

INFLUÊNCIA DA MESA AGITADORA NO PROCESSO DE DISPERSÃO DA AMOSTRA DE SOLO EM DIFERENTES TEMPOS

Vanessa Aparecida Goulart¹
Denílson Esteves de Oliveira²
Gustavo Rennó Reis Almeida³
Polyana Placedino Andrade⁴

RESUMO

A etapa de dispersão dos grânulos de uma amostra de solo é fase primordial no processo da análise física do solo, a dispersão demanda de uma quantidade de energia suficiente para superar a ligação dos agregados, para isso associam-se métodos compreendendo o uso de dispersante químico e processo de dispersão mecânica. O solo é a principal ferramenta para realizar planejamentos agrícolas, faz-se necessário buscar metodologias e técnicas laboratoriais que possam proporcionar resultados mais próximos possíveis da realidade no campo, em menor tempo, subsidiando o desenvolvimento da propriedade. Diante deste fato o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência da dispersão granulométrica em amostras de solo utilizando a Mesa Agitadora em relação ao método padrão que é o Agitador Wagner. Foram analisadas três amostras de solo, sendo textura arenosa, média e argilosa, utilizando como método de dispersão mecânica a Mesa Agitadora e o Agitador Wagner, os tratamentos foram feitos em cinco níveis de agitação, 04, 05, 06 e 07 horas na Mesa Agitadora e 16 horas agitando no método padrão. Através das análises verificou-se que não houve diferenças estatísticas na dispersão da fração areia no tempo de agitação de 07 horas em relação ao método padrão. Para os resultados de dispersão de silte na amostra de textura média, não houve diferença estatística entre o método padrão e a mesa agitadora, portanto agitação em 4 horas é suficiente para completar a desagregação das partículas. Quanto à dispersão da fração argila, será necessário maior tempo na Mesa Agitadora para promover a dispersão efetivas das partículas de argila.

Palavras-chave: Dispersão mecânica. Granulometria. Textura de solo. Agitação. Método de Wagner.

¹Graduanda em Engenharia Agrônoma pelo UNIS/Varginha-MG. E-mail: vanessagoulart_tp@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Responsável Técnico pelo Laboratório de Análises de Solos da COCATREL.

³Engenheiro Agrônomo, MSc, Coorientador. E-mail: gustavo.renno@unis.edu.br.

⁴Engenheira Agrônoma, Dra, Orientadora. E-mail: polyana.andrade@unis.edu.br.

INFLUENCE OF THE AGITATING TABLE IN THE PROCESS OF DISPERSION OF SOIL SAMPLE IN DIFFERENT TIMES

ABSTRACT

The dispersion stage of the granules of a soil sample is a fundamental phase in the process of physical analysis of the soil, the dispersion demands an amount of energy sufficient to overcome the bonding of the aggregates, for this purpose methods associated with the use of chemical dispersant are associated and mechanical dispersion process. Soil is the main tool for carrying out agricultural planning, it is necessary to seek methodologies and laboratory techniques that can provide results as close as possible to reality in the field, in less time, subsidizing the development of the property. In view of this fact, the present study aimed to evaluate the efficiency of the granulometric dispersion in soil samples using the Agitator Table in relation to the standard method which is the Wagner Agitator. Three soil samples were analyzed, being sandy, medium and clayey texture, using the Agitator Table and Wagner Agitator as the mechanical dispersion method, the treatments were made in five agitation levels, 04, 05, 06 and 07 hours in the Agitator Table and 16 hours shaking in the standard method. Through the analyzes it was verified that there were no statistical differences in the dispersion of the sand fraction in the stirring time of 07 hours in relation to the standard method. For the results of dispersion of silt in the medium texture sample, there was no statistical difference between the standard method and the shaking table, therefore agitation in 4 hours is sufficient to complete the breakdown of the particles. As for the dispersion of the clay fraction, more time will be needed on the Shaking Table to promote the effective dispersion of the clay particles.

Keywords: Mechanical dispersion. Granulometry. Soil texture. Agitation. Wagner method.

