se na monografia uma preocupação constante, quando da apresentação das técnicas, no sentido de frisar tanto as qualidades como as limitações das mesmas. Existe, portanto, o cuidado de dar ao

leitor uma visão realista das possibilidades dos métodos sugeridos, pois, ainda que estes procedimentos sejam de grande valor nos estudos geográficos, eles não são, por si só, suficientes para o esclarecimento das questões relativas à influência das relações de contigüidade no espaço geográfico.

O caráter marcadamente sofisticado das técnicas matemático-estatísticas tratadas no livro fez com que sua apresentação fosse desenvolvida com grande detalhe, de modo a não deixar dúvidas quanto à derivação dos conceitos fundamentais. Este tratamento exigiria do leitor uma considerável base de conhecimento estatístico, não fosse uma criteriosa divisão de capítulos que permite ao leitor menos preparado estatisticamente acompanhar o desenvolvimento das idéias da monografia, mesmo sem a leitura das seções marcadamente técnicas. A compreensão das implicações geográficas é também auxiliada pela presença de inúmeros exemplos, acompanhados de comentários ressaltando a interpretação dos índices no contexto da pesquisa.

Numa ótica mais geral, poder-se-ia questionar a importância e atualidade desta maneira de ver a autocorrelação espacial. Da leitura do livro fica-se com a idéia de que este tipo de estudo pode trazer contribuições valiosas, ainda que incompletas, à melhor compreensão dos fenômenos que têm como cerne a questão da contigüidade. Sem ser uma resposta final, ele apresenta algumas idéias de aplicação imediata, bem como direções de possível desenvolvimento metodológico futuro.

Esperamos, assim, que a divulgação deste livro no Brasil incentive a utilização das idéias nele apresentadas e que a partir desta utilização possa o pesquisador interessado no fenômeno da autocorrelação espacial derivar suas próprias conclusões sobre a contribuição disto, para a melhor compreensão dos processos que se desenvolvem no espaço brasileiro.

Antonio Carlos Fernandes de Menezes
Evangelina Xavier Gouveia de Oliveira
Wolney Cogoy de Menezes