

# INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DA AGITAÇÃO SOBRE A DISPERSÃO DE ARGILA E EFICIÊNCIA DE CONCENTRAÇÕES DE SÓDIO COMO DISPERSANTE QUIMICO



Revista  
**Desafios**

Artigo Original  
Original Article  
Artículo Original

*Influence of stirring speed on clay dispersion and sodium concentration of efficiency as dispersant quimico*

*Influencia de la velocidad de agitación en la dispersión clay y concetración de sódio em la eficácia de química forma de dispersante*

Matheus Vinicius Abadia Ventura<sup>\*1</sup>, Patrícia Caroline dos Santos Chagas<sup>2</sup>, Lucas da Silva Alves<sup>3</sup>, Marcio Moacir Bessa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduação em andamento em Agronomia, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goiás, Brasil

<sup>2</sup>Graduação em andamento em Agronomia, Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres, Goiás, Brasil.

<sup>3</sup>Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, Brasil.

<sup>4</sup>Mestrando em Geografia, Universidade Estadual Paulista no Instituto de Políticas Públicas e Relações Internacionais, São Paulo, Brasil

\*Correspondência: Faculdade Evangélica de Goianésia, Av. Brasil, 1000, Goianésia, Goiás, Brasil. CEP:76.380-000. e-mail matheusvinicius10@hotmail.com.

Artigo recebido em 11/10/2016. Aprovado em 03/11/2016. Publicado em 1º/12/2016.

65

## RESUMO

A granulometria de um solo é um parâmetro muito importante para a caracterização e o entendimento da dinâmica física do solo, sendo umas das principais análises que determina as características do solo. Os Nitossolos Vermelho Eutrófico (NVE) são solos fortemente desenvolvidos, um solo agronomicamente importante e com grande risco de erosão. O objetivo deste trabalho foi testar a velocidade de agitação vertical mais adequada na determinação da dispersão da argila e a eficiência de diferentes concentrações de NaOH como dispersante químico na análise granulométrica. Foram coletadas amostras de NVE, colocadas para secar ao ar e peneiradas /destorroadas, pesadas 36 amostras de 25 g, foi utilizado esquema fatorial 4x3, sendo 4 concentrações de NaOH e 3 velocidades de agitação com 3 repetições. São 4 tratamentos, nas concentrações foram de 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 mol de NaOH, sendo as velocidades 9000, 12000 e 18000 rpm. Os resultados indicaram que na velocidade de agitação de 9000 rpm com a utilização de concentração de 0,5 mol de hidróxido de sódio houve maior porcentagem da dispersão da argila. O hidróxido de sódio na concentração de 0,5 mol foi o mais eficiente na dispersão química dos solos analisados independente da velocidade de agitação.

**Palavras-chave:** granulometria, rpm, agitador

## ABSTRACT

The particle size of the soil is a very important parameter for characterizing and understanding the physical dynamics of the soil, being one of the main analysis that determines the characteristics of the soil. The Nitossolos Red Eutrophic (NVE) are strongly developed soils, an agronomically important soil and with high risk of erosion. The objective of this study was to test the speed most appropriate vertical agitation in determining the clay dispersion and the efficiency of different concentrations of NaOH as chemical dispersant on the particle size analysis. NVE samples were collected, placed to air dry and sieved / destorroadas, heavy 36 samples of 25 g, 4x3 factorial design was used, 4 NaOH concentration and agitation speeds 3 with 3 repetitions. There are 4 treatments, the concentrations were 0.0; 0.5; 1.0 and 1.5 mol NaOH, and the speeds 9000, 12000 and 18000 rpm. The results showed that the stirring speed of 9000 rpm using a concentration of 0.5 mol of sodium hydroxide was larger

percentage of the clay dispersion. Sodium hydroxide at a concentration of 0.5 mol is more efficient in the chemical dispersion of soils analyzed independent of the stirring rate.

