

ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE  
ELÉTRICA DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO,  
EM SÃO GONÇALO -PB

Maria Sallydelândia Sobral de Farias

Vera Lúcia Antunes de Lima

Tunkur Rajarao Gopinath

José Dantas Neto

Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Departamento de Engenharia de Minas

Departamento de Engenharia Agrícola

*Resumo*

*O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial da condutividade elétrica da água do lençol freático no Perímetro irrigado de São Gonçalo, Estado da Paraíba. Instalaram-se 90 poços de observação, dispostos em uma malha de 30x30m, foram feitas leituras da condutividade elétrica utilizando-se um condutivímetro portátil. Os resultados indicaram uma alta variabilidade espacial, uma moderada dependência espacial e um alcance de 53 metros. O mapa de isolinhas permitiu a visualização de sub-áreas, cujo manejo da irrigação deverá ser diferenciado, conforme os diferentes graus de variabilidade da condutividade elétrica da água do lençol freático.*

Palavras-chave: Drenagem. Lençol Freático. Salinidade.

**1. Introdução**

A expansão da área irrigada no Nordeste do Brasil tem sido perceptivelmente acentuada, nos últimos anos, com a adoção de modernas e avançadas tecnologias agrícolas, dentre elas os diferentes sistemas de irrigação. No entanto, o uso pouco racional da água de irrigação tem originado a formação de lençol freático, que se aproxima da superfície do solo em lugares e épocas determinadas, criando condições impróprias ou desvantajosas para o desenvolvimento das culturas, limitando a sua produtividade.

Quando novas áreas são incorporadas ao processo produtivo, a irrigação se torna fator decisivo, principalmente em zonas áridas e semi-áridas onde a salinização e sodificação do solo podem vir a ocorrer, caso não exista um manejo adequado do sistema água-solo-planta, de acordo com as condições locais.

O monitoramento dos parâmetros de drenagem interna do solo é de fundamental importância no balanço de sais, visto que a drenagem interna é responsável pela lixiviação dos sais depositados no solo pela irrigação.

Beltrán (1986) relata sobre a importância de se manter um controle da água freática para evitar a salinização por elevação capilar, da salinidade por drenagem subterrânea e da qualidade da água.

Para o cálculo do balanço de sais no solo, faz-se necessário o conhecimento sobre a qualidade da água do lençol freático onde há, segundo Pizarro (1978), uma interferência no cálculo de balanço de sais conduzidos ao solo por capilaridade, principalmente em lugares onde o lençol freático se encontra próximo à superfície.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial da condutividade elétrica da água do lençol freático, fazer um mapeamento da área, visando identificar áreas com problemas de salinidade.

## 2. Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido na Fazenda Escola, pertencente a Escola Agrotécnica Federal de Souza, situada no estado da Paraíba a 10 km da cidade de Souza, cujas coordenadas geográficas são: 6°45' de latitude sul, 38°03' de longitude oeste e 233m de altitude.

A condutividade elétrica da água do lençol freático foi medida no campo em 60 poços de observação, instalados em uma malha de 30x30 m; as leituras foram feitas utilizando um condutivímetro portátil, e as medições foram tomadas no mês de setembro de 1998, no início das irrigações. Inicialmente, fez-se uma análise estatística descritiva, para se obter uma análise sobre o comportamento dos dados (Guerra, 1988).

Para identificação da dependência espacial foi utilizada a geoestatística que possibilita a descrição quantitativa da variação espacial no solo, a estimativa não tendenciosa e de variância mínima de valores da propriedade em locais não amostrados, permitindo, assim, a construção de mapas de valores e a identificação de esquema de amostras eficientes. (Queiroz et Al., 1997).

Os programas computacionais que foram utilizados para análise da estatística descritiva, geoestatística e para obtenção dos gráficos foram:

1. O Geo-EAS - utilizado da determinação dos valores de semivariâncias e construção dos semivariogramas.
2. SUFER 6.0 - foi realizada a krigagem e confecção de mapas de isolinhas e de localização dos poços de observação.
3. EXCEL - foram realizadas as análises da estatística descritiva, construção de semivariogramas e o ajuste dos modelos aos dados dos semivariogramas.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Análise descritiva

A análise descritiva dos dados é apresentada na Tabela 1.

**TABELA 1- PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO.**

Estatística	CE( $\mu$ s/cm)
Média	934,37
Mediana	568,18
Variância ( $S^2$ )	659363,400
Desvio padrão (S)	812,90
CV (%)	86,904
Curtose (Cr)	7,72
Assimetria (Cs)	1,84
Amplitude total (At)	4232,24
Menor	242,86
Maior	4475,10

Segundo Costa Neto (1997), para que uma variável obedeça a uma distribuição normal, é necessário que os valores das medidas de posição central, média e mediana, sejam

estatisticamente iguais; analisando-se a Tabela 1 observa-se que essas variáveis apresentam comportamento não ajustável a esse tipo de distribuição, o que pode ser comprovado com os valores de coeficiente de assimetria e de curtose, os quais devem ser, em uma distribuição normal, 0 e 3 respectivamente (SNEDECOR & COCHRAN, 1967), portanto, a variável analisada não apresenta uma distribuição normal, o que foi confirmado utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov a 1% de probabilidade.

