

Variabilidade de propriedades químicas de um Neossolo Flúvico da Ilha de Picos (Pernambuco)¹

Variability of chemical properties of Alluvial soil of Picos island (Pernambuco, Brazil)

Lúcia Helena Garófalo Chaves², Iêde de Brito Chaves³, Paulo César Moura Silva⁴ e Ana Carolina Feitosa de Vasconcelos⁵

Resumo - Os solos são corpos heterogêneos com ampla variação de propriedades químicas as quais, por influenciarem a produtividade agrícola de uma determinada área, devem ser manejadas da melhor forma possível. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade de propriedades químicas do solo Aluvial da ilha de Picos, PE, situada no Rio São Francisco, visando oferecer subsídios que possibilitem a recomendação do manejo adequado do mesmo. Numa área experimental de 150 ha foram coletadas 158 amostras de solo na profundidade de 0 - 0,30 m. Essas amostras foram caracterizadas quimicamente e os dados analisados por meio de técnicas estatísticas descritivas. Excluindo o Al e o Na, as maiores variabilidades foram para os teores de P, matéria orgânica e H + Al e a menor variabilidade foi para o pH, não havendo distribuição normal dos dados. As amostras de solo apresentaram, em sua maioria, baixos teores de Na, Al, H + Al e matéria orgânica; teores médios de P, K e CTC; valores de pH, Ca e Mg adequados para a maioria das culturas e foram classificadas como tendo fertilidade média.

Termos para indexação: fertilidade do solo, reação do solo, estatística descritiva, Neossolo Flúvico.

Abstract - The soils are heterogeneous bodies with wide variation of chemical properties that influence the agricultural productivity. That's why they should be managed the best possible way. Thus, this work aimed to study the variability of chemical properties of the alluvial soil in Picos Island, PE, located in São Francisco River, providing financial assistences that facilitate the recommendation of the appropriate soil management. In an experimental area of 150 ha, 158 soil samples were collected in the depth of 0 - 0,30 m. These samples were analyzed for chemical properties and the data were analyzed using descriptive statistics. Besides Al and Na, there was a higher variability for P, organic matter and H + Al. The lowest variability was observed in soil pH. The data did not present a normal distribution. Most soil samples presented low percentage of Na, Al, H + Al and organic matter and medium percentage of P, K and CEC concentrations; values of soil pH, Ca and Mg concentrations were appropriate for most crops and were classified as medium fertility.

Index terms: soil fertility, soil reaction, descriptive statistics, Alluvial soil.

¹ Recebido para publicação em 11/10/2005; aprovado em 03/01/2006.

² Eng. Agrônoma, D. Sc., Profa. do DEAg/CTRN/UFCG, PB, Rua Antonio Joaquim Pequeno, 496 CEP 58109-085, Campina Grande, PB, lhgarofalo@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo, D. Sc., Prof. do DSER/CCA/UFPB, PB, iedebchaves@hotmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, doutorando em Recursos Naturais, CTRN/UFCG, PB

⁵ Eng. Agrícola, doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, SP, ana3carol@hotmail.com

Introdução

Os solos, por serem sistemas dinâmicos e abertos, estão em constante modificação, constituindo assim corpos heterogêneos com ampla variação de propriedades químicas, que podem ser naturalmente férteis ou se tornarem férteis pelo manejo adequado. Da mesma forma, esse manejo pode modificar a “reação do solo” que expressa, em termos de pH, as condições de acidez ou alcalinidade dos solos. O pH do solo influencia, de forma indireta, o desenvolvimento das culturas, evidenciado por meio das mudanças que provoca na solubilidade dos elementos essenciais e tóxicos existentes no solo, alterando a disponibilidades dos mesmos, e na atividade e diversidade de microrganismos do solo (Vitti, 1987).

Os Neossolos Flúvicos, em decorrência de fatores relacionados com os seus processos de formação e ações antrópicas, apresentam elevada variabilidade espacial de suas propriedades químicas. Em particular, aqueles que ocorrem na ilha de Picos, PE, podem apresentar uma variabilidade ainda maior devido as freqüentes enchentes que ocorriam na ilha antes das barragens do Rio São Francisco serem construídas e devido à exploração agrícola nessa ilha ter sido feita, por muitos anos, com uso intensivo de irrigação sem a devida drenagem da área.

