

Seleção de indicadores químicos de qualidade para solos da região do entorno do lago de sobradinho – BA, utilizando análise multivariada⁽¹⁾

Alessandra Monteiro Salviano Mendes⁽²⁾, Stefeson Bezerra de Melo⁽³⁾, Nelci Olszewski⁽⁴⁾, Vanderlise Giongo⁽²⁾, Sálvio Napoleão Soares Arcoverde⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CHESF, Embrapa e do CNPq. ⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Semiárido; Petrolina – PE; alessandra.mendes@embrapa.br; ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal do Rural do Semiárido; Angicos – RN; ⁽⁴⁾ Professora, Universidade Federal do Vale do São Francisco; Juazeiro – BA; ⁽⁵⁾ Discente do Curso Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental- Universidade Federal do Vale do São Francisco; Juazeiro – BA.

RESUMO: A conversão da condição natural do solo para a agricultura impõe mudanças drásticas nos atributos químicos do solo, podendo trazer sérias consequências ambientais para a região de entorno das áreas alteradas. Com o objetivo de identificar a origem dos fatores que determinam a qualidade dos solos sob caatinga e uso agrícola, nos municípios de Sobradinho, Casa Nova, Remanso e Sento Sé, região de entorno do Lago de Sobradinho, aplicou-se o modelo de estatística multivariada por meio da Análise Fatorial. Foram analisadas 12 variáveis químicas e identificou-se que o modelo de melhor ajuste para expressar a qualidade dos solos agrícolas na região foi aquele composto por três fatores, explicando cerca de 80% da variância total. Tanto para área de caatinga como para solos sob uso agrícola as componentes dos fatores foram as mesmas, mas a ordem de importância foi alterada, sendo a disponibilidade de nutrientes, considerada como componente de antropização mais importante para explicar a qualidade dos solos sob uso agrícola.

Termos de indexação: análise fatorial, índice de qualidade do solo, solos agrícolas

INTRODUÇÃO

Para Silva (2008) a ação do homem no sistema solo-água-planta-atmosfera, para a produção de alimentos, tende a ocasionar alterações, muitas vezes positivas, como a melhoria das condições para o desenvolvimento e proteção das plantas, outras vezes negativas, como Todavia, segundo (Doran et al., 1994) a avaliação dos possíveis indicadores de qualidade do solo e sua efetiva identificação são complicadas pela multiplicidade dos fatores físicos, químicos e biológicos que controlam os processos biogeoquímicos e suas variações no tempo, espaço e intensidade.

A estatística multivariada é uma técnica cada vez mais popular usada para analisar conjuntos complexos de dados (Tabachnick & Fidell, 2007),

sendo que métodos de análise exploratória de dados multivariados são largamente utilizados quando se deseja promover a redução do número de variáveis com o mínimo de perda de informação (Helena et al., 2000). Para Fávero et al. (2009), a análise fatorial (AF) é uma técnica multivariada que busca identificar um número relativamente pequeno de fatores comuns que podem ser utilizados para representar relações entre um grande número de variáveis inter-relacionadas. Assim, com o objetivo de identificar a origem dos fatores que determinam a qualidade dos solos, sob caatinga e uso agrícola, nos municípios baianos de Sobradinho, Casa Nova, Remanso e Sento Sé, região de entorno do Lago de Sobradinho, aplicou-se o modelo de estatística multivariada por meio da Análise Fatorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas 24 propriedades rurais em função da intensidade e do tempo de uso com atividades agrícolas, da proximidade do Lago de Sobradinho e da presença de área adjacente sob caatinga com a mesma classe de solo da área sob uso agrícola. Em cada propriedade, foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0–10 cm tanto na área agrícola como na área de caatinga.

Determinaram-se as seguintes características químicas: pH, teores de matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na); calcularam-se saturação por bases (V), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por alumínio (m), percentagem de sódio trocável (PST) (Embrapa, 2011).

