



Comparação de dispersantes químicos na análise granulométrica de solos do Estado de Pernambuco

Jailson C. Cunha¹, Maria B. G. dos S. Freire², Hugo A. Ruiz³,
Raphael B. A. Fernandes⁴ & Victor H. Alvarez V.⁵

¹ UFRPE. Recife, PE. E-mail: jailson.c.c@gmail.com (Autor correspondente)

² UFRPE. Recife, PE. Bolsista CNPq. E-mail: betania@depa.ufrpe.br

³ UFES. Alegre, ES. Bolsista CAPES e CNPq. E-mail: hruiuz@cca.ufes.br, hruiuz@ufv.br

⁴ UFV. Viçosa, MG. Bolsista CNPq. E-mail: raphael@ufv.br

⁵ DPS/UFV. Viçosa, MG. E-mail: vhav@ufv.br

Palavras-chave:

hidróxido de sódio
granulometria
carga permanente
carga variável
textura do solo

RESUMO

Laboratórios de diferentes regiões do Brasil não utilizam procedimentos uniformes para a execução da análise granulométrica. Soluções de hidróxido de sódio (NaOH) ou de hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ são as mais utilizadas na dispersão química das partículas do solo. O elevado pH da solução de NaOH favorece a dispersão em solos com minerais de carga variável na fração argila, como os óxidos de ferro e alumínio presentes em solos de regiões tropicais. Com base nesta afirmativa, objetivou-se testar a eficiência de soluções NaOH (D1), $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{NaOH}]$ (D2) e $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ (D3) como dispersantes químicos na análise granulométrica de amostras de dois horizontes de 26 solos de referência do Estado de Pernambuco. A comparação entre os dispersantes foi realizada utilizando-se o teste estatístico L&O. Na comparação de $D2 = f(D1)$ e $D3 = f(D1)$ observou-se que não houve semelhança entre os dispersantes. O intercepto na equação de regressão linear para a fração argila, significativo a 0,01 e negativo, indica a obtenção de teores mais elevados de argila com D1. O NaOH foi o dispersante mais adequado na determinação da textura das amostras analisadas, representativas de 82% da área total do Estado.

Key words:

sodium hydroxide
particle-size analysis
permanent charge
variable charge
soil texture

Comparison of chemical dispersants for particle-size analysis of soils of Pernambuco state

ABSTRACT

Laboratories in different regions of Brazil do not standardize the procedures for particle size analysis. Solutions of sodium hydroxide (NaOH), sodium hexametaphosphate and sodium carbonate $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ are the most commonly used in the chemical dispersion of the particle of soil. The high pH of the NaOH solution favors the dispersion in soils with clay minerals of variable-charge in the clay fraction, as oxides of iron and aluminum present in tropical soils. Based on this statement it was aimed to test the efficiency of NaOH (D1), $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ (D2) and $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{NaOH}]$ (D3) solutions as chemical dispersants in the particle-size analysis of two horizons of 26 reference soils of the State of Pernambuco. The comparison between the dispersants was performed using the statistics test L&O. The comparison of $D2 = f(D1)$ and $D3 = f(D1)$ showed no agreement between the dispersants. The intercept in the linear regression equation for the clay fraction, significant at 0.01 and negative, showed highest clay values when using D1. The NaOH solution was the most suitable dispersant to determine the texture of the analysed samples, representative of 82% of the total area of the state.

INTRODUÇÃO

A proporção das frações granulométricas do solo é determinada em laboratório e envolve pré-tratamentos, dispersão da amostra de solo (química e física) e separação e quantificação das frações texturais. Laboratórios de diferentes regiões do País e, em alguns casos, da mesma região, não utilizam procedimentos uniformes para a execução da análise granulométrica. Muitos esforços têm sido voltados ao aprimoramento da análise granulométrica

do solo (Donagemma et al., 2003; Rodrigues et al., 2009; Sousa Neto et al., 2009; Miyazawa & Barbosa, 2011; Rodrigues et al., 2011). As principais divergências na análise estão na dispersão química, na dispersão física (mecânica) e na quantificação das frações texturais. Não há unanimidade nos laboratórios do Brasil quanto ao dispersante químico mais apropriado para realização da análise granulométrica. Os mais utilizados são soluções de hidróxido de sódio e de hexametáfosfato de sódio mais carbonato de sódio (EMBRAPA, 1997).

Considerando especificamente o dispersante químico, conclui-se que a solução de hidróxido de sódio é mais utilizada pelos laboratórios das Regiões Sul e Sudeste enquanto na Região Nordeste predomina o uso de solução de hexametáfosfato de sódio mais carbonato de sódio.