O conhecimento dessa variabilidade é importante principalmente para a definição do manejo mais adequado a ser utilizado na área, uma vez que, segundo LeClerc et al. (1962), a fertilidade do solo é sistemática em alguma extensão, fazendo com que áreas contíguas sejam, provavelmente, mais semelhantes do que as mais distantes. Desse modo, é necessária uma análise criteriosa da variabilidade das propriedades químicas do solo, a qual pode ser feita pelo uso de técnicas estatísticas descritivas, apesar dessas não levarem em consideração a estrutura espacial existente nos solos amostrados.

Em alguns trabalhos têm sido observada a importância do estudo das variações das condições dos solos como aspecto fundamental não só para se implementar uma agricultura mais eficiente e rentável (Corá et al., 2004), mas também, para o refinamento das práticas de manejo e avaliação dos efeitos da agricultura sobre a qualidade ambiental (Cambardella et al., 1994). Com exceção do pH dos solos, as propriedades químicas, em geral, apresentam maior variação do que as propriedades físicas dos solos (Coelho, 1983; Souza et al., 1997).

A agricultura praticada na ilha de Picos, localizada no Rio São Francisco, há muitas décadas, tem se caracterizado pelo uso de práticas inadequadas e de baixo nível

tecnológico, resultando na aceleração do processo de degradação do solo. A exploração intensiva dessa área com culturas de subsistência e cultivo de cebola, com baixa reposição de nutrientes, juntamente com outros fatores, refletiram na redução da produtividade da mesma devido, principalmente, à diminuição da sua fertilidade natural.

Pelo exposto, e sabendo que a produtividade agrícola de uma determinada área é influenciada, dentre outros fatores, pelas propriedades químicas dos seus solos, o presente trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade dessas propriedades do Neossolo Flúvico da ilha de Picos, visando oferecer subsídios que possibilitem a recomendação do manejo adequado do mesmo.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido na ilha de Picos, localizada à margem esquerda do Rio São Francisco (09° 11' S, 40° 19' O e altitude de 362 m), pertencente ao município de Petrolina, PE, distando do mesmo aproximadamente, 25 km. A unidade experimental foi constituída de um Neossolo Flúvico, correspondente a uma área de 150 ha. Foram coletadas 158 amostras de solo da camada de 0 - 0,30 m de profundidade, em pontos aleatórios, na proporção, em média, de uma amostra por hectare. Essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento da Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, onde, depois de secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura, foram analisadas quimicamente. Foram realizadas as determinações de pH em água, fósforo (P), matéria orgânica (MO), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) e hidrogênio mais alumínio (H+Al), utilizando métodos analíticos descritos por Embrapa (1997). Foram calculados a soma de bases (S), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a porcentagem de saturação por bases (V%).

Os dados obtidos das propriedades químicas foram inicialmente analisados por meio de técnicas estatísticas descritivas, ou seja, por meio de cálculos da média, mediana e moda. Foram calculados também os valores máximo e mínimo dessas propriedades, o desvio padrão (DP), o coeficiente de variação (CV) e os valores de curtose. De acordo com os valores de CV a variabilidade dessas propriedades foi classificada, segundo Warrick & Nielsen (1980), em baixa (CV<12%), média (12<CV<62%) e alta (CV>62%). Avaliou-se também a distribuição de freqüência dos dados elaborando-se os histogramas de freqüência para acompanhamento gráfico das distribuições das amostras frente aos seus teores.

Para verificar a aderência ou não dos dados à distribuição normal, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) ao nível de 1% de probabilidade. Conforme Costa Neto (1997), para um número de amostras (n) maior do que 50 o valor de KS é calculado pela equação:

$$KS = \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{p}{2}\right)}{2n}}$$

em que

KS = diferença máxima admitida entre a curva experimental e a teórica;

p = nível de significância escolhido e

n = número de dados amostrados

Se o valor calculado do KS em módulo, for menor que o tabelado correspondente ao número “n” de amostras utilizadas, a distribuição experimental é aceita como aderente à distribuição normal. Caso contrário, os dados experimentais não apresentam distribuição normal.

Resultados e Discussão

Com base nos valores máximos e mínimos apresentados na Tabela 1, constatou-se grande amplitude de variação para as propriedades químicas. No entanto, essa amplitude deve ser analisada com certas restrições, já que a mesma considera apenas os dois valores extremos de um conjunto de dados, sendo, muitas vezes, afetada por um valor particularmente discrepante e/ou muitos valores nulos, como aconteceu em algumas das propriedades químicas estudadas, concordando com Salviano et al. (1998) e Chaves et al. (2004). Isto pode ser melhor visualizado pelos histogramas de frequência (Figura 1), os quais, em geral,

apresentaram assimetria à esquerda, tendo sido mais acentuada para a matéria orgânica.

Os valores de pH variaram de 4,06 a 8,28, ou seja, de extremamente ácido a moderadamente alcalino, respectivamente, (EMATER-PB, 1979), corroborando com os resultados encontrados por Silva (2001) e Chaves et al. (2004) que trabalharam em áreas do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, PE e da ilha de Assunção, PE, respectivamente. No entanto, os valores da média e mediana, mostraram que predomina na área estudada amostras com pH em torno de 6,40, ou seja, praticamente neutro, concordando com Cavalcanti et al., 1999, e que pode ser confirmado pelo histograma de frequência (Figura 1a). Os constituintes do solo, em alguns locais da ilha de Picos, por essa ser uma ilha fluvial, refletem a alcalinidade da água do rio, concentrando sais, tanto pelas freqüentes cheias que ocorriam antes da construção da barragem de Sobradinho, como pela prática da irrigação por inundação em tabuleiros, comum para o cultivo do arroz, e pela falta de sistemas de drenagem na área. Assim, antes da instalação de culturas nesses locais, bem como naqueles onde o pH mostrou-se ácido, é recomendado a correção do solo. Em solos com pH elevado poderão ocorrer fortes limitações de disponibilidade de fósforo e micronutrientes para as plantas (Malavolta, 1989).

Em relação à MO, os teores variaram de baixo (0 - 15 g.kg⁻¹) a alto (>25 g.kg⁻¹) (EMATER-PB, 1979) (Tabela 1), todavia, no histograma de frequência (Figura 1b), mais de 95% das amostras de solo apresentaram baixos teores, confirmados também pelos valores da moda, média e mediana, estando de acordo com Chaves et al. (2004). As demais amostras apresentaram teores classificados como altos, o que provocou uma grande amplitude total dos dados. Considerando os efeitos benéficos da MO sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, torna-se evidente a necessidade da aplicação da mesma na área em estudo.

Tabela 1. Medidas descritivas dos dados de variabilidade das propriedades químicas do solo

| Medida | pH H ₂ O | M.O | P | K | Na | Ca | Mg | Al | H+Al | S | CTC | V |
|---------|------------------------|--------------------|---------------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| | | g.kg ⁻¹ | mg.dm ⁻³ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Média | 6,42 | 6,82 | 23,18 | 0,29 | 0,11 | 5,57 | 1,88 | 0,01 | 0,92 | 7,84 | 8,72 | 89,90 |
| Mediana | 6,40 | 5,50 | 17,20 | 0,26 | 0,01 | 5,48 | 1,83 | 0,00 | 0,82 | 7,87 | 8,64 | 90,76 |
| Moda | 6,26 | 4,29 | 35,84 | 0,19 | 0,00 | 6,40 | 1,70 | 0,00 | 0,00 | 7,70 | 9,02 | 100,00 |
| DP | 0,67 | 7,57 | 18,20 | 0,17 | 0,48 | 2,33 | 0,57 | 0,03 | 0,85 | 2,83 | 2,95 | 11,53 |
| CV (%) | 10,47 | 111,03 | 78,49 | 58,01 | 438,02 | 41,87 | 30,23 | 265,43 | 92,22 | 36,05 | 33,84 | 12,82 |
| Curtose | 0,61 | 59,90 | 2,36 | 3,36 | 37,29 | -0,05 | 1,35 | 15,17 | 1,47 | 0,85 | 0,48 | 5,23 |
| Máximo | 8,28 | 78,47 | 97,30 | 0,99 | 3,50 | 13,33 | 3,82 | 0,20 | 3,99 | 17,88 | 17,88 | 150,87 |
| Mínimo | 4,06 | 0,21 | 0,04 | 0,03 | 0,00 | 1,70 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 3,21 | 3,91 | 50,84 |
| KS(%) | 0,82 | 0,61 | 0,88 | 0,79 | 0,87 | 0,34 | 0,82 | 0,99 | 0,92 | 0,40 | 0,66 | 0,92 |

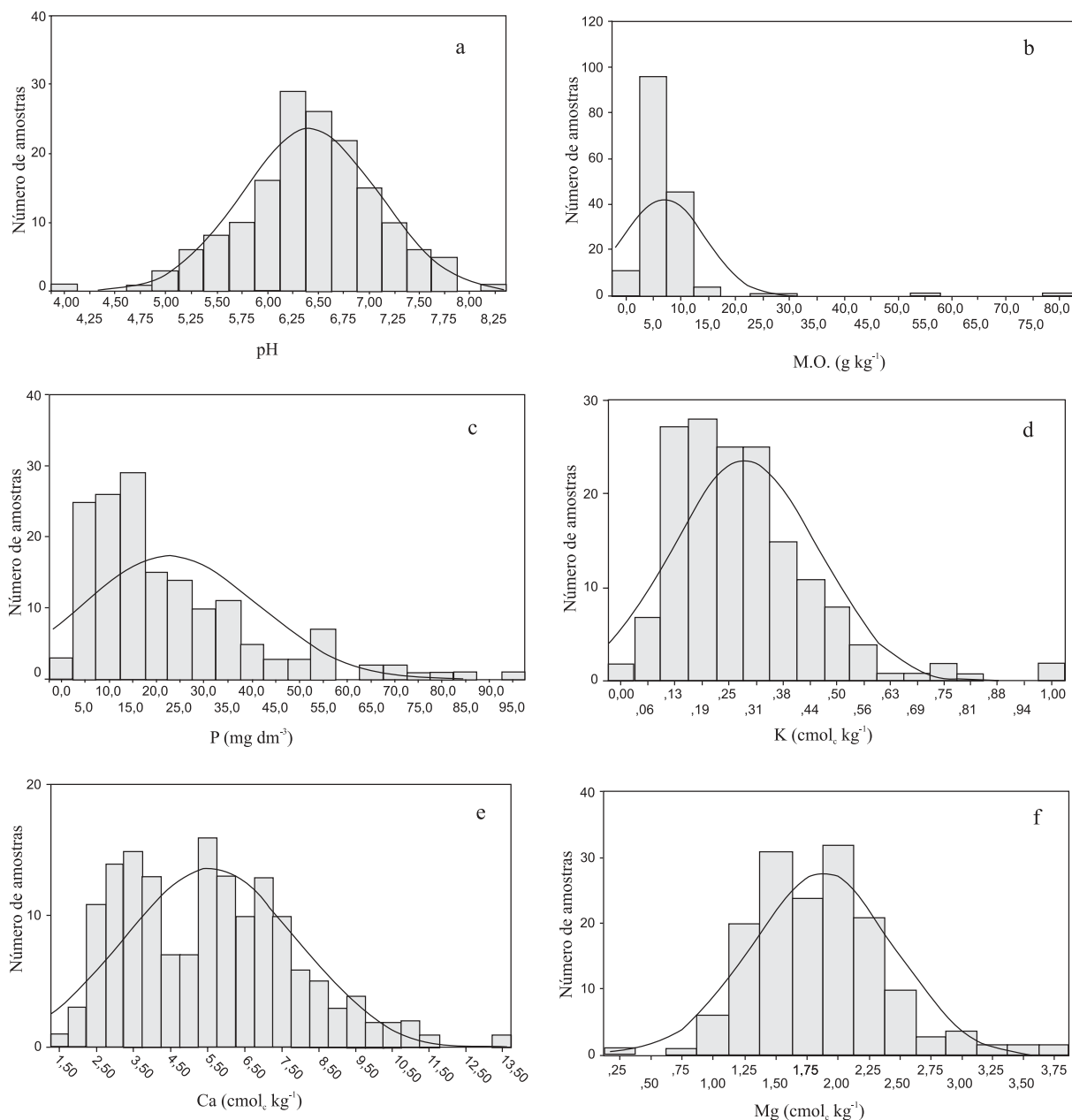


Figura 1 - Histograma de frequência e linhas de distribuição normal para os dados de pH (a), matéria orgânica (MO) (b), fósforo (P) (c), potássio (K) (d), cálcio (Ca) (e) e magnésio (Mg) (f) no Neossolo Flúvico da ilha de Picos.

Os valores máximo e mínimo encontrados para o P podem ser classificados como alto (>30 mg.dm⁻³) e baixo (0 - 10 mg.dm⁻³), respectivamente (EMATER-PB, 1979). Apesar da amplitude dos dados, observou-se na Figura 1c que a maior parte das amostras apresentou teores variando de baixos (0 - 10 mg.dm⁻³) a médios (11 - 30 mg.dm⁻³). Mesmo tendo a moda correspondido a um valor considerado alto de P, os valores da média e mediana confirmam a predominância de teores médios do elemento na área estudada, discordando de Cavalcanti et al (1999) e Chaves et al. (2004).

Esses autores, em seus estudos, observaram predominância de teores baixos de P na região do Rio São Francisco. A não-mobilização do solo da ilha, devido o declínio da atividade agrícola na área, provavelmente evitou a exposição de novos sítios de adsorção das formas lábeis de fósforo, justificando assim, a predominância dos teores médios do elemento disponível.

Os teores de K variaram de baixo (0 - 0,11 cmol_c.kg⁻¹) a alto (>0,38 cmol_c.kg⁻¹) (EMATER-PB, 1979). No entanto, na Figura 1d observa-se que a maior parte das amostras de

solo apresentou teores médios ($0,12 - 0,38 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) desse elemento, confirmados pelos valores da média, mediana e moda, concordando com Cavalcanti et al (1999). Contudo, se for considerada a classificação de K preconizada pela Embrapa (1980), onde os teores de $0,12$ a $0,23 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ são considerados médios, de $0,23$ a $0,35 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ alto e $> 0,35 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ muito alto, então, pode-se dizer que na maior parte da ilha, quando for usada para agricultura, não é necessária a aplicação de K.