**Keywords:** granulometry, rpm, agitator.

## RESUMEN

El tamaño de las partículas del suelo es un parámetro muy importante para caracterizar y comprender las dinámicas físicas del suelo, siendo uno de los principales análisis que determina las características del suelo. La Red Eutrófico Nitossolos (NVE) se desarrolló fuertemente los suelos, un suelo de importancia agronómica y con alto riesgo de erosión. El objetivo de este estudio fue probar la velocidad de agitación vertical más apropiado en la determinación de la dispersión de arcilla y la eficiencia de diferentes concentraciones de NaOH como dispersante químico en el análisis del tamaño de partícula. Se recogieron muestras de NVE, colocado al aire / destorreadas secos y tamizados, pesados 36 muestras de 25 g, se utilizó un diseño factorial 4x3, 4 concentración de NaOH y 3 velocidades de agitación con 3 repeticiones. Hay 4 tratamientos, las concentraciones fueron 0,0; 0,5; 1,0 y 1,5 moles de NaOH, y las velocidades 9000, 12000 y 18000 rpm. Los resultados mostraron que la velocidad de agitación de 9000 rpm usando una concentración de 0,5 mol de hidróxido de sodio fue mayor porcentaje de la dispersión de arcilla. El hidróxido de sodio a una concentración de 0,5 mol es más eficiente en la dispersión química de los suelos analizados independiente de la velocidad de agitación.

**Descriptor:** granulometría, rpm, agitador

---

## INTRODUÇÃO

No desenvolvimento de plantas, o solo é considerado como o meio principal, sendo que a fertilidade, o movimento do ar e da água influencia no bom desenvolvimento das culturas (HILLEL, 1980; BORTOLINI et al., 2014), sendo esse meio o responsável pelos transportes dos atributos físicos. Bortolini et al., (2014) ainda complementa que a granulometria de um solo é um parâmetro muito importante para a caracterização e o entendimento da dinâmica física do solo, sendo umas das principais análises que determina as características do solo.

Então, os solos minerais são representados por diferentes tamanhos das frações de suas partículas, o que permite classificar o solo conforme a distribuição destas frações em argila, silte e areia, neste momento, a caracterização da dinâmica física do solo se torna um parâmetro muito importante (MIYAZAWA & BARBOSA, 2011; BORTOLINI et al., 2014). De acordo com Dias Junior e Miranda (2000), a granulometria é um fator que tem influência nas propriedades do solo, tais como densidade, porosidade, retenção de água, disponibilidade de água

para as plantas e a resistência do solo à penetração de raízes.

São determinadas em laboratórios e permite classificar os solos em diferentes classes texturais. Sua determinação envolve 3 etapas. De início, tem-se: pré-tratamentos, dispersão da amostra de solo (química e física) e, separação e quantificação das frações texturais (DONAGEMMA et al., 2003; RODRIGUES et al., 2009; SOUSA NETO et al., 2009; MIYAZAWA & BARBOSA, 2011; RODRIGUES et al., 2011; BORTOLINI et al., 2014). Os dispersantes mais utilizados são soluções de hidróxido de sódio e de hexametáfosfato de sódio mais carbonato de sódio (EMBRAPA, 1997; CUNHA et al., 2014).

Braida et al., (2011) afirma que um fator importante na determinação da textura do solo é o teor de matéria orgânica, que age direta e indiretamente sobre o comportamento físico do solo. Ainda complementa que, como efeito direto pode-se destacar a elevada área de superfície específica que, e indiretamente, afeta a agregação e a consistência do solo.

Dessa forma, temos diversos problemas relacionados com a dispersão de partículas das amostras no laboratório devido ao teor de matéria orgânica. Bortolini et al. (2014) relata a dificuldade na dispersão das amostras decorrentes do efeito da matéria orgânica do solo, inclusive externando que pode resultar na superestimativa dos teores de areia e silte e subestimativa dos teores de argila.

Na forma da dispersão química se utiliza uma solução constituída de um cátion de maior poder dispersante, geralmente sódio (MAURI et al., 2011). Segundo esses autores, o deslocamento dos cátions presentes no complexo de troca por meio do sódio favorece a floculação dessas argilas resultando na dispersão pelo aumento do potencial eletrocinético do sistema.

De acordo com a EMBRAPA (2016), os Nitossolos Vermelho Eutrófico são solos fortemente desenvolvidos, derivados de rochas básicas com diferenciação de horizonte pouco notável. É um solo agronomicamente importante e com grande risco de erosão.

O objetivo deste trabalho foi testar a velocidade de agitação vertical mais adequada na determinação da dispersão da argila e a eficiência de diferentes concentrações de NaOH como dispersante químico na análise granulométrica de um Nitossolo Vermelho Eutrófico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de Nitossolo Vermelho Eutrófico, próximo ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres, na região da cidade de Ceres no estado de Goiás, localizada nas seguintes coordenadas: latitude 15° 21' 05" e longitude -49° 59' 76", na altitude de 630m, com predominância do clima tropical com estação seca, de acordo como classificação climática de Koppen-Geiger - Aw. Todo o processo do Método do Densímetro foi realizado no

Laboratório de Solos do Instituto Federal Goiano - Câmpus Ceres.

