

Análise Geoestatística da Densidade de Lineamentos Estruturais no Litoral Norte do Estado de São Paulo

Eymar Silva Sampaio Lopes – eymar@dpi.inpe.br *

José Ricardo Sturaro – sturaro@rc.unesp.br **

* DPI – OBT – INPE – São José dos Campos -SP

** DGA – IGCE – UNESP – Rio Claro - SP

A avaliação de elementos estruturais como lineamentos (foliações, fraturas e falhas) constitui uma tarefa muito requisitada nos trabalhos geológicos. Desta forma, este trabalho visa, com auxílio de imagens de satélite, a automatização da extração de elementos estruturais e subsequentemente o cálculo da densidade por células, preliminarmente estabelecidas. Dentro deste contexto, os dados resultantes foram avaliados por técnicas geoestatísticas considerando principalmente os aspectos anisotrópicos. A área de estudo compreende um retângulo de 38 x 37 km (1406 km²), no litoral norte do Estado de São Paulo (municípios de Cunha e Ubatuba) e parte do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro (município de Parati). Foi utilizado o “software” SPRING do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais para desenvolvimento de todo trabalho.

Inicialmente foi criado um banco de dados para tratamento das imagens TM-Landsat, onde foram aplicadas técnicas de filtragem para realce nas bandas 3, 4 e 5. Com a composição colorida das imagens tratadas fez-se a extração manual (em tela) dos lineamentos. Três direções principais foram interpretadas – N20E, N80E e N25W, sendo cada uma armazenada em um plano de informação (PI) diferente. Posteriormente, estes planos foram convertidos para matriciais (*pixels*). A dimensão média e distribuição dos lineamentos permitiram que a área fosse dividida em células de 2000x2000, 3000x3000 e 4000x4000 metros, criando um PI para cada tamanho de célula. Às células de cada PI foram associados objetos cadastrais com atributos, que serviram para armazenar a densidade de lineamentos em cada direção interpretada e também em todas as direções juntas. Para computar os valores dos atributos foram utilizados operadores zonais com objetivo de contar o número de *pixels* em cada direção. Para criar os planos de amostragem (do modelo numérico) utilizou-se a ferramenta de geração de pontos amostrais, definindo assim PI's para cada direção de lineamentos e cada tamanho de células, num total de 12 planos.

Foi escolhida a direção N25W em células de 3000 metros como a melhor representação da variabilidade do fenômeno, com uma distribuição mais simétrica e próxima da normal. Assim, foi feita a avaliação da variografia utilizando análise unidirecional e por superfície, onde ficou clara a presença da anisotropia. As direções de maior e menor variabilidade são aproximadamente 0° e 90° respectivamente. A modelagem do semivariograma em ambas as direções indicou uma anisotropia combinada com diferentes patamares, alcances e efeitos pepitas. Fez-se em seguida a validação cruzada para o caso isotrópico e anisotrópico, o que permitiu avaliar a qualidade dos resultados. Finalmente, utilizou-se o interpolador por krigagem ordinária, considerando o caso isotrópico e anisotrópico.

Concluímos que a estatística descritiva e o histograma foram importantes na definição de qual a melhor dimensão das células para representar a variabilidade dos lineamentos. A normalidade e simetria do histograma permitiram escolher as células de 3000 metros e a direção N25°W, como sendo a melhor para executar a análise geoestatística. Várias técnicas puderam ser utilizadas para detectar a anisotropia na densidade de lineamentos, onde os resultados da validação cruzada e das imagens da krigagem mostraram a importância de se tratar adequadamente a anisotropia quando se faz presente. Os mapas da variância da krigagem mostram claramente o comportamento em relação à distribuição espacial das amostras, sem

considerar os valores amostrais. Por último, a metodologia para criar a malha de amostragem mostrou-se de fácil execução e compatível com os resultados obtidos.