

Dispersantes químicos e tipos de agitação mecânica na determinação das frações granulométricas de solos do estado do Acre

Lucielio Manoel da Silva⁽¹⁾; Rayany Andarde Martis⁽²⁾; Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽³⁾; João Herbert Moreira Viana⁽³⁾; Guilherme Kangussu Donagemma⁽³⁾

(1) Analista de pesquisa, Embrapa Acre, BR 364 km 14, Rio Branco, Acre. E-mail: lucielio.silva@embrapa.br (2) Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre. E-mail: rayany_andrade@hotmail.com (3) Pesquisador, Embrapa. E-mail: paulo.wadt@embrapa.br; guilherme.donagemma@embrapa.br; joao.herbert@embrapa.br

RESUMO – A distribuição granulométrica do solo é um atributo físico usado em diversas aplicações na agricultura. Esse atributo é determinado usando, na maioria dos solos do Brasil, o dispersante químico solução de NaOH 1 mol L⁻¹ para dispersar a suspensão. Entretanto, para alguns solos, outros dispersantes são mais eficientes que o NaOH. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de três dispersantes químicos e de dois tipos de agitação mecânica para a dispersão de solos do estado do Acre. Foram usados oito solos estudados na IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos; um Espodossolo (AC-P01); um Latossolo (AC-P02); quatro Argissolos Vermelhos (AC-P04, AC-P05, AC-P09 e AC-P10; um Vertissolo (AC-P11) e um Plintossolo (AC-P13). Os três dispersantes químicos usados foram o NaOH, (NaPO₃)₆ e NaOH+(NaPO₃)₆ e os agitadores tipo Wagner e orbital com movimento circular, como tipos de agitação mecânica. Observou-se que o dispersante NaOH+(NaPO₃)₆ foi mais eficiente que os demais para os solos estudados. Quanto à agitação mecânica, houve diferença estatística entre os métodos, sendo o agitador orbital mais eficiente para os solos AC-P02, AC-P05 e AC-P13 e o Wagner para os solos AC-P02 e AC-P09.

Palavras-chave: Solos sedimentares, Formação Solimões, textura, Formação Cruzeiro do Sul.

INTRODUÇÃO – A análise granulométrica do solo consiste em determinar a proporção das frações

argila, silte e areia, podendo essa última subdividir-se em areia muito grossa, grossa, média, fina e muito fina.

O conhecimento da granulometria do solo tem diversas aplicações práticas para a agricultura. É usado como referência em portarias normativas do Ministério do Desenvolvimento Agrário para a determinação do potencial agrícola das terras com base no teor de argila, para subsidiar a definição de unidades de uso da terra aptas ao crédito agrícola no zoneamento edafoclimático do cafeeiro (PORTARIA..., 2005) ou algodão (PORTARIA..., 2008), ou diretamente no manejo da correção do solo. Faz também parte dos critérios das políticas agrícolas para liberação de financiamento e de seguro agrícolas (INSTRUÇÃO..., 2008). Também pode ser utilizada, associada ou não, a outros indicadores, para estimar diversas propriedades do solo por meio de equações de pedotransferência, além de ser um atributo usado na classificação dos solos (EMBRAPA, 2013).

No Brasil, o método de quantificação das frações finas (argila e silte) mais usado nos laboratórios de prestação de serviços é o do densímetro, e nos de pesquisa é o da pipeta. O dispersante químico mais usado é a solução de NaOH 1 mol L⁻¹ (EMBRAPA, 2011). No estado de São Paulo, o dispersante oficial é a mistura NaOH+(NaPO₃)₆ (CAMARGO et al., 2009). Mauri et al. (2011), ao compararem diversos dispersantes a base de sódio e lítio em amostras

de oito Latossolos do estado de Minas Gerais, concluíram que o NaOH ainda foi o mais eficiente. Rodrigues et al., (2009), comparando a eficiência da dispersão do NaOH e do $(\text{NaPO}_3)_6$ para diferentes tipos de solos do Ceará e do Rio Grande do Sul, também, concluíram que o NaOH é o dispersante mais eficiente.

A utilização do dispersante está relacionada à classe de solo e mais diretamente às propriedades do solo, como textura, mineralogia da fração argila e a presença de carbonatos e de sais. Com relação à dispersão física, têm sido usadas a agitação rápida (12.000 rpm) e lenta (50 a 180 rpm) (Embrapa, 1997; CAMARGO et al., 2009; DONAGEMMA et al.; 2011). Para a agitação lenta são ainda usados diferentes agitadores, tempos de agitação e de rotação. No caso da agitação lenta, têm sido mais utilizados o agitador tipo Wagner e o agitador recíprocante. Nesse sentido, verifica-se a necessidade de padronização dos métodos da análise granulométrica, sobretudo regionalmente, verificando a agitação e o dispersante mais adequados para uma dispersão eficiente do solo. Para os solos mais utilizados na agricultura do Sudeste e Centro-Oeste, o procedimento padronizado já se encontra publicado (ALMEIDA et al.; 2012) e fará parte da nova versão do Manual de Métodos da Embrapa.

A padronização de métodos para análise granulométrica para solos da região Norte, incluindo o estado do Acre, ainda não foi feita. Ressalta-se que os solos desta região apresentam uma grande variabilidade mineralógica da fração argila, cujas propriedades físico-químicas podem afetar o processo de dispersão (ANJOS et al., 2013). Diferentemente dos solos mais intemperizados da porção central do Brasil, áreas extensas do Acre são cobertas por solos derivados da Formação Solimões, constituídos por sedimentos recentes de mineralogia montmorillonítica, que tem comportamentos distintos dos solos caulíníticos e oxídicos mais comuns em outras regiões.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi comparar o desempenho de três dispersantes químicos e de dois tipos de agitação em amostras de solos do estado do Acre.

MATERIAL E MÉTODOS – As análises foram realizadas em oito amostras representativas de solos da Formação Solimões e Formação Cruzeiro do Sul, no estado do Acre, em horizontes de perfis descritos no Guia de Campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos (ANJOS et al., 2013). As amostras foram selecionadas em função das diferenças observadas nas características químicas e físicas, principalmente quanto à CTC, à saturação por bases e às frações granulométricas (Tabela 1).

Todas as amostras foram secas em estufa de circulação forçada, na temperatura de 45 °C, e, a seguir, passadas em peneiras de 2 mm, consistindo no equivalente à Terra Fina Seca ao Ar (TFSA).

Foram usados três dispersantes químicos; solução de hidróxido de sódio 1 mol L⁻¹; hexametáfosfato de sódio (35,7 g L⁻¹); e a mistura desses dois, conforme recomendação da Embrapa (2011) e IAC (2009). O procedimento consistiu na pesagem de 20 g de cada amostra, adição de 10 mL de dispersante e 100 mL de água, no caso do NaOH e do $(\text{NaPO}_3)_6$ e de 100 mL do dispersante da mistura dos dois reagentes.

Após a mistura, as amostras foram submetidas à agitação, por dois tipos de agitação: (a) agitação lenta em agitador de Wagner por um período contínuo de 16 horas, a 50 rpm; e (b) agitação lenta em mesa agitadora do tipo orbital com movimento circular a 150 rpm por 16 horas.

Após esse período, a suspensão foi passada em peneira de 0,053 mm e o material que não foi retido na peneira foi transferido para a proveta, completando-se o volume para 1000 mL. A seguir, agitou-se a suspensão por 20 segundos com um bastão, retirando-se com auxílio de uma pipeta volumétrica, na profundidade de 5 cm da

superfície da suspensão na proveta, uma amostra de 50 ml para a determinação da massa de silte e argila na suspensão (RUIZ, 2005). Transferiu-se para bequer de 50 mL e secou-se a 105 °C por 24 horas e, posteriormente, pesou-se em balança analítica.

Após a retirada da suspensão de silte + argila, determinou-se a temperatura da suspensão e obteve-se o tempo de sedimentação da argila, com base na equação de Stokes. Após este tempo, pipetou-se da mesma maneira a suspensão de argila, procedendo-se a secagem e, após 24 horas, a pesagem. Neste trabalho consideraram-se o dispersante e o método de agitação mais eficientes aqueles com os quais foram obtidos os maiores teores de argila.