O coeficiente de variação apresentou alta variabilidade espacial; a área é muito heterogênea do ponto de vista de solo, apresentando algumas áreas com problemas de salinidade. A amplitude total apresenta valores elevados quando comparados com a amplitude interquartílica, já que a primeira é muito influenciada por valores discrepantes, enquanto a segunda é considerada medida de dispersão resistente, parâmetro este consistente com o coeficiente de variação encontrado.

### 3.2 Análise geoestatística

#### 3.2.1 Ajuste do modelo

O processo de seleção do modelo foi feito visualmente, procurando-se o melhor ajuste possível aos pontos iniciais, pois estes são calculados para distâncias (h) menores, representando melhor as semivariâncias. (Guerra, 1988).

A figura 1 mostra o modelo esférico ajustado aos semivariogramas experimentais e os parâmetros: efeito pepita, patamar e alcance (legenda).

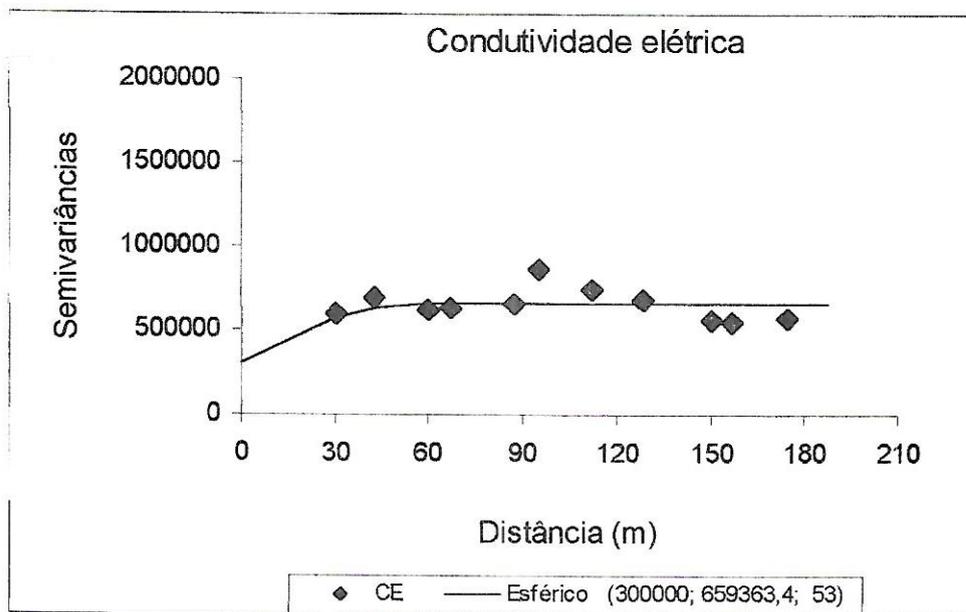


FIGURA 1. SEMIVARIOGRAMAS AJUSTADOS, PARA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO.

O quadro 1 mostra as estimativas dos parâmetros dos modelos de semivariogramas ajustados, efeito pepita ( $C_0$ ), patamar ( $C_0 + C_1$ ) alcance de dependência (a) e a relação efeito pepita / patamar.

O efeito pepita expresso como porcentagem de patamar tem como finalidade facilitar a comparação do grau de dependência espacial da variável em estudo. Os valores encontrados na Quadro 1 de 45,49 indicam uma moderada dependência espacial, segundo a classificação de

Cambardella et al (1994); para valores de relação efeito pepita/patamar variando entre 25 e 75 % são considerados com uma moderada dependência espacial.

Substituindo-se os parâmetros geoestatísticos na equação, se obtém a equação do modelo ajustado, para a variável estudada (Quadro 1).

QUADRO 1. PARÂMETROS DO MODELO ESFÉRICO AJUSTADO AO SEMIVARIOGRAMA EXPERIMENTAL, RELAÇÃO EFEITO PEPITA/PATAMAR, EXPRESSO EM PORCENTAGEM, E EQUAÇÃO AJUSTADA AO SEMIVARIOGRAMA EXPERIMENTAIS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA(CE).

CE	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> + C <sub>1</sub>	a(m)	(C <sub>0</sub> / C <sub>0</sub> + C <sub>1</sub> )*100
		300000	659363,40	53
	Modelo	Equação		
	Esférico	$y(h) = 300000 + 359363,4 \left[ 1,5 \left( \frac{h}{53} \right) - 0,5 \left( \frac{h}{53} \right)^3 \right]$		$\gamma(h) = 659363,40$
		0 < h < 53		

A partir dos parâmetros de semivariograma ajustado, foi construído o mapa de isolinhas (Figura 2), com dados interpolados por Krigagem.