Para análise estatística dos dados, utilizaram-se análises de correlação de Pearson para observar se a matriz de correlação apresenta valores significativos e análise fatorial (AF) utilizando-se a ACP como método de extração e rotacionando os eixos pelo método Varimax. Estabeleceu-se o valor de 0,70 para cargas fatoriais significativas. As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do software STATISTICA 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 26 e 28 coeficientes (33 e 36% do total) foi superior a 0,5, o que é indicativo de boa correlação entre as variáveis empregadas (Tabela 1). Para a área sob caatinga, observa-se correlação muito forte e positiva entre as variáveis Al e m ($r = 0,87$), Na e PST ($r = 0,97$), Ca e CTC ($r = 0,86$) e negativa entre Al e pH ($r = -0,80$). Sob uso agrícola, observa-se correlação muito forte e positiva entre as variáveis Al e m ($r = 0,88$), Na e PST ($r = 0,90$), K e Ca com a CTC ($r = 0,97$ e $r = 0,95$), Ca e Mg ($r = 0,97$) e negativa entre m e V ($r = -0,80$). As correlações positivas entre Na e PST e Al e m são esperadas já que a saturação (PST e m) é tanto maior quanto maior é o teor desses elementos no solo, enquanto a correlação negativa entre Al e pH se deve a disponibilidade do Al ser regulada pelo pH do solo. A correlação observada entre CTC e Ca e K, bem como entre Ca e Mg, na área agrícola, relaciona-se com a introdução desses nutrientes no sistema por meio do manejo da fertilidade utilizando-se fertilizações e calagem.

A etapa seguinte das análises constou da decomposição da matriz de correlação para reduzir a dimensão de variáveis interrelacionadas em dimensão menor, formada por fatores comuns e independentes. A análise fatorial (AF) não promoveu grande redução no número de variáveis, uma vez que o melhor ajuste do modelo ocorreu com a inclusão de 10 e 11 das 12 variáveis analisadas nas áreas sob caatinga e sob uso agrícola, respectivamente. Em ambas as áreas, o modelo que melhor se ajustou aos dados foi aquele composto por três fatores, sendo consideradas significativas as cargas fatoriais superiores à 0,70, e explicando cerca de 80% da variância total das variáveis originais (Tabela 2). A solução fatorial extrai os fatores na ordem de sua importância. Para a área sob caatinga, o primeiro fator explica 46,46% da variabilidade dos dados e está associado com variáveis indicativas da acidez do solo (pH, Al, V e m), sendo, por isso considerado o índice de qualidade do solo (IQS). O fator 2 explica 19,32% da variância total dos dados e está relacionada a salinidade do solo (Na e PST), ocasionada por meio de processos naturais. O terceiro fator, que explica 14,88% da variância total dos dados originais, relaciona-se com a disponibilidade de nutrientes no solo. Quando foram analisadas o grupo de amostras relacionadas a área sob uso agrícola, observa-se que a primeira componente passa a explicar 54,08% da variância dos dados e relaciona-se com a disponibilidade de nutrientes, sendo indicativo da ação antrópica na região. O fator 2 que refere-se a acidez do solo, explica 14,07 % da variância dos dados enquanto o terceiro fator explica 12,24 % e

relaciona-se com os processos de salinização secundária, sendo portanto menos importantes nesse ambiente. A última coluna da Tabela 2 fornece o valor das comunalidades, indicando o quanto da variância de cada atributo é explicada pelos fatores juntos, observe que todos os atributos químicos possuem forte relação com os fatores retidos, pois têm elevadas comunalidades. Os autovalores indicam a importância relativa de cada fator na explicação da variância associada ao conjunto de atributos analisados.

CONCLUSÕES

Tanto para área de caatinga como para solos sob uso agrícola as componentes dos fatores foram as mesmas, mas a ordem de importância foi alterada, sendo a disponibilidade de nutrientes, considerada como componente de antropização mais importante para explicar a qualidade dos solos sob uso agrícola.

AGRADECIMENTOS

AO CNPQ, EMBRAPA E CHESF PELO APOIO FINANCEIRO.

REFERÊNCIAS

- DORAN, J.W.; SARRANTONIO, M.; JANKE, R. Strategies to promote soil quality and health. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R. (eds.). Soil Biota Management in sustainable farming systems. Commonwealth Scientific Industrial Research Organization, p.230-237, 1994. Karlen et al., (1997)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- FÁVERO, L.P. et al. Análise de Dados: Modelagem Multivariada para Tomada de Decisões. 1.ed. Rio de Janeiro: Campos Elsevier, 2009.
- HELENA, B. et al. Temporal evolution of groundwater composition in alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis. Water Research, v.34, p.807-816, 2000.
- SILVA, R.L., Dinâmica da Matéria Orgânica e Relações com Propriedades Químicas em um Latossolo sob Diferentes Usos da Terra na Amazônia Oriental. Belém, 2008. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia.
- TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. Using multivariate statistics. 5.ed. Boston: Pearson Allyn & Bacon. 2007. 980p.

Tabela 1. Matriz de correlação das características químicas do solo determinados em área de caatinga e sob uso agrícola na camada de 0– 10 cm.

Parâmetros	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	CTC	V	PST	m
Área sob Caatinga												
M.O.	1,00											
pH	0,32	1,00										
P	0,24	0,20	1,00									
K	0,23	0,52	0,67	1,00								
Ca	0,36	0,64	0,73	0,71	1,00							
Mg	0,11	0,53	0,02	0,23	0,53	1,00						
Na	-0,17	0,09	0,02	0,16	0,35	0,58	1,00					
Al	0,04	-0,80	-0,16	-0,33	-0,46	-0,40	-0,06	1,00				
CTC	0,31	0,44	0,58	0,60	0,86	0,67	0,60	-0,23	1,00			
V	0,20	0,76	0,37	0,50	0,73	0,52	0,14	-0,71	0,41	1,00		
PST	-0,20	0,00	-0,03	0,17	0,24	0,46	0,97	0,00	0,47	0,10	1,00	
M	-0,09	-0,75	-0,21	-0,38	-0,55	-0,61	-0,18	0,87	-0,41	-0,79	-0,13	1,00
Área sob uso agrícola												
M.O.	1,00											
pH	0,23	1,00										
P	0,35	0,07	1,00									
K	0,41	0,33	0,68	1,00								
Ca	0,55	0,54	0,41	0,71	1,00							
Mg	0,54	0,49	0,41	0,70	0,97	1,00						
Na	0,41	0,24	0,13	0,42	0,59	0,65	1,00					
Al	-0,30	-0,66	-0,23	-0,33	-0,43	-0,42	-0,30	1,00				
CTC	0,59	0,37	0,40	0,73	0,97	0,95	0,58	-0,28	1,00			
V	0,35	0,78	0,44	0,60	0,76	0,74	0,49	-0,67	0,61	1,00		
PST	0,29	0,18	0,07	0,24	0,28	0,34	0,90	-0,27	0,27	0,36	1,00	
M	-0,34	-0,68	-0,38	-0,41	-0,53	-0,52	-0,35	0,88	-0,40	-0,80	-0,32	1,00

*Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 2. Fatores das componentes rotacionadas (VF) das variáveis químicas determinadas na camada de 0-10 cm em solos sob caatinga e uso agrícola.

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	comunalidade
Área sob caatinga				
M.O.	0,06	-0,26	0,55	0,38
pH	0,87	0,00	0,30	0,85
P	0,04	-0,07	0,88	0,78
K	0,29	0,09	0,77	0,68
Ca	0,47	0,26	0,81	0,94
Mg	0,56	0,62	0,15	0,72
Na	0,04	0,98	0,09	0,97
Al	-0,93	0,01	-0,03	0,87
CTC	0,24	0,56	0,73	0,90
V	0,82	0,07	0,36	0,80
PST	-0,02	0,95	0,04	0,91
m	-0,92	-0,14	-0,14	0,88



Autovalor	5,58	2,32	1,79	
% Variância acumulada	46,46	65,78	80,66	
Área sob uso agrícola				
M.O.	0,59	0,12	0,28	0,44
pH	0,17	0,85	0,08	0,76
P	0,71	0,14	-0,21	0,56
K	0,84	0,22	0,07	0,76
Ca	0,82	0,37	0,28	0,89
Mg	0,81	0,33	0,35	0,89
Na	0,35	0,15	0,91	0,97
Al	-0,12	-0,89	-0,13	0,83
CTC	0,88	0,17	0,29	0,89
V	0,50	0,76	0,21	0,87
PST	0,07	0,15	0,92	0,88
m	-0,26	-0,89	-0,14	0,87
Autovalor	6,49	1,69	1,46	
% Variância acumulada	54,08	68,15	80,29	