



Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP
Departamento de Ciências Exatas – LCE
Disciplina: LCE 5700 – Geoestatística
Professor: Paulo Justiniano Ribeiro Jr.
Aluno: **Anderson Rodrigo da Silva**, nº USP: 7833801

ATIVIDADE 2

Resenha referente ao artigo: *Comparison of maps of spatial variability of soil resistance to penetration with and without covariables using a spatial linear model*

Dados de resistência do solo à penetração (RSP) foram coletados por penetrometria nas camadas 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m de profundidade em uma área de produção comercial de 101,47 hectares cultivada com duas variedades de soja, sendo uma delas na parte norte da área. Foi realizada uma amostragem sistemática com distância máxima de 141 m entre pontos e alguns pontos aleatórios com distância de 75 e 50 m. Foram coletados dados de 63 pontos em cada camada. Utilizou-se UTM como sistema de coordenadas espaciais, georeferenciando os pontos com GPS.

Para o modelo de estrutura espacial da RSP foi considerado um processo gaussiano, no espaço euclidiano bidimensional ($\mathbf{s} \in \mathbb{R}^2$). Em notação matricial, o modelo linear espacial (SLM) foi expresso por: $\mathbf{Z} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$, sendo $\mathbf{Z} \sim N_n(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\Sigma})$.

Para identificar a dependência espacial entre pontos amostrais, foi utilizado o semivariograma clássico (Matheron). Os parâmetros do termo determinístico e da matriz de covariâncias foram estimados pelo método da máxima verossimilhança (ML). Os parâmetros da matriz de covariâncias também foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML), uma vez que este último apresenta a propriedade de eliminar parâmetros *nuisance* do modelo, a parte determinística no caso. A escolha do melhor modelo foi feita com base na técnica de validação cruzada e no maior valor da função de log-verossimilhança. Em relação a esta última, talvez fosse aconselhável utilizar o critério AIC ou SBC, devido ao fato de que o número de parâmetros estimados é diferente em ML e REML. O modelo selecionado foi utilizado para interpolação por krigagem universal. Uma comparação entre o mapa de referência (krigagem ordinária na camada 0,20-0,30 m) e o mapa gerado pelo SLM (utilizando as duas camadas anteriores como covariáveis) foi realizada utilizando medidas obtidas da matriz de erros, quais sejam: acurácia global, índice Kappa, índice Kappa modificado e medidas obtidas da matriz de confusão.

Para a construção dos mapas de cada camada assumiu-se processo estacionário e o modelo escolhido para o semivariograma foi o gaussiano. Nas duas primeiras camadas observou-se efeito pepita relativo (*nugget/ nugget+sill*) em torno de 50% e na última camada de quase 80%, indicando dependência espacial moderada e fraca, respectivamente. A maior média de RSP foi estimada (por ML)

para a camada 0-0,10 m e decresceu com a profundidade. Nas demais camadas (REML) a estimativa da média é, provavelmente, a média aritmética de RSP.

Na análise usando modelo linear espacial o interesse foi estudar a variabilidade espacial da média de RSP na camada 0,20-0,30 m como função das covariáveis X_1 (RSP na camada 0-0,10 m) e X_2 (RSP na camada 0,10-0,20 m). Novamente o modelo escolhido para o semivariograma foi o gaussiano. O SLM foi descrito como: $\hat{\mu}_{23}(s) = 0,1607 - 0,0613X_1(s) + 0,8757X_2(s)$, de forma que é evidente (e esperado) que a camada mais próxima, isto é 0,10-0,20 m, seja mais influente na variação da média de RSP na camada 0,20-0,30 m, pois tem coeficiente maior no polinômio. Como é descrito na literatura, a krigagem universal é feita a partir dos resíduos, isto é, a diferença entre os valores do processo Z e as médias estimadas pelo polinômio descrito. Entende-se que após a krigagem ordinária dos resíduos foi adicionado o valor da tendência para computar o valor predito do processo.

Foi concluído que todos os valores índices utilizados na comparação dos mapas da camada 0,20-0,30 m indicaram similaridade, sendo a região norte a que apresenta maiores graus de compressibilidade do solo. Isso provavelmente devido a influência da variedade de soja plantada nessa região.

Obsevou-se que a modelagem por SLM na última camada é importante para estimar RSP em termos de camadas prévias em setores não amostrados na área experimental.

Referência

BASTIANI, F.; URIBE-OPAZO, M.A.; DALPOSSO, G.H. Comparison of maps of spatial variability of soil resistance to penetration with and without covariables using a spatial linear model. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.2, p.393-404, 2012.