Posteriormente, as amostras de solo foram colocadas para secar ao ar e em seguida peneiradas e destorroadas. Com o auxílio de um cachimbo, um becker de vidro de 50 mL e uma balança de precisão (0,001 g), foram pesadas 36 amostras de 25 gramas de TFSA que então foram submetidas ao pré-tratamento.

Foi utilizado esquema fatorial 4x3, sendo 4 concentrações de NaOH e 3 velocidades de agitação, disposto em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições. Foram 4 tratamentos com concentrações de 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 Mol de NaOH, sendo as velocidades 9000, 12000 e 18000 rpm. Após a pesagem da TFSA colocou-se água deionizada até completar o volume do becker gradativamente por 15 minutos cada amostra.

Dado o tempo de repouso a solução foi totalmente transferida para o copo do agitador vertical (Shake) onde adicionou-se mais água deionizada até atingir 2/3 da capacidade do copo do agitador. E após, foi seguida a sequência da calibração de cada amostra.

Então, para obter-se a dispersão máxima das partículas, há necessidade de submeter à amostra de solo a tratamentos mecânicos e químicos, como mecanicamente a quebra dos agregados por agitação e quimicamente o dispersante NaOH.

Após a dispersão mecânica, a solução foi transferida do copo do agitador para uma proveta de 500 mL onde este continha o densímetro, e então, completado até o menisco com água deionizada. Em seguida, o densímetro foi retirado, e a solução foi agitada por um minuto com o auxílio de um tucho manual e deixada em repouso por 4 minutos. Passado o tempo de repouso, o densímetro foi inserido novamente na solução, e medido a primeira densidade das amostras e com o auxílio de um termômetro digital, a temperatura.

Depois de todos os dados iniciais anotados, as amostras ficaram em repouso por mais duas horas, que, em seguida, foram medidos novamente para então procedermos com os cálculos. Devido a areia ser a maior fração e conseqüentemente possuir as partículas mais pesadas, dado os 4 minutos, fica submersos na solução somente silte e argila. Passados às duas horas de repouso, quando se faz novamente a leitura com o densímetro em suspensão, encontra-se somente argila, devido ser a fração do solo de menor diâmetro e conseqüentemente mais leve.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a hipótese do trabalho de que maior velocidade de agitação favorece a dispersão da argila nas amostras e que uma determinada concentração do dispersante proporciona melhores resultados na dissociação das partículas cimentantes, íons floclantes e sais solúveis, fez se possíveis comparações utilizando o método do densímetro

Os resultados obtidos da análise granulométrica que foram submetidos à análise estatística mostram que na velocidade 9000 rpm na concentração de 0,5 mol foi suficiente para dispersão, sendo que não há necessidade de maiores agitações, já que elas apresentam resultado semelhante. Isso se deve ao efeito da concentração de NaOH, sendo que nos outros tratamentos houve resultados inferiores (Tabela 1). Esses resultados indicam que, estatisticamente, há necessidade de se utilizar velocidades de agitação de 9000 RPM (velocidade padrão utilizada) com concentração de 0,5 mol para obter-se a maior dispersão da argila nas amostras de Nitossolo Vermelho para a análise granulométrica (método do densímetro). Esses resultados foram diferentes ao encontrado por MIYAZAWA et al., (2011) que afirma que, agitadores com velocidade de 12500 rpm, são os melhores para desagregação de argilas.

**TABELA 1.** Dispersão da argila em diferentes concentrações de NaOH (hidróxido de sódio) em diferentes velocidades de agitação.

Velocidade (RPM)*	Areia	Silte	Concentrações de NaOH (Mol)			
			Argila%			
			0	0,5	1,0	1,5
9000	46,54 a	5,38 a	0,88 b	69,85 a	63,26 b	57,54 b
12000	38,59 b	5,38 a	3,09 b	75,50 a	74,56 ab	70,36 a
18000	34,21 b	6,93 a	11,20 a	74,88 a	75,58 a	73,77 a
CV (%)	12,98	59,28	8,43			

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se neste teste que a concentração de 0,5 mol de NaOH com a velocidade de 9000 rpm, estatisticamente, apresentou resultados de dispersão de argila, melhores que os demais tratamentos. Juntamente, com a argila, o silte e a areia também

apresentou uma maior dispersão, porém, ele não altera o valor da dispersão da argila. A dispersão da areia pode apresentar alteração no teor de argila, superestimando ou subestimando seus valores, o que

se pode ser observado nesses resultados das diferentes rotações de 9000, 12000 e 18000 rpm.

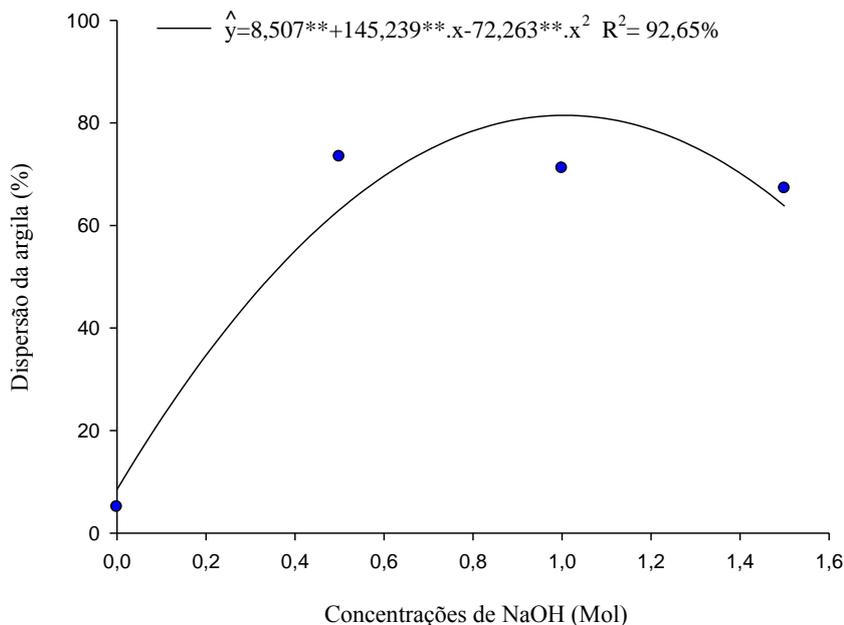
Quando a velocidade de 9000 rpm foi utilizada, observou-se independência da concentração de NaOH, com maior porcentagem de areia (subestimou o valor da argila). Quando utilizamos a velocidade de 12000 e 18000 rpm, observou-se uma dispersão mecânica da argila na solução estatisticamente igual, reduzindo a porcentagem de areia. Entretanto, a menor velocidade utilizada (9000 rpm), com a utilização de 0,5 mol de NaOH proporcionou o maior resultado de argila em suspensão na solução.

Com base na análise estatística o dispersante NaOH (hidróxido de sódio) demonstrou ser eficaz para o processo de separação das partículas reunidas em agregados em partículas individuais (areia, silte e argila), conforme resultados obtidos por Mauri et al. (2011).

O NaOH, normalmente utilizado na análise granulométrica, foi considerado dispersante de referência (VETTORI, 1969).

A utilização do NaOH com a quantidade de 1,0 mol apresentou estatisticamente diferença significativa quando comparado com 0,5 e 1,5 mol (Figura 01), mesmo resultado encontrado por Souza Neto et al. (2009), sendo que os autores não afirmam a quantidade mais significativa, diferindo de Mauri et al. (2011), que apresentou seu melhor resultado na quantidade de 10 mmolc L<sup>-1</sup>. Mas de forma geral, concentração de 0,5 mol na velocidade 9000 rpm encontrado neste trabalho, demonstrou um resultado favorável quando comparado com a concentração padrão usada em outros laboratórios de solos que possuem o selo de qualidade da Embrapa.

**Gráfico 1.** Dispersão de argila em função das concentrações de NaOH.

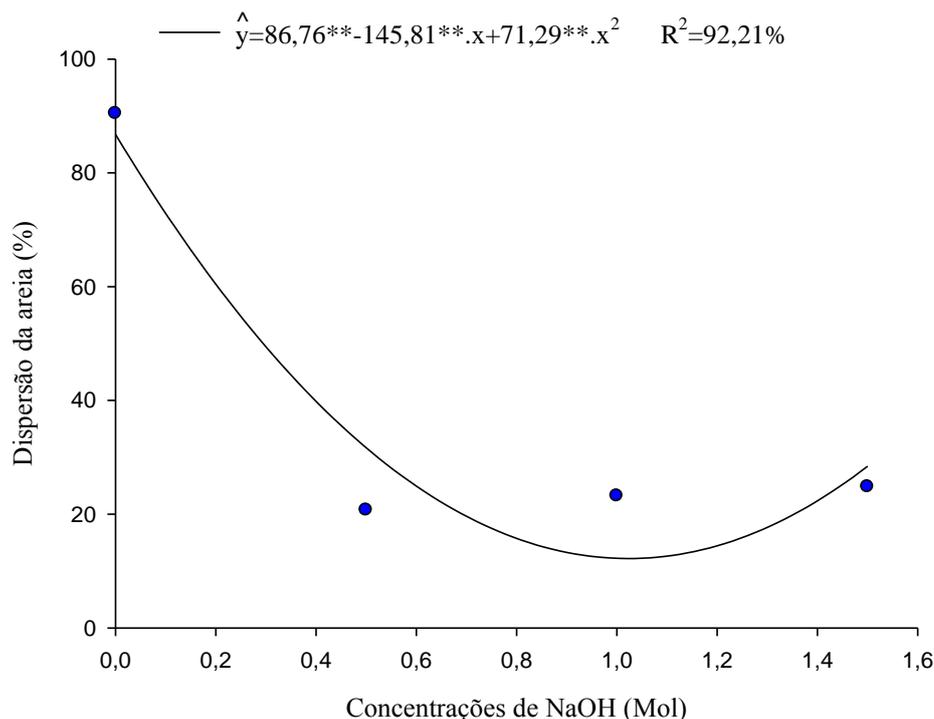


\*\* Significativo a 1% pelo teste t.

O gráfico 1 apresenta a dispersão de argila em função das concentrações de NaOH, os resultados encontrados demonstraram que na concentração de 0,5 mol de NaOH, houve uma dispersão de argila próximo de 80%. O gráfico 2 apresenta a dispersão de areia em função das concentrações de NaOH, os

resultados encontrados demonstraram que na concentração de 0,5 mol de NaOH, houve uma dispersão próximo a 20%. Os resultados da argila e areia foram inversos, algo que era esperado no trabalho.

**Figura 2.** Dispersão de areia em função das concentrações de NaOH.



\*\* Significativo a 1% pelo teste t.

## CONCLUSÃO

Apesar de ser considerado um teste inferior ao método da pipeta, o método do densímetro oferece resultados mais rápidos e por isso é mais utilizado em laboratórios de solo.

Quanto à velocidade de agitação, concluímos que 9000 rpm na concentração de 0,5 mol apresentou maiores valores na porcentagem da dispersão da argila.

O hidróxido de sódio na concentração de 0,5 mol foi o mais eficiente na dispersão química dos

solos analisados independente da velocidade de agitação.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Professor de Solos Dr. Roriz Luciano Machado e a Msc Ana Paula Santos Oliveira, responsável técnica do Laboratório de Solos pelo apoio e suporte no desempenho da pesquisa.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

- BRAIDA, J. A.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M. **Matéria orgânica e seu efeito na física do solo.** Tópicos em Ciência do Solo, 2011. p. 221-278.
- BORTOLINI, D.; SILVA, L. da; ALBUQUERQUE, J. A.; SEQUINATTO, L.; JUNIOR, M. I. **Testes de Métodos de Dispersão para a Análise Granulométrica.** X Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo - *Fatos e Mitos em Ciência do Solo.* Pelotas, RS - 15 a 17 de outubro de 2014.
- CUNHA, J. C.; FREIRE, M. B. G. dos S.; RUIZ, H. A.; FERNANDES, R. B. A.; ALVAREZ, V. H. **Comparison of chemical dispersants for particle-size analysis of soils of Pernambuco state.** Campina Grande, PB, UAEA/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>. v.18, n.8, p.783-789, 2014.
- DIAS JUNIOR, M. de; MIRANDA, E. E. V. de. **Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG).** Ciência Agrotecnica, Lavras. v.24. n. 2, 2000. 337-346 p.
- 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 – **Nitossolos Vermelhos** . Disponível: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn362ja102wx5ok0liq1mqelqj5hh.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn362ja102wx5ok0liq1mqelqj5hh.html). Acesso em: 01/10/2016.
- HILLEL, D. **Fundamentals of Soil Physics.** Academic Press, New York. 1980. 413p.
- MAURI, O.; RUIZ, H. A.; FERNANDES, R. B. A.; KER, J. C.; REZENDE, L. R. M. **Dispersantes químicos na análise granulométrica de latossolos.** Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.35 no.4 Viçosa July/Aug. 2011. *Print version* ISSN 0100-068.
- 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.
- 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.
- 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.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 9)