Apesar da grande amplitude dos dados de Ca, observou-se que os valores da média e mediana são semelhantes, $5,57$ e $5,48 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$, respectivamente. A ocorrência de valores altos discrepantes desse elemento fez com que o histograma de frequência (Figura 1e) apresentasse assimetria à esquerda, no sentido dos mais baixos teores. Mesmo assim, considerando o que preconiza Raij (1981), que 2 a $3 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de terra é adequado para o desenvolvimento das culturas, pode-se afirmar que no solo da ilha de Picos não existe deficiência deste elemento para as plantas.

Os valores da média e da mediana para o Mg são praticamente iguais ($1,88$ e $1,83 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ respectivamente); no entanto, como mostra a Figura 1f, a assimetria dos dados foi muita discreta. Com base nos dados apresentados nessa mesma figura e considerando que o teor de Mg suficiente para a maioria das culturas está em torno de $0,4 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ e que o teor de $0,8 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ é considerado alto (Raij, 1981), é possível afirmar que, na maior parte da área em estudo não há deficiência de Mg.

Da mesma forma, os valores da média ($0,92 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) e mediana ($0,82 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) para o H + Al foram semelhantes e o fato da moda dos dados ter sido o valor zero, contribuiu para que a assimetria à esquerda, neste caso, fosse mais acentuada (Figura 2b). Esses dados estão de acordo com a variação do pH e do Al, que se mostrou baixo ($< 0,3 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) ou ausente (muitos valores nulos), em grande parte da área estudada, o que fez com que a presença de H + Al fosse constatada apenas nas áreas que apresentam determinado grau de acidez.