RESULTADOS E DISCUSSÃO – Houve diferença estatística entre os três dispersantes químicos testados para maioria das classes de solos, com exceção do AC-P02 e AC-P04 para os quais não houve diferença entre os três dispersantes (Tabela 2).

O dispersante $\text{NaOH}+(\text{NaPO}_3)_6$ foi mais eficiente nos solos AC-P01, AC-P05 e AC-P11. Porém, não se diferenciou estaticamente do hexametáfosfato no AC-P09 e AC-P10, nem do NaOH no AC-P13, sendo os dispersantes que dispersaram maior teor de argila respectivamente para esse solo (Tabela 2).

Cunha et al. (2014) concluíram que o NaOH foi o dispersante químico mais adequado na análise granulométrica em 26 solos do estado de Pernambuco, por apresentar maior efetividade em relação ao $(\text{NaPO}_3)_6+\text{NaOH}$ ou $(\text{NaPO}_3)_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ na desagregação da argila.

Souza Neto et al. (2009) estudaram o efeito dos diferentes dispersantes químicos (NaOH 0,1 mol L⁻¹; NaOH 1 mol L⁻¹, $(\text{NaPO}_3)_6$ 0,1 mol L⁻¹; $\text{HCl}+\text{NaOH}$ 0,1 mol L⁻¹ e $\text{HCl}+\text{NaOH}$ 1 mol L⁻¹) em Latossolo irrigado e sob mata nativa. Observou-se que todos os dispersantes proporcionaram maior desagregação da argila no solo sob mata nativa, no entanto, exceção foi observada para o

$\text{HCl}+\text{NaOH}$ 1 mol L⁻¹, que não apresentou diferença estatística entre os solos estudados. Os autores atribuíram esse resultado ao alto teor de Ca no solo irrigado (cerca de seis vezes superior, devido à precipitação da água utilizada) sendo que a utilização de HCl 1 mol L⁻¹ foi capaz de solubilizar o precipitado de Ca, liberando CO_2 na forma de gás para a atmosfera.

Quanto ao tipo de agitação mecânica, observa-se que os teores de argila apresentaram diferença significativa entre os dois métodos testados. Entre as oito classes de solos estudadas, o agitador orbital com movimento circular apresentou maior desagregação de argila nos solos AC-P04, AC-P05 e AC-P13 e o tipo Wagner no AC-P02 e AC-P09. Para os demais solos não houve diferença estatística.

Miyazawa e Barbosa (2011) compararam o processo de dispersão física por movimento recíprocante, 180 rpm, 2 h de agitação; Coqueteleira, 3.200 rpm, 15 min de agitação; Coqueteleira 12.500 rpm, 15 min de agitação; Movimento circular, 220 rpm, 2 h de agitação nas determinações de dois Latossolos e concluíram que a agitação em coqueteleira 12.500 rpm e agitação por movimento recíprocante 180 rpm mostraram ser mais efetivas, ao gerar maior proporção de argila.

CONCLUSÕES – A mistura $\text{NaOH}+(\text{NaPO}_3)_6$ sódico se mostrou efetiva para todos os solos estudados, podendo ser recomendada para os solos do Acre. Recomenda-se nesse momento a dispersão com a agitação com agitador tipo Wagner, 50 rpm por 16 horas. O estudo da dispersão de argila nos diferentes solos, em resposta ao tipo de agitador, no entanto, deve ser aprofundada para se recomendar a mais adequada.

REFERÊNCIAS

ANJOS, L.H.C.; JACOMINE, P.K.T.; OLIVEIRA, V.A.; BARDALES, N.G.; ARAÚJO, E.A. de; FRANCELINO, M.R.; CALDERANO, S.B. Caracterização morfológica, química, física, mineralógica e classificação dos solos

estudados na IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos. In: SILVA, L.M.; WADT, P.G.S.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; LUMBREIRAS, F.J.; COSTA, F. S. (Ed.). **Guia de Campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa; Viçosa: SBCS. 2012.