Na dispersão a sequência $Li > Na > K > Rb > Cs$ indicaria a ordem decrescente de eficiência para amostras de solos, porém em estudo com amostras dos horizontes A e B de oito Latossolos de Minas Gerais (Mauri et al., 2011) o hidróxido de sódio foi o dispersante mais efetivo comparado ao hidróxido de lítio. Esta resposta foi atribuída à formação de ligações covalentes, por parte do lítio (Cotton et al., 1999) com o conseqüente bloqueio de cargas elétricas negativas do complexo de troca.

Comparando diversos compostos de Na (Mauri et al., 2011) observou-se a seguinte seqüência de efetividade na dispersão de Latossolos:

$NaOH > [(NaPO_3)_n + NaOH] > [HCl + NaOH] > [NaClO + NaOH] > (NaPO_3)_n > NaClO$.

Segundo os autores citados, que utilizaram o resultado com maior valor de argila para expressar a efetividade dos dispersantes, nenhum outro testado se igualou ao resultado obtido com a solução de NaOH. Contudo, na Região Nordeste se encontra uma ampla variedade de solos com diferentes estágios de desenvolvimento e características físicas e químicas e os Latossolos não predominam em termos da área total.

O pH do meio assume importância na dispersão das argilas, que é facilitada pela elevação do pH acima do estabelecido para o ponto de carga zero (PCZ). Nessas condições, a proporção de cargas negativas, dependentes de pH, se eleva e, em contrapartida, há incremento na repulsão entre as partículas (Raij & Peech, 1972).

Na dispersão química da análise granulométrica de solos da Região Nordeste considera-se, hipoteticamente, que o elevado pH da solução de NaOH favorece a dispersão de solos com argilas de carga variável e que a solução de NaOH é mais efetiva que a solução de $[(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]$ por apresentar pH mais elevado na suspensão. É importante identificar a solução mais eficiente na dispersão química de análises granulométricas, o que contribuirá com a rapidez e acurácia do processo analítico para determinação da textura do solo.

O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência de soluções de NaOH, de $[(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]$ e de $[(NaPO_3)_n + NaOH]$ como dispersantes químicos na análise granulométrica, de forma a indicar a solução mais adequada na determinação das frações granulométricas desses solos. Foram utilizadas amostras de dois horizontes de 26 solos de referência do Estado de Pernambuco, representativos de 82% da área total do Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a pesquisa desenvolvida entre os anos de 2008 e 2010 na Universidade Federal de Viçosa, foram coletadas amostras dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais de perfis de solo de referência do Estado de Pernambuco, segundo classificação da equipe de pedologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, a qual selecionou 35 perfis

cujos solos apresentam, em conjunto, elevada heterogeneidade, representando a diversidade de solos do Estado, distribuídos nas mesorregiões Zona da Mata, Agreste e Sertão.

Os solos representativos do Estado de Pernambuco, segundo levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade, realizado pela EMBRAPA (2000) abrangem a área de 98.938 km², que equivalem à totalidade do respectivo Estado.

Foram selecionados 26 perfis (Tabela 1) que representam aproximadamente 81.070 km² e correspondem a 82% da área total do Estado. Para a escolha dos perfis determinou-se que o teor de areia não poderia, em pelo menos um dos horizontes, exceder 0,750 kg kg⁻¹, segundo dados preliminares dos levantamentos indicados. Considerou-se que os solos com maior teor de areia não apresentariam dificuldades de dispersão; também foram descartados solos salinos que exigiriam a aplicação de pré-tratamento para eliminação de sais solúveis e solos orgânicos.

Após coleta, as amostras foram secadas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina secada ao ar (TFSA).

Para o teste dos dispersantes químicos, os tratamentos corresponderam a um arranjo fatorial 26 x 2 x 3, sendo as amostras dos 26 solos representativos do Estado de Pernambuco retiradas de dois horizontes e analisadas com o uso de três dispersantes químicos $\{NaOH, [(NaPO_3)_n + NaOH] \text{ e } [(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]\}$ denominados D1, D2 e D3, respectivamente (Tabela 2). A pressão osmótica (PO) das soluções dispersoras foi determinada utilizando-se microosmômetro modelo 5004 Precision Systems Inc. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições.

As análises granulométricas foram realizadas pelo método da pipeta, segundo Ruiz (2005a, b).

Para comparar os três dispersantes utilizou-se o teste L&O (Leite & Oliveira, 2002) que consiste em uma regra decisória construída com base na estatística F (Graybill, 2000) na avaliação do erro médio e na análise do coeficiente de correlação linear.