Os valores da soma de bases (S) presentes no solo da ilha de Picos variaram de médio ($2,6 - 5,5 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) a alto ($> 5,5 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) (Mello, 1985), predominando, de acordo com a média e mediana, valores altos (Figura 2a). Para a CTC, os valores variaram de baixo ($< 5 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) a alto ($15,1 - 50 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$), predominando valores médios ($5,1 - 15 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) (Mello, 1985), (Figura 2c). Considerando que as cargas elétricas negativas, onde os cátions são retidos, ocorrem, predominantemente nas frações orgânica e argila dos solos e que predominam na área de estudo baixos teores de MO, pode-se inferir que os valores de CTC devem

estar relacionados, principalmente, com a fração argila do solo e que uma forma de aumentá-la seria através da incorporação de MO ao solo. Com base nos valores de S e CTC calculou-se a porcentagem de saturação por bases (V%) e constatou-se que em toda a área estudada o solo se apresenta como eutrófico, ou seja, V% acima de 50 (Figura 2d), indicando que a maior parte do complexo de troca do solo estava sendo ocupada pelos cátions básicos: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Excluindo-se os resultados de Na e de Al da análise dos dados, pois suas distribuições foram completamente anômalas (dos 158 pontos, em 74 e 127 encontrou-se $0,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de Na e Al, respectivamente; em 80 e 31 pontos obteve-se dados de Na e Al, respectivamente, variando de $0,01$ a $0,3 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ e em apenas 4 pontos os valores de Na variaram de $2,4$ a $3,5 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$), a variabilidade do solo medida pelo CV, segundo Warrick & Nielsen (1980), revelou-se alta para o P, MO e H + Al concordando com Souza et al. (1998), Silva (2001), Alvarez & Guarçoni (2003) e Araújo & Oliveira (2003). Os valores de CV para o K, Ca, Mg, S, CTC e V% foram classificados como médios, da mesma forma que foi encontrado por Santos & Vasconcelos (1987), Silva (2001), Cora et al. (2004) e Chaves et al. (2004) em relação ao K, Ca, Mg e CTC. Segundo Wollenhaupt et al. (1997), mesmo que os valores do CV sejam moderados, este não é necessariamente um bom indicador da variabilidade espacial dos atributos do solo, haja visto a ocorrência de locais no campo com valores extremamente altos ou baixos, como foi observado no presente trabalho.

O pH foi o que apresentou menor variância, estando de acordo com Santos & Vasconcelos (1987), Souza et al. (1997), Salviano et al. (1998), Oliveira et al (1999) e Silva (2001). Segundo Araújo & Oliveira (2003) essa menor variância indica que o pH não deve ser empregado como indicador para determinar o número de amostras simples de solo para se fazer uma amostra composta, se for o caso. Nessa mesma linha de raciocínio, o P ou a MO, devido seus altos CV, seriam os mais apropriados uma vez que o número de pontos amostrais necessários para estimar o valor de uma propriedade do solo é diretamente proporcional ao seu coeficiente de variação (Souza et al., 1997). Segundo esses mesmos autores, é interessante lembrar que nunca se faz uma amostragem em separado para cada uma das propriedades do solo, o que significa dizer que a precisão final da estimativa feita após amostragem única depende da propriedade considerada.

Uma das causas dos altos CV da MO e do P pode estar relacionada aos antigos depósitos de materiais orgânicos trazidos pelas águas de inundação do Rio São Francisco, na época das cheias. De acordo com Souza et al. (1998) e Salviano et al. (1998), essa variabilidade, como a

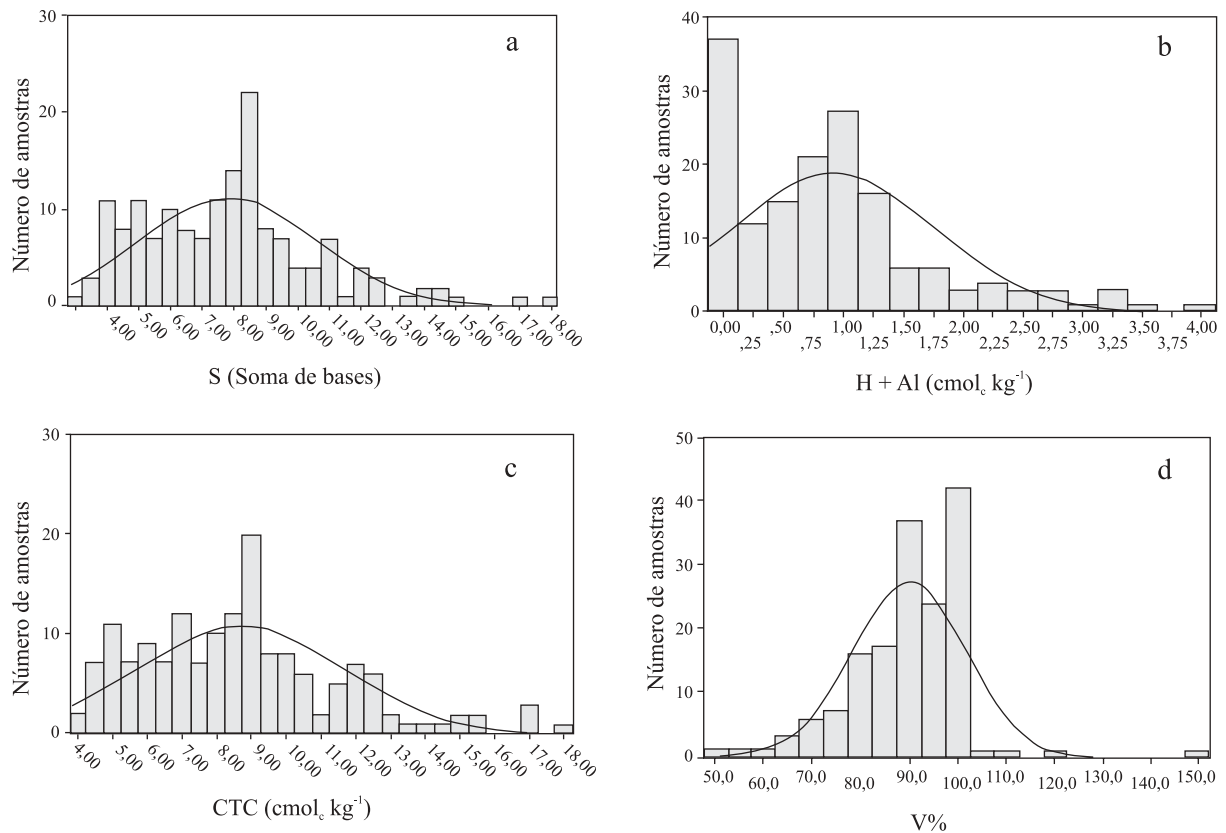


Figura 2 - Histograma de frequência e linhas de distribuição normal para os dados de Soma de Bases (S) (a), Hidrogênio mais Alumínio (H+Al) (b), Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (c) e Porcentagem de Saturação por Bases (V%) (d) no Neossolo Flúvico da ilha de Picos.

do K, Ca e Mg, também pode ser atribuída, em parte, ao manejo do solo e/ou à aplicação localizada de fertilizantes e ao efeito residual da adubação. No caso do H + Al, o alto CV pode ser consequência da grande quantidade de valores nulos encontrados na análise das amostras de solo.

Os valores de curtose variaram de -0,05, para o Ca até 59,50, para a MO. O fato do valor de curtose estar próximo a 3 e os valores da média e mediana serem iguais, ou muito próximas, é um indício de que os valores experimentais apresentam distribuição normal (Spiegel, 1985). Com base nesta premissa e considerando os dados apresentados na Tabela 1, se poderia supor que algumas propriedades químicas apresentassem distribuição normal, no entanto isto não foi confirmado pelo teste KS, ou seja, esse teste não foi significativo para nenhuma das propriedades químicas analisadas. Na prática, isto significa dizer que os valores das médias encontrados para as respectivas propriedades não podem ser considerados para o cálculo de insumos agrícolas para a área como um todo. Se eles fossem considerados, alguns locais na área em estudo receberiam quantidades de insumo maiores ou menores do que o necessário devido os dados não apresentarem distribui-

ção normal. Isso resultaria em prejuízos econômicos, tanto pela aplicação desnecessária, quanto pelo desequilíbrio entre as quantidades de nutrientes que seriam disponibilizados para as plantas, além do efeito deletério que essa prática pode ocasionar sobre o meio ambiente (Corá et al., 2004).