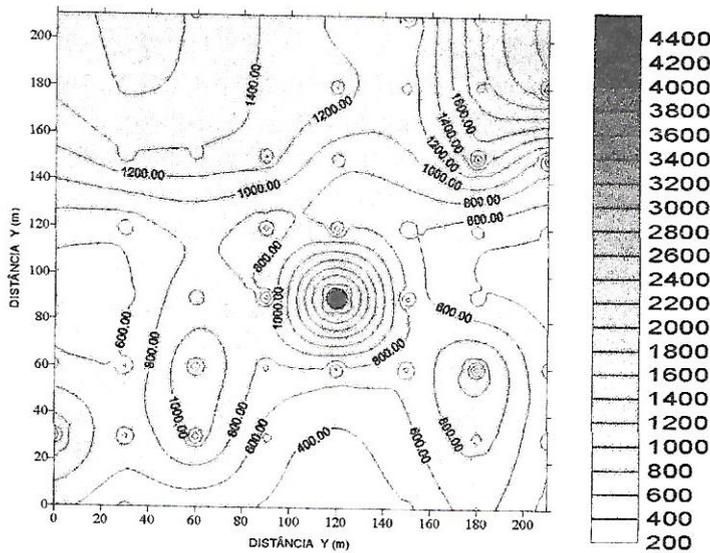


FIGURA 2. MAPA DE ISOLINHAS PARA OS VALORES DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO.

Analisando-se a Figura 2, constata-se que as linhas mais próximas indicam regiões de maior variabilidade, e as mais afastadas, regiões de menor variabilidade, enquanto, a cor mais escura corresponde a valores mais elevados de condutividade elétrica, e a cor mais clara, a valores mais baixos. Constata-se, também, uma concentração de maiores valores da condutividade elétrica no centro e na parte superior da área, o que pode levar à salinização do solo por ascensão capilar da água do lençol freático, caso não se leve em conta, no balanço dos sais, a condutividade elétrica da água do lençol freático, visto que estas áreas são irrigadas constantemente.

O manejo poderá ser melhorado pelo conhecimento das áreas onde a condutividade elétrica é mais elevada, para se ter um balanço de sais no solo com mais segurança, utilizando dados reais.

O melhoramento da drenagem da área é de fundamental importância, para que possa haver uma lixiviação dos sais, principalmente nas sub-áreas onde a condutividade elétrica da água do lençol freático encontra-se mais elevada; são áreas com lençol freático próximo à superfície em torno de 0,40 metros.

Segundo Pizarro (1978), em lugares onde o lençol freático se encontra próximo à superfície há uma interferência no cálculo de balanço de sais conduzidos ao solo por capilaridade.

#### 4. Conclusões

A condutividade elétrica da água do lençol freático apresentou uma alta variabilidade espacial, moderada dependência espacial e alcance de 53 metros. O mapa de isolinhas permitiu a visualização de sub-áreas, em que o manejo da irrigação deverá ser diferenciado, conforme os diferentes graus de variabilidade da condutividade elétrica da água do lençol freático.

O melhoramento da drenagem da área é de fundamental importância, para que possa haver uma lixiviação dos sais melhorando a aeração do solo.

#### 5. Referências Bibliográficas

- [1] BELTRÁN M. J. **Drenagem agrícola**: manual técnico nº 5. Ministério de Agricultura, pesca y alimentacion. V. 1, 239 p, 1986.
- [2] CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEM, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPA, A.E. **Field scale variability of soil properties in central Iowa soil**. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.47, p.1501-1511, 1994.
- [3] COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.254p.
- [4] GUERRA, P.A.G. **Geoestatística operacional**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1988. 145p.
- [5] MILLAR, A.A. **Drenagem de terras agrícolas**. Editerra editorial, São Paulo, 53p, 1988.
- [6] PIZARRO, F. **Drenagem Agrícola e Recuperacion de Suelos Salinos**. Editora agrícola la Espanhola, Madrid, 1978.128p.
- [7] QUEIROZ, J.E.; GONÇALVES, C.A.; SOUTO, S.J. & FOLEGATTI, V.M. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: **Simpósio "Manejo e controle da salinidade da agricultura irrigada"** GREYI, H.R.; QUEIROZ J.E.; MEDEIROS J.M. (ed). Campina Grande: UFPB- SBEA,1997.p. 69 – 111.
- [8] SNEDECOR, G. W. & COCHRAN W. G. **Statistical methods**. 6ed. Ames: Iowa State University Press, 1967. 593p.
- [9] WARRICK, A .W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. ed. **Application of soils physics**. New York: Academic Press, 1980. Cap.13, p. 319 –344.