Conforme os autores, Y_j e Y_1 são dois vetores de dados quantitativos em que j indica um método, procedimento ou tratamento alternativo e 1, o tratamento padrão. Dois métodos serão considerados estatisticamente iguais se, simultaneamente, após o ajuste da regressão linear, $Y_j = \beta_0 + \beta_1 Y_1 + \epsilon$, β_0 for igual a zero e β_1 for igual a 1, estando o valor de $R_{Y_j Y_1}$ próximo a 1.

Para testar se $\beta_0 = 0$, ao mesmo tempo em que $\beta_1 = 1$, utiliza-se a estatística F modificada por Graybill (2000) com a qual se testam, simultaneamente, os parâmetros, através da hipótese $H_0: \beta' = [0 \ 1]$. Além do teste F, é importante avaliar a precisão do método alternativo em relação ao método padrão, por meio da quantificação do erro médio ($\bar{\epsilon}$). Para observar se o erro foi significativo fez-se uso da estatística t, caso em que, com o t calculado (t do erro médio) e sendo menor que o t tabelado para n-1 graus de liberdade, acata-se a hipótese H_0 de que o erro médio é igual a 0.

Como citado anteriormente, deve-se ter um coeficiente de correlação alto (próximo de 1); no entanto, valores elevados de $R_{Y_j Y_1}$ são muito relativos, haja vista a possibilidade de ocorrer elevada dispersão de Y_j em relação a Y_1 , tornando-se necessário compará-lo à expressão: $1 - |\bar{\epsilon}|$, ou seja, $R_{Y_j Y_1} \geq (1 - |\bar{\epsilon}|)$.

Tabela 1. Solos de referência do Estado de Pernambuco utilizados no estudo

Perfil ^{1/}	Classe de solo	Litologia	Horizonte ^{2/}	
			Superficial	Subsuperficial
Zona da Mata ^{3/}				
1	Argissolo Vermelho Amarelo	Gnaisse	A1	Bt1
2	Argissolo Amarelo	Grupo Barreiras	A	Bt1
4	Argissolo Vermelho Amarelo	Gnaisses e migmatitos	A	Bt1
5	Chernossolo Argilúvico	Gnaisse	Ap	Bt
6	Latossolo Amarelo	Material similar ao do Grupo Barreiras recobrimdo embasamento cristalino	A	Bw1
7	Nitossolo Vermelho	Rochas vulcânicas básicas	Ap	Bt1
8	Argissolo Vermelho	Gnaisse	Ap	Bt1
9	Plintossolo Argilúvico	Grupo Barreiras	Ap	2Bt
10	Argissolo Amarelo	Grupo Barreiras	Ap	Btx
12	Gleissolo Háplico	Sedimentos aluviais referidos ao Holoceno	Ap	A2
Agreste ^{3/}				
14	Planossolo Háplico	Biotita-gnaisse leucocrático equigranular médio	A2	2Bt
15	Planossolo Háplico	Diorito equigranular grosso	Ap	2Bt
16	Argissolo Vermelho	Biotita-gnaisse leucocrático equigranular grosso	Ap	Bt1
18	Argissolo Amarelo	Biotita-muscovita-quartzito de grão médio a fino, com veios de quartzo	Ap	Bt
19	Planossolo Nátrico	Biotita-gnaisse bandado de grão médio com veios de quartzo	Ap	2Btn
20	Latossolo Vermelho Amarelo	Titanita-anfibólio-biotita-granodiorito grosso com pórfiros de plagioclásio	A1	Bw1
21	Argissolo Vermelho Amarelo	Sillimanita-biotita-muscovita-gnaisse leucocrático de grão médio	Ap	Bt
22	Argissolo Amarelo	Cobertura pouco espessa sobre rochas cristalinas	A	Btx
22a	Neossolo Litólico	Granito	A1	A2
Sertão ^{3/}				
23	Argissolo Amarelo	Rochas do cristalino (Micaxisto)	A	Bt1
24	Planossolo Nátrico	Cobertura pouco espessa de material pedimentar do Terciário/Quaternário, sobre rochas do Pré-cambiano.	Btn1	Btn2
29	Luvissolo Crômico	Micaxistos e gnaisses do Pré-cambriano indiviso	A	2Bt
30	Latossolo Amarelo	Material do Pré-Cambriano indiviso, com recobrimento de material pedimentar referido ao Terciário/Quaternário	A	Bw1
31	Cambissolo Háplico	Granitos e sienitos	Ap	Bi1
32	Vertissolo Crômico	Folhelhos com intercalação de calcários, margas, siltitos e gibbsita	Ap	Biv
33	Argissolo Amarelo	Material do Pré-Cambriano com recobrimento pedimentar de material referido ao Terciário/Quaternário	A	Bt

^{1/}Numeração atribuída pela Universidade Federal Rural de Pernambuco aos solos de referência do Estado. ^{2/}Exceto perfis 12 e 22a. ^{3/}Região de localização do perfil no Estado

Tabela 2. Concentração, pH e pressão osmótica (PO) das soluções dos dispersantes químicos utilizadas

Referência	Dispersante	Concentração ^{1/} mol L ⁻¹	pH ^{1/}	PO ^{1/} kPa
D1	NaOH	0,01	11,8	29
D2	(NaPO ₃) _n + NaOH	0,01 + 0,01	11,8	33
D3	(NaPO ₃) _n + Na ₂ CO ₃	0,01 + 0,002	8,9	19

^{1/}Concentração, pH e pressão osmótica referem-se à solução final com volume igual a 500 mL

Pelo procedimento estatístico podem ocorrer oito situações mas, em apenas uma delas, um método alternativo é considerado igual ao método padrão, em que $F(H_0)$ e t_e são não significativos e $R_{Y_1, Y_1} \geq (1 - |\epsilon|)$.

Pela peculiaridade do teste L&O em trabalhar com todas as repetições e não apenas com as médias de cada determinação, é possível avaliar, além da exatidão, a precisão dos resultados.

Na expectativa de se obter resultados mais conclusivos da aplicabilidade de cada dispersante químico, realizou-se a discriminação dos solos correspondentes a cada uma das mesorregiões estudadas: Zona da Mata, Agreste e Sertão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a hipótese de trabalho de que o pH elevado favorece a dispersão de solos com argilas de carga variável pelo aumento da CTC e da repulsão entre partículas, os

dispersantes D1 e D2 seriam mais efetivos na dispersão das frações granulométricas dos solos do que o D3 de menor pH (Tabela 2). Entretanto, esta característica pode ser reduzida pelo incremento da pressão osmótica da solução nos dispersantes D1 e D2, que tendem a provocar a floculação das partículas.

Na comparação entre D2 (Y_2) e D1 (Y_1) foi possível observar que não houve identidade entre os dois dispersantes para nenhuma das frações texturais (Figura 1A, 1B, 1C e 1D). Exceto a fração areia grossa (Figura 1A), cuja identidade não foi obtida devido ao valor inferior do coeficiente de correlação (R_{Y_2, Y_1}) quanto à expressão $(1 - |\epsilon|)$, todas as frações apresentaram equação de regressão com intercepto significativo a 1%, positivo para areia fina e silte e negativo para argila, o que indica maior efetividade do hidróxido de sódio em relação ao D2 para obtenção de maiores proporções de argila nos horizontes dos solos estudados.

É importante destacar que, na comparação entre métodos de dispersão química na análise granulométrica, considerou-se o mais efetivo aquele que permitiu quantificar o maior valor de argila, indicativo de menor proporção de pseudocomponentes, sendo esses microagregados do tamanho de silte formados a partir da aglutinação de argilas oriunda da ação cimentante de óxidos de Fe e Al mal cristalizados (Donagemma et al., 2008). A determinação acurada do valor de argila é de extrema importância nos mais diversos ramos da ciência do solo. Em

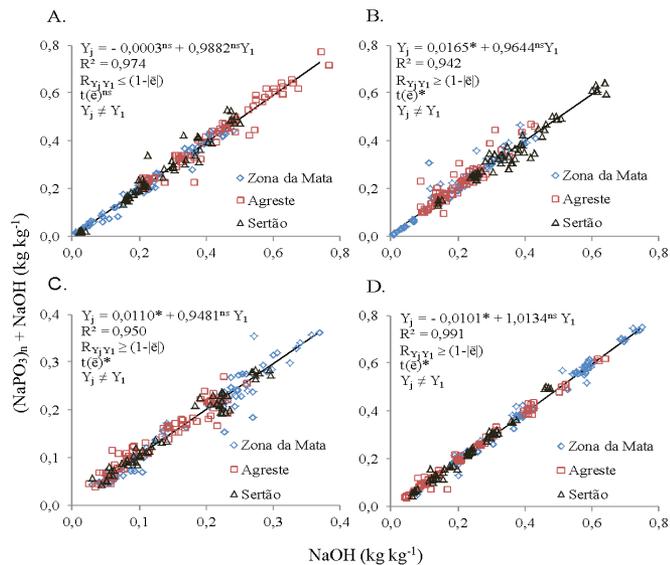


Figura 1. Comparação dos dispersantes químicos $[(NaPO_3)_n + NaOH]$ (Y_j) vs NaOH (Y_1) na determinação das frações areia grossa (A), areia fina (B), silte (C) e argila (D) nas amostras dos solos e horizontes analisados ($n = 208$) segundo as regras de decisão do teste L&O a nível de significância de 0,01

alguns trabalhos (Al Majou et al., 2008; Klein et al., 2010; Medeiros et al., 2014) tem-se utilizado desta propriedade de argila para correlação com outras variáveis de interesse na pesquisa em solos.

O intercepto negativo e significativo na relação $D2 = f(D1)$ indicam maior valor de argila quando a amostra é dispersa por D1, frente à dispersão utilizando D2. A declividade não significativa e igual a 1 sugere que, na realidade, o dispersante D2 poderia ser utilizado como alternativa desde que calibrado adequadamente para referir os resultados aos obtidos com D1. Evita-se este trabalho utilizando diretamente D1.

O raciocínio da comparação anterior é o mesmo quando comparado D3 (Y_j) versus D1 (Y_1) já que não houve identidade entre os dispersantes para nenhuma das frações texturais (Figura 2A, 2B, 2C e 2D). O intercepto encontrado na equação de regressão linear para a fração argila quando analisado $D3 = f(D1)$ (Figura 2D), significativo a 0,01 e negativo, indica a obtenção de teores mais elevados de argila com D1. Este argumento pode ser reforçado pelo intercepto positivo e significativo a 0,01 para a fração silte, indicando a tendência do $[(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]$ determinar valores mais elevados de silte em comparação ao NaOH, ou seja, a efetividade do $(NaPO_3)_n$ seria adequada para solos com minerais de argila de carga elétrica permanente e não para solos com argilas que apresentem, pelo menos parcialmente, cargas elétricas dependentes de pH como é o caso dos utilizados neste trabalho (Cunha, 2010).

O erro médio não significativo, $R_{Y_j Y_1} \geq (1-|\epsilon|)$ e intercepto e declividade não significativos, permitem afirmar haver identidade entre os dispersantes $[(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]$ (Y_j) e $[(NaPO_3)_n + NaOH]$ (Y_1) ou seja, $Y_j = Y_1$, na determinação dos valores da fração argila (Figura 3D). A única regra não obedecida para confirmar a igualdade entre D3 e D2 para os

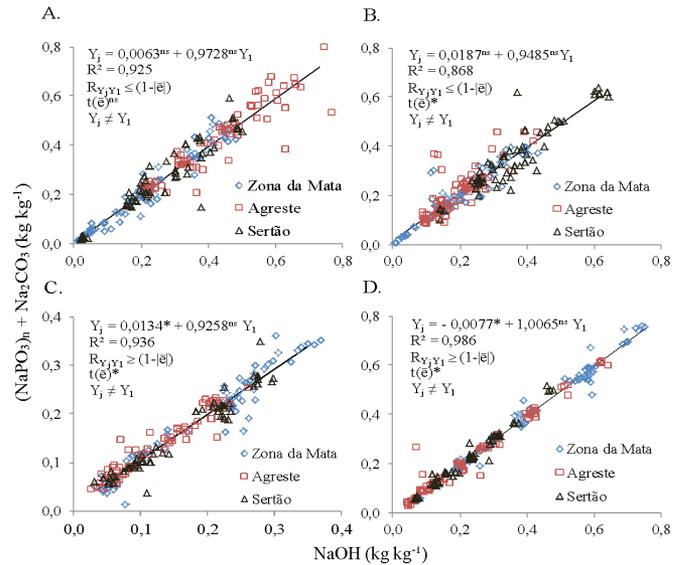


Figura 2. Comparação dos dispersantes químicos $[(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]$ (Y_j) vs NaOH (Y_1) na determinação das frações areia grossa (A), areia fina (B), silte (C) e argila (D) nas amostras dos solos e horizontes analisados ($n = 208$) segundo as regras de decisão do teste L&O a nível de significância de 0,01

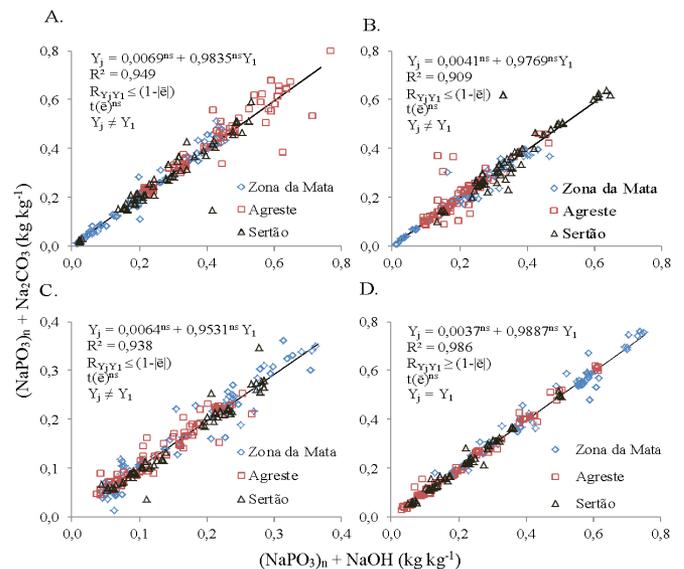


Figura 3. Comparação dos dispersantes químicos $[(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]$ (Y_j) vs $[(NaPO_3)_n + NaOH]$ (Y_1) na determinação das frações areia grossa (A), areia fina (B), silte (C) e argila (D) nas amostras dos solos e horizontes analisados ($n = 208$) segundo as regras de decisão do teste L&O a nível de significância de 0,01

teores de areia grossa, areia fina e silte, foi a da superioridade do valor do coeficiente de correlação em referência à expressão $1-|\epsilon|$ sinalizando que, apesar do erro médio não ser significativo a nível de 0,01 de probabilidade, o $R_{Y_j Y_1}$ não foi suficientemente elevado para obedecer à regra decisória (Figura 3A, 3B e 3C).

Desta forma, observa-se maior efetividade do NaOH em relação ao $[(NaPO_3)_n + NaOH]$ (Figura 1), maior efetividade do NaOH comparado ao $[(NaPO_3)_n + Na_2CO_3]$ (Figura 2) e certo

equilíbrio na comparação [(NaPO₃)_n + Na₂CO₃] vs [(NaPO₃)_n + NaOH] (Figura 3). Considerando-se o NaOH o mais efetivo, este é o dispersante indicado na análise granulométrica dos solos em estudo.

Cada solução dispersante apresenta esta relação de pressão osmótica (PO): [(NaPO₃)_n + NaOH] > NaOH > [(NaPO₃)_n + Na₂CO₃]; e de pH: [(NaPO₃)_n + NaOH] = NaOH > [(NaPO₃)_n + Na₂CO₃] (Tabela 2). Daí, pode-se atribuir, primeiramente, a superioridade do NaOH na comparação com D2 a sua menor PO, haja vista a igualdade de pH entre os dois dispersantes.

Por outro lado e mesmo possuindo PO superior ao D3, a resposta à elevação de pH a valor próximo de 12 do NaOH foi suficiente para anular a maior tendência à floculação em

resposta à PO. Assim, o surgimento de cargas elétricas negativas no sistema, em resposta à elevação do pH, pode ter favorecido a expansão da dupla camada difusa, e conseqüentemente, a dispersão das partículas. Por último, acredita-se haver um limite de valor da PO onde sua implicação (floculação das partículas) pode ser anulada pela elevação do pH até valores próximos a 12.

Os solos foram discriminados de acordo com as mesorregiões estudadas. Na Zona da Mata, tomando sempre como referência o dispersante D1 (Y₁) e como critério o maior valor de argila, verifica-se que o NaOH é o dispersante mais efetivo na análise granulométrica de solos dessa mesorregião (Figura 4A, 4D e 4G).

Mantendo o critério apontado no parágrafo anterior, verifica-se que para os solos do Agreste e do Sertão poderiam

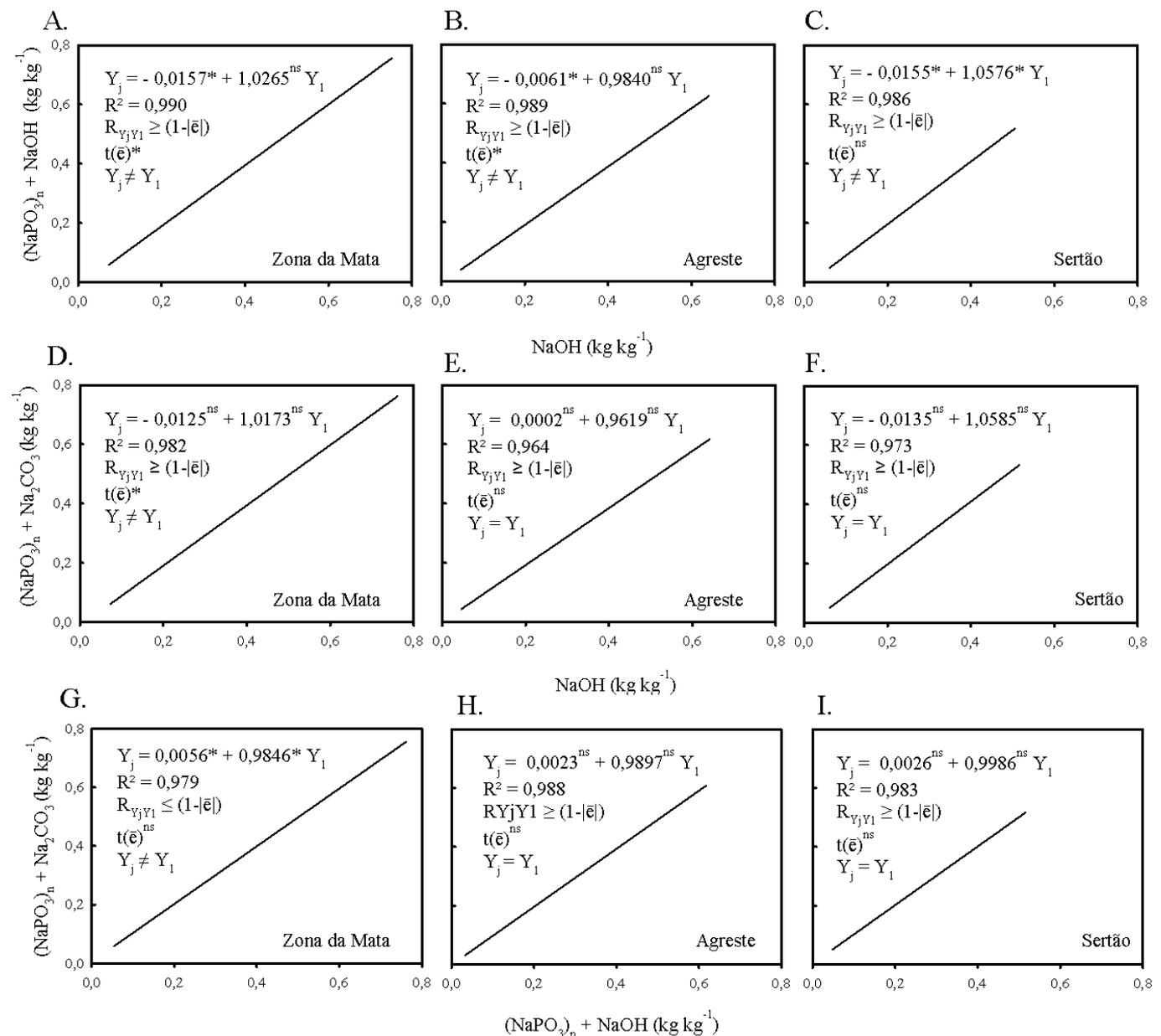


Figura 4. Comparação dos dispersantes químicos [(NaPO₃)_n + NaOH] (Y_j) vs NaOH (Y₁); [(NaPO₃)_n + Na₂CO₃] (Y_j) vs NaOH (Y₁); e [(NaPO₃)_n + Na₂CO₃] (Y_j) vs [(NaPO₃)_n + NaOH] (Y₁) na determinação do valor de argila nas amostras dos solos das mesorregiões Zona da Mata (n = 80), Agreste (n = 72) e Sertão (n = 56) segundo as regras de decisão do teste L&O

ser utilizadas, indistintamente, as soluções de NaOH ou da mistura $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ (Figura 4E e 4F). Para todos os solos selecionados a solução de $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{NaOH}]$ deve ser descartada como dispersante químico alternativo (Figura 1).

Na comparação das soluções de NaOH e de $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$, a resposta diferenciada nas análises das amostras da Zona da Mata (Figura 4D), frente às do Agreste e do Sertão (Figura 4E e 4F), pode ser atribuída, dentre diversos fatores, à maior proporção de carga variável nas amostras de solos da Zona da Mata em comparação às do Agreste e Sertão (Cunha, 2010). Destaca-se que, quanto maior a proporção de carga variável no complexo de troca catiônica maior também será a efetividade de dispersantes que eleva o pH da solução. Em contribuição a essa observação está a caracterização mineralógica da fração argila, que apresenta maior presença de minerais do tipo 2:1 nos solos do Agreste e do Sertão (Cunha, 2010).

Também na comparação do ΔpH médio dos horizontes diagnósticos, os valores calculados são de -0,75, -0,98 e -1,19 para os solos da Zona da Mata, do Agreste e do Sertão, respectivamente (Cunha, 2010). Em acréscimo, a média da soma de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis nos horizontes diagnósticos é de 3,77; 4,64 e 6,10 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ nas amostras das três mesorregiões indicadas, respectivamente (Cunha, 2010). Assim, nos solos do Agreste e do Sertão, que possuem desde Planossolos a Latossolos, pode-se indicar a equidade entre NaOH e $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ na determinação do teor de argila, justificada pela presença de maiores teores de cátions divalentes (floculantes) retirados da solução por precipitação na forma de fosfatos, pela menor proporção de carga variável no complexo de troca, que reduz a importância da elevação do pH da solução, e pela maior pressão osmótica da solução de NaOH.

O fato ao qual os dois dispersantes respondem de forma semelhante na análise granulométrica de solos do Agreste e do Sertão e que o NaOH é superior com solos da Zona da Mata, frente à solução $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ sugere a utilização do NaOH como dispersante químico para a análise granulométrica dos solos do Estado de Pernambuco unificando o dispersante a ser utilizado nas análises granulométricas de solos do Estado de Pernambuco.

CONCLUSÕES

1. O NaOH foi o dispersante mais adequado na determinação da textura de horizontes diagnósticos de 26 perfis de solos de referência do Estado de Pernambuco, representativos de 82% da área total do estado.

2. A seleção das amostras por mesorregião estudada (Zona da Mata, Agreste e Sertão) mostrou superioridade do NaOH nos solos da Zona da Mata e igualdade com o $[(\text{NaPO}_3)_n + \text{Na}_2\text{CO}_3]$ nos solos do Agreste e do Sertão.

LITERATURA CITADA

- Al Majou, H.; Bruand, A.; Duval, O.; Bas, C. Le; Vautier, A. Prediction of soil water retention properties after stratification by combining texture, bulk density and the type of horizon. *Soil Use and Management*, v.24, p.383-391, 2008.
- Cotton, F. A.; Wilkinson, G.; Murillo, C. A.; Bochmann, M. *Advanced inorganic chemistry: A comprehensive text*. 6.ed. Michigan: Wiley-Blackwell, 1999. 1136p.
- Cunha, J. C. Comparação de dispersantes químicos na análise granulométrica de solos do Estado de Pernambuco. Viçosa: UFV, 2010. 67p. Dissertação Mestrado
- Donagemma, G. K.; Ruiz, H.A.; Alvarez V. V. H.; Ker, J. C.; Fontes, M.P.F. Fósforo remanescente em argila e silte retirados de Latossolos após pré-tratamentos na análise textural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1785-1791, 2008.
- Donagemma, G. K.; Ruiz, H. A.; Fontes, M. P. F.; Ker, J. C.; Schaffer, C. E. G. R. Dispersão de Latossolos em resposta à utilização de pré-tratamentos na análise textural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.765-772, 2003.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos. 2000. 382p. Boletim de Pesquisa 11.
- Graybill, F. A. *Theory and application of the linear model*. Reprint. Califórnia: Duxbury, 2000. 704p.
- Klein, V. A.; Basesgio, M.; Madalosso, T.; Marcolin, C. D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. *Ciência Rural*, v.40, p.1550-1556, 2010.
- Leite, H. G.; Oliveira, F. H. T. Statistical procedure to test identity between analytical methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.37, p.1105-1118, 2002.
- Mauri, J.; Ruiz, H. A.; Fernandes, R. B. A.; Ker, J. C.; Rezende, L. M. R. Dispersantes químicos na análise granulométrica de Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1277-1284, 2011.
- Medeiros, J. S. de; Oliveira, F. H. T. de; Santos, H. C.; Arruda, J. A. de; Vieira, M. S. Formas de potássio em solos representativos do Estado da Paraíba. *Revista Ciência Agronômica*, v.45, p.417-426, 2014.
- Miyazawa, M.; Barbosa, G. M. C. de. Efeitos da agitação mecânica e matéria orgânica na análise granulométrica do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.680-685, 2011.
- Raij, B. V.; Peech, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. *Soil Science Society of America*, v.36, p.587-593, 1972.
- Rodrigues, C.; Oliveira, V. A. de; Silveira, P. M. da; Santos, G. G. Dispersantes químicos e pré-tratamentos na avaliação do teor de argila de solos de diferentes mineralogias. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1589-1596, 2011.
- Rodrigues, W. S.; Lacerda, N. B. de; Oliveira, T. S. de. Análise granulométrica em solos de diferentes classes por agitação horizontal. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, p.474-485, 2009.
- Ruiz, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (Silte + Argila). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.297-300, 2005a.

Ruiz, H. A. Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife. Resumos expandidos. Recife: SBCS, 2005b. CD-Rom.

Sousa Neto, E. L. de; Figueiredo, L. H. A.; Beutler, A. N. Dispersão da fração argila de um latossolo sob diferentes sistemas de uso e dispersantes. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.273-278, 2009.