Conclusões

1. Diferentes graus de variabilidade foram verificados nas propriedades químicas consideradas.
2. Nenhuma propriedade química apresentou distribuição normal dos dados.
3. Há predominância de baixos teores de sódio, alumínio, hidrogênio mais alumínio e matéria orgânica; teores médios de fósforo, potássio, capacidade de troca catiônica.
4. Os valores de pH, cálcio e magnésio, na maior parte da área estudada, são adequados para a maioria das culturas.
5. O Neossolo Flúvico da ilha de Picos é um solo eutrófico e apresenta-se com média fertilidade.

Agradecimento

À Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF, 3ª Superintendência Regional, pelas informações concedidas a respeito da área em estudo.

Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, V. H.; GUARÇONI, M. Variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.297-310, 2003.
- ARAUJO, P. M. D. B.; OLIVEIRA, M. Variabilidade espacial de cálcio, magnésio, fósforo e potássio em solos das regiões oeste e do baixo Açu, estado do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, v.16, p.69-78, 2003.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVACK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO R. F.; KNOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of American Journal**, v.58, p.1240-1248, 1994.
- CAVALCANTI, F. J. A.; MESSIAS, A. S.; SILVA, M. C. L.; MORAES, E. J. F.; LIRA, L. R. B. Avaliação da Fertilidade dos solos de Pernambuco: Resultados de 1998. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais...**Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1CD-ROM.
- CHAVES, L. H. G.; TITO, G. A.; CHAVES, I. B.; LUNA, J. G.; SILVA, P. C. M. Propriedades químicas do solo aluvial da ilha de Assunção – Cabrobó (Pernambuco). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.431-437, 2004.
- COELHO, M. G. Variabilidade espacial de características físicas e químicas em um solo salino-sódico. **Ciência Agrônômica**, v.14, p.149-156, 1983.
- CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.1013-1021, 2004.
- COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. 15.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997. 468p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Avaliação da fertilidade dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro, 1980. 11p. (Boletim Técnico 74)
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMATER-PB. **Sugestões de adubação para o Estado da Paraíba; 1ª aproximação**. João Pessoa: 1979. 56p.
- LeCLERG, E. L.; LEONARD, W. H.; CLARK, A. G. **Field plot technique**. Minneapolis: Burgess, 1962. 373p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 251p.
- MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; NETO, A. C.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 400p.
- OLIVEIRA, J. J.; CHAVES, L. H. G.; QUEIROZ, J. E.; LUNA, J. G. de. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.783-789, 1999.
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 142p.
- SALVIANO, A. A. C.; VIEIRA, S. R.; SPAROVEK, G. Variabilidade espacial de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* L. em área severamente erodida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.115-122, 1998.
- SANTOS, R. V.; VASCONCELOS, C. A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.11, p.97-100, 1987.
- SILVA, P. C. M. **Avaliação e variabilidade espacial de propriedades químicas do solo da “Extensão Maria Tereza” – Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE**. 2001. 104p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.
- SOUZA, L. S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo em um pomar cítrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.367-372, 1997.
- SOUZA, L. da S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo em relação a sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.77-86, 1998.
- SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 2.ed. São Paulo: McGraw Hill, 1985. 454p.
- VITTI, G. C. Acidez do solo, calagem e gessagem. In: FERNANDES, F.M.; NASCIMENTO, V.M. **Curso de atualização em fertilidade do solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap. 10, p.303-319.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties the soil. In: HILL, D. (Ed.) **Applications of soil Physics**. New York: Academic Press, 1980. cap. 13, p.319-344.
- WOLLENHAUPT, N. C.; MULLA, D. J.; CRAWFORD, C. A. G. Soil Sampling and interpolation techniques for mapping spatial variability of soil properties. In: PIERCE, J. P.; SADLER, E. J. (Ed.) **The site-specific management for agricultural systems**. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1997. p.19-53.