ALMEIDA, B.G.; DONAGEMMA, G.K.; RUIZ, H.A.; BRAIDA, J.A. ; VIANA, J.H.M.; REICHERT, J.M.M.; OLIVEIRA, L.B.; CEDDIA, M.B.; WADT, P.S.; FERNANDES, R.B.A.; PASSOS, R.R.; DECHEN, S.C.F.; KLEIN, V.A.; TEIXEIRA, W.G. **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2012. 11p. (Comunicado técnico, 66).

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2009. 77p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).

CUNHA, J.C.; FREIRE, M.B.G. dos.; RUIZ, H.A.; FERNANDES, R.B.A.; ALVAREZ V.; V.H. Comparação de dispersantes químicos na análise granulométrica de solos do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.8, p.783–789, 2014.

DONAGEMMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos; 132).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de pesquisa de Solos, 1997. 212p.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 2. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Documento digital. www.agricultura.gov.br.

MAURI, J.; RUIZ, H.A.; FERNADES, B.A.; KER, J.C.; REZENDE, L.R.M. Dispersantes químicos na análise granulométrica de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.1277-1284, 2011.

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**, Campina Grande, PB, v.15, n.7, p.680–685, 2011.

PORTARIA 58 DE 11 DE JULHO DE 2005, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

PORTARIA 141 DE 11 DE JULHO DE 2008, Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Gestão de Risco Rural.

RODRIGUES, W.S.; LACERDA, N.B.; OLIVEIRA, T.S. Análise granulométrica em solos de diferentes classes por agitação horizontal. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.40, n.4, p.474-485, out-dez, 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, 2005.

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**, Viçosa, MG, v.33, p.723-728, 2009.

WADT, P.G.S.; CRAVO, M.S. Interpretação de resultados de análises de solos. In: WADT, P.G.S. (Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p.245-252.

Tabela 1. Características físicas e químicas das amostras de solos utilizadas.

Perfil	Classe	Horizonte	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila	pH água	T	V	Grau de flocculação
AC-P01	Espodossolo Humilúvico	Ap	400	408	112	80	5,1	2,3	9	75
AC-P02	Latossolo Amarelo	Bw1	280	380	75	265	5,3	3,4	12	100
AC-P04	Argissolo Vermelho	Bt2	18	150	293	539	5,1	11,7	3	100
AC-P05	Argissolo Vermelho	BC	7	29	296	668	5,3	26,5	21	100
AC-P09	Argissolo Vermelho Amarelo	Bt2	6	501	147	346	5,5	24,7	39	100
AC-P10	Argissolo Vermelho Amarelo	Bt1	13	83	279	625	5,7	23,2	55	68
AC-P11	Vertissolo Háplico	BA	13	76	366	545	5,2	27,8	74	76
AC-P13	Plintossolo Argilúvico	Btf1	23	30	249	698	5,0	19,8	19,8	100

Fonte: Anjos et al. (2013).

Tabela 2. Teores argila em diferentes solos obtidos por três diferentes tipos de dispersantes químicos (NaOH, (NaPO₃)₆ e NaOH+(NaPO₃)₆) e dois tipos de dispersão física (agitador Wagner e mesa orbital com movimento circular).

Solo	Dispersante químico			Agitador	
	NaOH	(NaPO ₃) ₆	NaOH+		Orbital
			(NaPO ₃) ₆	Wagner	
Teor de argila (g kg ⁻¹)					
AC-P01	3,3 a	9,6 b	11,4 c	7,7 A	8,5 A
AC-P02	215,6 a	217,8 a	219,9 a	220,7 B	214,9 A
AC-P04	460,0 a	455,2 a	453,4 a	452,3 A	460,1 B
AC-P05	540,8 a	538,1 a	550,6 b	540,0 A	546,3 B
AC-P09	304,9 a	340,9 b	338,0 b	333,5 B	322,4 A
AC-P10	651,1 a	663,1 b	663,6 b	658,4 A	660,1 A
AC-P11	732,1 b	666,9 a	763,9 c	718,3 A	723,7 A
AC-P13	676,9 b	662,1 a	676,4 b	662,3 A	681,4 B

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente em nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.