1. INTRODUÇÃO

Uma característica fundamental para o entendimento e manejo correto do solo é a análise de textura, devido sua interação com fatores que ocorrem como a fixação do fósforo, capacidade

de retenção de água, capacidade de troca catiônica, indicação de calagem, gessagem e adubações, recomendações estas, indicadas, em partes, com base nas proporções de argila no solo. Também, é utilizada como método de classificação de solos e caracterização de perfis utilizados em levantamentos (LOPES; GUILHERME, 1992; SOUZA; LOBATO; REIN, 1995; EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA, 1997; RESENDE et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2002), assim como para realizar planejamento para conservação e bom uso da terra.

A análise textural do solo demanda uma quantidade de energia que seja suficiente para superar a ligação dos agregados e com isso obter a dispersão das partículas do solo para que permaneçam dispersas até que seja realizada a etapa analítica. Para que isso ocorra, associam-se métodos compreendendo processos físicos e químicos (MAURI et al., 2011).

São utilizados diferentes agitadores para realizar a desagregação das partículas nas diferentes metodologias. No método de agitação rápida (AR) utiliza-se a coqueteleira de alta rotação (10.000 a 12.000 rpm) numa operação com tempo variável entre 05 e 20 minutos; no método de dispersão pela agitação lenta (AL), utiliza-se o agitador rotatório tipo Wagner, aplicando-se 50 rpm durante 16 horas, de acordo com a EMBRAPA (2012); e o método ultrassom (US), uma alternativa pouco empregada neste tipo de análise pois apresenta dificuldades na dispersão de grânulos quando se trata de uma quantidade maior de amostras na mesma operação, custo alto do equipamento e também devido a baixa produtividade (FREITAS, 2011).

A mesa agitadora é um equipamento indispensável em laboratórios de análises químicas, pois auxilia na determinação dos elementos químicos do solo, com finalidade de obter resultados de levantamento de fertilidade. Este tipo de agitador tem como função homogeneizar vários tipos de soluções em contato com o solo durante o processo de determinação, sendo fundamental na mistura de materiais, obtendo assim um extrato para determinação analítica. Como o solo é a principal ferramenta para realizar planejamentos agrícolas, faz-se necessário buscar metodologias e técnicas laboratoriais que possam proporcionar resultados mais próximos possíveis da realidade no campo, em menor tempo, subsidiando o desenvolvimento da propriedade.

O presente trabalho visou analisar o método de dispersão de grânulos das amostras de solo, utilizando-se de mesa agitadora para análise textural, propondo uma alternativa ao método convencional indicado pela EMBRAPA (2012), o agitador tipo Wagner, na rotina dos laboratórios. Este método para dispersão mecânica dos grânulos visa benefícios como melhorias ao produtor rural e ao laboratorialista, já que as análises poderão ser realizadas em maior quantidade, gastando-se menos tempo, sem comprometer sua eficácia.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o resultado da mesa agitadora em relação ao método tradicional no processo de dispersão da amostra de solo com textura argilosa, média e arenosa e a viabilidade do equipamento para benefício dos processos laboratoriais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e delineamento do experimento

O trabalho experimental foi conduzido no laboratório de análises de solo da Cocatrel, na cidade de Três Pontas, MG. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), correspondendo a um arranjo fatorial 3 x 5, com três repetições. Os fatores de estudo foram três texturas de solo (argilosa, média e arenosa) em cinco tempos de agitação. Os níveis foram agitação na mesa agitadora nos tempos de 4, 5, 6 e 7 horas e o tratamento testemunha foi a agitação no Método Tradicional (Tipo Wagner).

O tempo de agitação na mesa agitadora foi determinado com base no Método Tradicional, que é o método de dispersão física no agitador tipo Wagner. Foi feita a relação de rotação da mesa agitadora pela rotação e tempo de agitação utilizado no método tradicional, obtendo-se que o tempo ideal para promover um movimento efetivo para desagregar os grânulos das amostras foi de 04 horas, resultado esse utilizado como tempo de partida para os tratamentos.

2.2 Métodos de análise

As metodologias para determinar as frações de argila, silte e areia foram seguidas conforme os procedimentos descritos pelo Manual de Métodos de Análise de Solo (DONAGEMMA, et al.2011). Para determinação das partículas de argila utilizou-se o método da Pipeta, o método de peneiração foi usado para separação das areias, e pela diferença entre as duas primeiras para determinação do silte.

Para todos os tratamentos, as amostras foram esparramadas em uma superfície, devidamente identificadas e secas ao ar por um período de 24 horas, destorroadas e passadas por uma peneira com malha de 12,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

2.3 Dispersão mecânica com agitador tipo Wagner

Para o método de dispersão mecânica utilizando o agitador tipo Wagner realizou-se as pesagens das amostras de solo, 10 g de TFSA, pesadas com aproximação de 0,0001g, anotando na planilha todas as pesagens, com o peso do béquer (tara) somado a massa da TFSA, sendo este valor necessário para determinar a umidade do solo. Posteriormente transferiu-se a amostra para garrafas plásticas de 500 ml, acrescentando às garrafas 50 ml do dispersante químico hidróxido de

sódio (NaOH 0,1 mol/L). Em seguida foram levadas para o agitador rotatório tipo Wagner, e a agitação ocorreu durante 16 horas a uma rotação de 50 rpm. Esse método foi utilizado como testemunha por se tratar de um teste padrão.

2.4 Dispersão mecânica com a Mesa Agitadora

Para a dispersão mecânica com a mesa agitadora realizou-se as pesagens das amostras de solo, 10 g de TFSA, pesadas com aproximação de 0,0001g, transferiu-se as anotações dos pesos dos béqueres para uma planilha sendo feito a determinação da umidade do solo. Em seguida, foram colocadas em copos do tipo béquer, acrescentando 50 ml do dispersante químico hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L), levadas para a mesa agitadora com rotação de 228 rpm a quatro diferentes tempos de agitação (4, 5, 6 e 7 horas).

2.5 Determinação de argila, silte e areia

Após os períodos de agitação, em todos os tratamentos e testemunha (teste padrão), as amostras foram passadas por uma peneira com malha de 0,053 mm, e colocadas em um funil sobre uma proveta de 500 ml. Com uma pisseta todo o recipiente que ficou em contato com a amostra foi lavado, para que nenhuma partícula da amostra ficasse para trás. O método de tamisagem separou a fração areia, portanto ficaram retidas as partículas de diâmetro superior, foram transferidas para um béquer de 50 ml previamente tarado (precisão de 0,0001 g) e identificado (areia), com auxílio de jato de água, eliminou-se o excesso de água e o foi levado para secagem na estufa.

Na outra parte da amostra, que ficou no tubo de ensaio, o volume da proveta foi completado até o aferimento (500 ml), com água deionizada. A partir destas amostras foram definidas as proporções de silte e argila. O material foi agitado dentro da proveta com um bastão por aproximadamente 20 segundos, sendo este processo feito para homogeneizar a fração silte e argila. Posteriormente pipetou-se 25 ml do material e transferiu-se para um béquer previamente tarado (precisão de 0,0001 g) identificou-se (silte + argila) e foram colocados na estufa para secagem do líquido.

Utilizou-se um termômetro para determinação da temperatura da suspensão e, através da Lei de Stokes (ATKINS; PAULA, 2008), foi calculado o tempo de repouso das amostras, necessário para sedimentação do silte, requerido apenas para recuperação da argila. Após decorrer o tempo calculado, cuidadosamente inseriu-se uma pipeta aferida de 25 ml a uma profundidade de 05 cm e coletou-se a suspensão, que representou a fração argila, transferindo-a para um béquer de

50 ml, previamente tarado (precisão de 0,0001 g) e identificado (argila).

Os béqueres referentes às amostras de areia, silte e argila foram levados para a estufa a uma temperatura de 105°C, por aproximadamente 12 horas. Ao retirar as amostras da estufa foram colocadas no dessecador por 30 minutos.

2.6 Cálculo das frações

Os béqueres referentes às amostras de areia, silte e argila foram pesados em uma balança de precisão e os dados anotados em uma planilha. Os dados foram inseridos em fórmulas para determinar a fração textural de cada amostra, ou seja, a porcentagem de areia, silte e argila do solo de textura arenosa, média e argilosa obtendo-se grau de dispersão que cada tratamento representava. Para determinar as proporções de argila (A), silte (S) e areia (Areia), foram utilizadas as expressões seguintes:

Umidade da amostra:

$$U = \frac{(T + \text{Solo Úmido}) - (T + \text{Solo Seco})}{(T + \text{Solo Seco}) - T} \times 100$$

Sendo que:

U: Umidade do solo

T: Peso do béquer

Peso da água da amostra.

$$U + 100 - \text{Umidade} \\ 10 \text{ g} - x \text{ gramas de água}$$

$$x \text{ gramas de água} = \frac{10 \times \text{Umidade}}{\text{Umidade} + 100}$$

Peso de Argila, Silte e Areia:

$$S + A = (\text{Peso béquer com } S + A) - (\text{Peso do béquer vazio } (S+A)) \times 20 - (0,2) \times 10/50$$

$$\text{Argila} = (\text{Peso béquer com } A) - (\text{Peso do béquer vazio } (AG)) \times 20 - (0,2) \times 10/50$$

$$\text{Areia} = (\text{Peso béquer com } \text{Areia}) - (\text{Peso do béquer vazio } (\text{Areia})) \times 10 \times 10/\text{solo}$$

$$\text{Silte} = (S + A) - \text{Argila}$$

Porcentagem de Argila, Silte e Areia:

A soma dos resultados de argila, areia e silte deve somar o valor de 100, dessa forma utilizaram-se as seguintes expressões para calcular as porcentagens:

$$\% \text{ Argila} = \frac{\text{Argila}}{\text{Soma}} \times 100$$

$$\% \text{ Areia} = \frac{\text{Areia}}{\text{Soma}} \times 100$$

$$\% \text{ Silte} = \frac{\text{Silte}}{\text{Soma}} \times 100$$

Análise estatística dos resultados da análise de dispersão das partículas

Os dados foram submetidos à análise de variância comparando texturas de solo, em quatro diferentes tempos de agitação, ao nível de 0,05% de probabilidade pelo teste de Tuckey, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizada a análise de variância, não houve significância no fator tratamentos (tempos de agitação) e constatou-se significância para o fator solos bem como a interação tratamento versus solo a 1% pelo teste de F. Na Tabela 1 são apresentados os resultados em função do grau de dispersão das amostras de solo nos tratamentos (métodos de agitação), em relação aos tempos empregados.

Tabela 1 – Graus de dispersão das amostras em diferentes tempos de agitação.

Tipo de agitador	Tempo de agitação	Médias (%)
Agitador Wagner	16 horas (padrão)	57 a
Mesa Agitadora	4 horas	56,3 a
Mesa Agitadora	5 horas	56,4 a
Mesa Agitadora	6 horas	56,7 a
Mesa Agitadora	7 horas	56,7 a
CV (%)		1,12

Médias seguidas de pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

A análise dos dados mostra que tanto os tratamentos realizados na mesa agitadora quanto ao método padrão, que é agitação no Agitador Wagner, não houve diferença no grau de dispersão pelo tempo de agitação, isoladamente.

O fator solo isoladamente foi afetado pelo tempo de agitação, como apresentado na Tabela 2. Das classes texturais analisadas verifica-se comportamentos diferentes. Assim no solo arenoso, como são partículas maiores houve maior dispersão em função do tempo de agitação, este tipo de solo apresenta maior capacidade de desagregação estrutural. Segundo Silva (2010) as partículas

de areia apresentam baixa capacidade de agregar-se a outras partículas, são consideradas não coesivas, portanto possuem alta capacidade de dispersarem-se umas das outras. Texturas argilosa e média apresentam maior resistência à desagregação mecânica por serem partículas menores podendo exercer considerável força de adesão e coesão aos agentes cimentantes nas interfaces das partículas e entre substâncias presentes no meio (MIYAZAWA; BARBOSA, 2011).

Tabela 2 – Médias de dispersão granulométrica em três texturas de solo analisadas pelo tempo de dispersão.

Texturas de solo	Médias (%)
Textura Média	40,5 a
Textura Argilosa	44,4 b
Textura Arenosa	85 c

Médias seguidas de pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos teores médios de argila determinados em diferentes tempos de agitação na mesa agitadora e no método padrão (Agitador Wagner). Foi verificado que nenhum dos tempos de agitação na Mesa Agitadora comparou-se ao método padrão do Agitador Wagner. Confirmando os resultados encontrados por Lima e Anderson (1997), segundo os quais as médias de dispersão da fração argila estão relacionadas com o alto grau da estabilidade dos microagregados. A mesma situação foi observada por Oliveira et al. (2002), verificaram que em solos com textura argilosa houve ampla estabilidade dos agregados, sendo necessário maior tempo de agitação na Mesa Agitadora para completar a desagregação das partículas de argila.

Tabela 3 – Valores médios da distribuição granulométrica da fração argila em amostra de solo de textura argiloso, agitado no Agitador Wagner e na Mesa Agitadora em diferentes tempos.

Tipo de agitador	Tempo de agitação	Médias (%)
Agitador Wagner	16 horas (padrão)	47,6 a
Mesa Agitadora	7 horas	44,6 b
Mesa Agitadora	6 horas	44,3 bc
Mesa Agitadora	5 horas	43,0 cd
Mesa Agitadora	4 horas	42,6 e

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Tavares Filho e Magalhães (2008) e Grohman e Raij (1977), consideraram a agitação mecânica lenta (16 horas a 30 rotações por minuto) adicionando abrasivos às amostras de solo, como o melhor método para a dispersão das argilas.

Pelos resultados de dispersão de silte na amostra de textura média, em diferentes tempos de agitação na Mesa Agitadora e Agitador Wagner (Tabela 4), verificou-se que os teores médios de 4 a 7 horas não obtiveram diferença estatística em relação ao método padrão, portanto o tempo de agitação de quatro horas seria suficiente para completar a desagregação das partículas de silte em um solo de textura média. Vitorino (2001) identificou que em decorrência da composição química e mineralógica de um solo pode haver discrepância na dispersão dos grânulos com reflexo na fração de silte.

Tabela 4 – Valores médios da distribuição granulométrica da fração silte em amostra de solo de textura média, agitado no Agitador Wagner e na Mesa Agitadora em diferentes tempos.

Tipo de agitador	Tempo de agitação	Médias (%)
Agitador Wagner	16 horas (padrão)	41a
Mesa Agitadora	7 horas	40,6 a
Mesa Agitadora	6 horas	41a
Mesa Agitadora	5 horas	40a
Mesa Agitadora	4 horas	40a

Médias seguidas de pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

A predominância da baixa variabilidade dos conjuntos de dados indica uma boa repetibilidade dos resultados da análise utilizando a mesa agitadora na dispersão das partículas. Ao comparar os dois métodos de agitação, conforme apresentado na Tabela 5, pode-se verificar que os valores médios de dispersão da fração areia são estatisticamente iguais aos obtidos no Agitador Wagner no período de agitação de sete horas, sendo o tempo de agitação em que houve maior dispersão dos grânulos de argila e silte da fração areia na amostra de textura arenosa. A eficiência do melhor tempo para dispersão se dá pela compacidade da menor densidade de compactação das partículas granulares de areia (ALMEIDA, 2005).

O desempenho da mesa agitadora se mostra eficiente na dispersão granulométrica, corroborando com os registros de Dourado, Silva e Marinho (2012) que concluíram a baixa variabilidade em 91% dos resultados obtidos para amostras de solo arenoso dispersos na mesa agitadora, estes autores relatam que o equipamento testado em amostras de solo é uma alternativa viável para dispersão granulométrica.

Tabela 5 – Valores médios da distribuição granulométrica da fração areia em amostra de solo de textura arenosa, agitado no Agitador Wagner e na Mesa Agitadora em diferentes tempos.

Tipo de agitador	Tempo de agitação	Médias (%)
Agitador Wagner	16 horas (padrão)	82,3 a
Mesa Agitadora	7 horas	83,6 a
Mesa Agitadora	6 horas	86b
Mesa Agitadora	5 horas	86,3 b
Mesa Agitadora	4 horas	86,6 b

Médias seguidas de pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o grau de dispersão parece ser influenciado pelo tempo de agitação dos diferentes tipos de solo. O processo na Mesa Agitadora se mostrou eficiente na dispersão da fração silte em quatro horas, a fração areia foi obtida em total dispersão em sete horas e para dispersão da fração argila será necessário maior tempo de agitação na mesa agitadora. A Mesa Agitadora é uma alternativa viável a ser utilizada nos laboratórios de análise de solo para dispersões granulométricas em análises de textura, visto que tem capacidade de agitar 20 vezes a capacidade do método convencional (Agitador Wagner), propiciando economia de mão de obra, energia elétrica e com entregas de resultados de análises em menor tempo para os produtores.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. C. P.; **Caracterização Física e Classificação dos Solos**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Engenharia Departamento de Transportes. Juiz de Fora, MG. 2005.

ATKINS, P.; PAULA, J. **Físico-Química**. 8ª Ed. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S/A. 2008

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

CARVALHO, M. A. **Eficiência de dispersantes na análise textural de materiais de solos com horizonte B latossólico e B textural**. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1985. 79 p. Tese de Mestrado.

COSTA, R. R. G. F.; EPIFANIO, P. S.; RIOS, M. A. L.; TAVARES, V.S. **Classificação textural dos solos cultivados com cana-de-açúcar no município de Quirinópolis**. XV Simpósio de Biologia. Goiás. 2014.

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

DOURADO, T. A. SILVA, L. F. S. MARINHO, M. A. Performace of a reciprocal shaker in mechanical dispersion of soil samples for particle-size analysys. **College of Agricultural Engineering**. UNICAMP. Campinas, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistemas de Produção**. Revista EMBRAPA Algodão. Versão Eletrônica. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/solos.htm>>. Acesso em: 03 de março de 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 4 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, R. C. A. **Argila dispersa em água determinada por agitação rápida, lenta e ultrassom**. 63 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.

FORSYTHE, W. **Física de suelos**. Manual de laboratório. Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1975. 212p.

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle size analyses. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods**. 2 ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. Part1. p. 383-411.

GENRICH, D. A. BREMNER, J. M. A reevaluation of the ultrasonic vibration method of dispersing soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 36, p. 944-947, 1972.

GROHMAN, F.; RAIJ, B. V. Influência dos métodos de agitação na dispersão da argila do solo. **In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo**, 14. 1973. Anais. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 123-132.

GROHMAN, F.; RAIJ, B. V. Dispersão mecânica e pré-tratamento para análise granulométrica de Latossolos Argilosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.1, p.52-53, 1977.

LEMOES, R. C. SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

LIER, Q. J. V. **Física do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Viçosa, 2010, p. 1 12.

LIMA, J. M.; ANDERSON, S. J. Effect of aggregation and aggregate size on extractable Fe and Al in two Brazilian Typic Hapludoxs. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 61, p.965-970, 1997.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo, ANDA, 1992. 49p.

KILMER, J. R.; ALEXANDER, L. T. Methods of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci.**, v. 68, p.15-24, 1949.

KONDO, M. K. **Gênese, Morfologia e Classificação do Solo**. Notas de aula. Universidade Estadual de Montes Claros. Departamento de Ciências Agrárias. Curso de Zootecnia. Janaúba – MG. 2008.

MAURI, J.; RUIZ, H. A.; FERNANDES, R. B. A.; KER, J. C.; REZENDE; L. R. M.; **Dispersantes Químicos na análise granulométrica de Latossolos**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2011. 8 p.

MILLER, F. P. Soil Science: A scope broader than its identity. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 57, p. 299 e 564, 1993.

MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G. M. C. Efeitos da adição mecânica e matéria orgânica na análise granulométrica do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 680-685. Campinas, 2011.

MEDINA, H. P. **Constituição física**. In: MONIZ, A.C. (coord) