



PREDIÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM TOMATE INDUSTRIAL UTILIZANDO RNA.

Sabrina Dias de Oliveira¹ (IC)*, Elaine de Fatima Miranda Freitas¹ (PG), Sueli Martins de Freitas Alves¹ (PQ).

*sabrina-dias15@live.com

¹Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis, GO

Resumo: As redes neurais artificiais são sistemas computacionais que funcionam como um neurônio artificial e cada vez mais vem sendo utilizadas em estudos relacionados aos atributos de solo, por apresentar elevado desempenho. O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o índice de assertividade das estimativas dos atributos físicos e químicos do solo obtidos por meio da RNA desenvolvida por Bittar (2016). Foram coletados 120 pontos amostrais de solo, numa área de 23 há. As amostras coletadas foram encaminhadas para um laboratório comercial certificado para a análise. Posteriormente, foi realizada a análise geoestatística para estudar a variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos, e em seguida foi realizada a técnica denominada krigagem ordinária. Foram utilizadas as RNAs que obtiveram melhor desempenho no estudo de Bittar (2016) e a comparação dos dados foi realizada através do erro médio relativo (P). Com isso pode-se observar que a rede é um método econômico que adquiriu conhecimento necessário para estimar os valores médios dos atributos de solo com eficiência.

Palavras-chave: Geoestatística. Krigagem. Semivariogramas. Variabilidade.

Introdução

A utilização das novas tecnologias em geoprocessamento, os sistemas de posicionamento global e a aplicação da geoestatística para o conhecimento da variabilidade espacial dos solos são os novos modelos de aplicação tecnológica na agricultura (SOUZA et al., 2004). A agricultura de precisão é caracterizada com um conjunto de técnicas que permitem o gerenciamento localizado (LEAL et al., 2015). A caracterização da variabilidade espacial de atributos do solo no campo pode ser realizada por meio de amostragens e análises de solos, o que exige muito tempo e apresenta custo elevado (BOTTEGA et al., 2013). O conhecimento detalhado da variabilidade espacial dos atributos da fertilidade, por meio da geoestatística, podem



otimizar a aplicação localizada de corretivos e fertilizantes (CAVALCANTE et al., 2011).

Na busca de entender como os atributos do solo afetam a produção, uma alternativa consiste no uso de redes neurais artificiais (RNAs). Essas redes são sistemas computacionais paralelos, constituídos por unidades de processamento simples, também denominadas neurônios artificiais (LEAL et al., 2015). Bittar (2016) aplicou as RNAs com objetivo de estimar os atributos do solo. Foi realizado o treinamento, a validação e testes de diferentes RNAs. Este trabalho tem como objetivo avaliar o índice de assertividade das estimativas dos atributos físicos e químicos do solo obtidos por meio da RNA desenvolvida por Bittar (2016).

Material e Métodos

Os dados utilizados para a realização deste trabalho foram provenientes de um estudo realizado na Fazenda Palmital localizada no município de Morrinhos, GO, em uma área irrigada por pivô central. Para o mapeamento da área foram coletados dados em uma área de 23 ha em uma grade amostral de 50x50m, totalizando 120 pontos georreferenciados utilizando aparelho de Sistema de Posicionamento Global-GPS. Para a determinação dos atributos físicos, em cada ponto da grade amostral foram coletadas amostras de solos deformadas com um trado de rosca, e as mesmas foram enviadas a um laboratório comercial para a realização das análises. Para a quantificação da composição granulométrica do solo, foram coletadas amostras deformadas na camada de 0,00 a 0,20 m de profundidade, e as mesmas foram encaminhadas para laboratório comercial, para a determinação dos atributos químicos do solo. Realizou-se a análise geoestatística para estudar a variabilidade espacial dos atributos de solo, dentro do espaço amostral estudado. Foram utilizados os métodos geoestatísticos por meio do estudo de semivariogramas para verificação da dependência espacial (SILVA et al., 2013). Após a definição dos modelos e parâmetros dos semivariogramas e comprovada a dependência espacial foi utilizado o método de interpolação por meio da técnica denominada krigagem, onde foi possível obter as estimativas dos atributos químicos e físicos do solo.



Utilizou-se as 4 RNAs selecionadas no estudo de Bittar (2016). Foi verificada a aplicabilidade do uso das RNAs, em seguida foi realizada a normalização dos dados das variáveis com a intenção de equalizar as variáveis de entrada na RNA. Os valores obtidos nos pontos amostrais dos atributos de solo foram comparados aos valores estimados pelas RNAs e com os valores estimados utilizando a krigagem ordinária. A comparação dos dados foi feita pelo erro médio relativo (P) e foram calculados os indicadores estatísticos coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (c) e índice de desempenho (id), para avaliar a eficiência das estimativas obtidas pela RNA.

Resultados e Discussão

Por meio da RNA desenvolvida por Bittar (2016), a partir de 4 amostras de solo foi possível estimar valores para 120 pontos amostrais para os 15 atributos. Foi calculado o erro médio relativo com o intuito de comparar a precisão de assertividade das estimativas geradas pela krigagem ordinária dos dados de solo e RNA, por meio dos dados determinados pelas amostras de solo. Na comparação dos atributos estimados pela RNA com os valores determinados pela análise de solo e com os valores estimados pela krigagem, foi possível observar um erro médio relativo baixo.

O grau de dependência espacial em ambos os métodos de determinação dos atributos foi classificado como forte. Os modelos dos semivariogramas variaram de 0,59 a 0,86 para os dados determinados pela análise de solo e 0,81 a 0,98 para os dados estimados pela RNA, mostrando que os dados provenientes da RNA conseguiram explicar a dependência espacial dos 12 atributos analisados, conforme observado na Tabela 1.

Com o intuito de analisar a eficiência da RNA na estimativa dos atributos de solo foram calculados indicadores estatísticos, que podem ser observados na Tabela 1. O atributo fósforo (P) apresentou coeficiente de correlação de 0,6341 e um índice de concordância de 0,9967 e os demais atributos apresentaram um coeficiente de

correlação variando entre -0,2823 a 0,1699, resultando em uma correlação baixa. Lima et al.(2009) também, observaram uma correlação baixa para a produtividade de forragem de milho.

TABELA 1 - Erro médio relativo (P%), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (c) e índice de desempenho (id), obtidos na comparação entre os dados dos atributos determinados na análise de solo e estimados pela RNA.

Atributos	Valores médios		Indicadores estatísticos						
	Análise solo	RNA	P%	a	b	r	R^2	c	id
pH	5,65 ^a	5,67 ^a	4,21	5,7046	-0,0055	-0,0145	0,0002	0,9923	-0,0144
Ca	4,77 ^a	4,83 ^a	17,61	4,6425	0,0394	0,1375	0,0189	0,9914	0,1364
Mg	0,99 ^a	0,97 ^a	23,13	0,9375	0,0361	0,0904	0,0082	0,9924	0,0897
Ca+Mg	5,70 ^a	5,86 ^a	17,91	5,6305	0,0396	0,1534	0,0235	0,9917	0,1521
Al	0,01 ^a	0,00 ^a	6,86	0,0024	-0,0162	-0,0801	0,0064	0,9823	-0,0787
H+Al	1,63 ^a	1,65 ^a	28,97	1,9209	-0,1538	-0,2823	0,0797	0,9916	-0,2799
CTC	7,90 ^a	8,02 ^a	10,76	7,5816	0,0551	0,1699	0,0289	0,9921	0,1686
K	0,48 ^a	0,48 ^a	25,45	0,4642	0,0354	0,0689	0,0048	0,9946	0,0686
P	10,08 ^a	10,64 ^a	34,94	5,9875	0,4368	0,6341	0,4021	0,9967	0,6321
m%	0,18 ^a	0,10 ^a	16,13	0,1027	-0,0103	-0,1712	0,0293	0,9708	-0,1662
V%	76,85 ^a	77,70 ^a	13,64	77,8457	-0,0018	-0,0324	0,0011	0,9876	-0,0320
MO	23,88 ^a	24,37 ^a	15,76	24,0090	0,0152	0,0326	0,0011	0,9926	0,0324
Argila	268,42 ^a	271,71 ^a	11,36	268,9089	0,0104	0,1410	0,0199	0,9888	0,1394
Silte	147,42 ^a	147,75 ^a	16,31	146,4664	0,0087	0,0700	0,0049	0,9887	0,0692
Areia	584,17 ^a	578,12 ^a	8,62	585,9929	-0,0135	-0,2464	0,0607	0,9871	-0,2432

pH - potencial hidrogeniônico (CaCl₂); Ca - cálcio (cmolc dm⁻³); Mg - magnésio (cmolc dm⁻³); Ca+Mg - (cmolc dm⁻³); Al - alumínio (cmolc dm⁻³); H+Al - acidez potencial (cmolc dm⁻³); CTC - capacidade de troca catiônica (cmolc dm⁻³); K - potássio (cmolc dm⁻³); P - fósforo (mg dm⁻³); m% - saturação por alumínio (%); V% - saturação por bases (%); MO - matéria orgânica (g kg⁻¹); Argila - (g kg⁻¹); Silte - (g kg⁻¹); Areia - (g kg⁻¹). Desempenho: Critérios de Classificação de Camargo e Sentelhas (1997). Valores médios seguidos da mesma letra na linha para cada atributo não diferem estatisticamente pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Considerações Finais

A RNA mostrou-se um método rápido e econômico, e adquiriu conhecimento necessário para estimar valores médios dos atributos de solo com eficiência.

Agradecimentos

Ao programa de Concessão de Bolsa de incentivo ao Pesquisador (BIP). À fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg) pelo financiamento do projeto e à PBIT/UEG pela bolsa concedida.

Referências



AMADO, T.J.C.; PES, L.Z.; LEMAINSKI, C.L.; SCHENATO, R.B. Atributos químicos e físicos de Latossolos e sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v.33, n.4, p.831-843, 2009.

BITTAR, R.D. Redes neurais artificiais aplicadas à modelagem da variabilidade espacial de atributos físico-químicos de solos do cerrado. 2016. 112p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2016.

BOTTEGA, E.L.; QUEIROZ, D.M.; PINTO, F.A.C.; SOUZA, C.M.A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.44, n.1, p.1-9, 2013. HAYKIN, S.S. Redes Neurais: Princípios e Práticas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 900 p.

CAVALCANTE, E.G.S.; ALVES, M.C.; SOUZA, M. Z.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob diferentes usos e manejos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.15, n.3, p.237-243, 2011.

LEAL, A.J.F.; MIGUEL, E.P.; BAIO, F.H.R.; NEVES, D.C.; LEAL, U.A.S. Redes neurais artificiais na predição da produtividade de milho e definição de sítios de manejo diferenciado por meio de atributos do solo. Bragantia, Campinas, v.74, n.4, p.436-444, 2015.

LIMA, C.G.R.; CARVALHO, M.P. Correlação linear e espacial entre produtividade de forragem de milho e frações granulométricas de um latossolo vermelho distrófico. Faculdade de Engenharia-UNESP/Campus de Ilha Solteira, 2009.

SILVA, S.A.; LIMA, J.S.S.L. Relação espacial entre o estoque de nutrientes e a densidade de solo cultivado com cafeeiro. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 43, n. 4, p. 377-384, 2013.

SOUZA, Z.M.S.; MARQUES JÚNIOR.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 2004.