

**ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS**

Tiago Viana Flor de Santana

RESENHA DO ARTIGO:

**DISPERSÃO ESPACIAL X AMOSTRAGEM PONTUAL:
A GEOESTATÍSTICA COM FERRAMENTA DE ANÁLISE
DO MERCÚRIO EM SOLOS DE RONDÔNIA, AMAZÔNIA OCIDENTAL**

J. C. Hermann; J. V. E. Bernardi; W. R. Bastos; L. D. Lacerda

Geochimica Brasiliensis, 23(1) 131-138, 2009

Recebido em 05/07, aceito para publicação em 02/08

RESUMO: A metodologia de coleta de amostras ambientais ainda se constitui em elemento de discussão na comunidade científica, em particular no que tange a representatividade das amostras. Na maioria dos estudos geoquímicos sobre a distribuição de Hg na Amazônia, os procedimentos de amostragem são, via de regra, baseados na coleta de amostras pontuais com distribuição espacial aleatória e os resultados avaliados através de técnicas da estatística clássica. Como contribuição a esta discussão, foi realizada uma campanha de amostragem de solos baseada em grade regular, para determinação das concentrações de Hg total em uma área de 85,76 ha no Estado de Rondônia (Brasil). Os resultados foram interpretados usando-se a análise geoestatística como ferramenta. O padrão encontrado usual de amostragem pode resultar em uma avaliação equivocada da sua distribuição e da variabilidade de sua concentrações.

DESCRIÇÃO DO ARTIGO

Neste artigo os autores afirmam que não há um consenso sobre a metodologia de amostragem em estudos ambientais, seja pela sua representatividade, pela adequação do padrão de amostragem ou pela técnica adotada. Destacam ainda que em geoquímica, principalmente do Hg, é frequente estudos baseados em amostragem pontuais e nas estatísticas como: média, desvio padrão, variância, máximo e mínimo e todos os tipos de gráficos que estes valores podem produzir. Sem levar em consideração a localização de cada ponto amostral coletado e/ou possíveis correlações entre esses pontos.

A partir dessas constatações os autores realizaram um estudo comparativo entre as metodologias de análise estatística clássica e geoestatística no estudo da distribuição de Hg na Amazônia, mais especificamente no município de Candeias do Jamari, margem direita do Rio Candeias, distando aproximadamente 60 km da cidade de Porto Velho, no Estado de Rondônia – Brasil.

Os dados, para esse estudo, foram obtidos a partir de uma malha regular de dimensões aproximadas de 1.000 m por 800 m em 5 linhas paralelas com orientação aproximada Norte/Sul, separadas de 200 m cada uma aproximadamente e amostradas de 100 em 100 metros nas linhas.

O número total de amostras de solo coletadas foi 55, localizadas no espaço por coordenadas geográficas em UTM, obtidas com uso de GPS. Cada amostra foi coletada, na camada superficial do solo entre 1 a 25 cm de profundidade, através da execução de um buraco em forma de “V” com uma pá, sendo retirada uma fatia da borda. Desta fatia foram descartadas as bordas de tal modo que o perfil de 0 – 25 cm do solo fosse integralmente amostrado e em igual volume do solo.

Ressalta-se, que em um estudo geoestatístico o delineamento do experimento tem influência direta no resultado da análise, seja na estimação dos parâmetros ou na etapa de interpolação dos dados (Krigagem).

Os tipos de malhas amostrais que, em geral, são adotadas em um estudo geoestatística são malhas regulares, como a apresentada nesse artigo, ou malhas irregulares, onde os pontos amostrais são previamente sortidos na área de estudo. Existem ainda malhas que são combinação dos dois tipos de malhas apresentadas.

As malhas regulares são importantes na estimação dos parâmetros do modelo, pois permitem cobrir todo a área disponível uniformemente, entretando impõem uma distância mínima entre as amostras que pode mascarar a correlação entre as amostras à pequenas distâncias.

Em contrapartida, as malhas irregulares, por serem obtidas por sorteio, abrangem satisfatoriamente um grande conjunto de distância entre as amostras, porém pode não abranger a totalidade da área em estudo, privilegiando uma região em detrimento de outra. O que pode viesar a estimação dos pontos na Krigagem.

O software utilizado para análise geoestatística foi o Variowin e adotou-se o modelo esférico, pois apresentou o melhor ajuste à estrutura da distribuição dos teores de Hg total encontrados e a direção 44°, aquela em que a distribuição anisotrópica apresenta maior continuidade (dependência espacial).

É importante observar que o software Variowin, apresenta como opção de ajuste apenas quatro modelos, a saber: esférico, exponencial, gaussiano e potência e a escolha entre esses modelos é feita com base no “indicador de melhor ajuste (IGF – Indicative goodness of fit)” que é um indicador numérico da qualidade do ajuste. O melhor modelo é definido pelo modelo que apresenta o menor IGF, dado pela fórmula:

$$IGF = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \sum_{i=0}^{n(k)} \frac{P(i)}{\sum_{j=0}^{n(k)} P(j)} \frac{D(k)}{d(i)} \left[\frac{\lambda(i) - \lambda^*(i)}{\sigma^2} \right]^2$$

em que N é o número de variogramas direcionais, $n(k)$ é o número de passos (lags) relativo ao variograma k , $D(k)$ é a distância máxima relativa ao variograma k , $P(i)$ é o número de pares para o passo i do variograma k , $d(i)$ é a distância média dos pares para o passo i do variograma k , $\lambda(i)$ é a medida experimental da continuidade espacial para $d(i)$, $\lambda^*(i)$ é a medida modelada da continuidade espacial para $d(i)$ e σ^2 é (co)variância dos dados para o variograma (cruzado).

O estudo realizado a partir dos métodos da estatística clássica, não indicaram variabilidade fora do padrão reportados para latossolos na região de Rondônia e outras regiões amazônicas, indicando a homogeneidade da área.

A análise do semi-variograma indicou uma estrutura de dependência espacial dos dados, apresentando

amplitude de 510 m (distância a partir da qual as amostras passam a não possuir correlação espacial e a relação entre elas torna-se aleatória) patamar igual a $215 \mu g.kg^{-1}$ (valor segundo o qual a função estabiliza no campo aleatório, mostra a variabilidade máxima entre os pares de valores, ou seja variância dos dados).

A dispersão dos teores de Hg total mostrou-se um fenômeno anisotrópico, uma vez que a variável teor de Hg total contido no solo não mostra a mesma continuidade em todas as direções, contrariando a análise clássica.

Construiu-se o mapa da área estudada apresentando o padrão de dispersão do Hg total presente, o qual é de grande importância, pois permite visualizar o comportamento espacial desta variável, as linhas de curvas de isoteores de Hg presentes refletindo o padrão espacial deste elemento e avaliar a localização e distribuição das concentrações máximas e mínimas, além de analisar as variações laterais da distribuição e suas relações, assim como a continuidade da dispersão no espaço estudado.

Nota-se que para o estudo em questão a geoestatística apresenta resultados mais detalhados e relevantes sobre o fenômeno, além de possibilitar ferramentas visuais do comportamento da área mais acuradas e informativas que a metodologia usual.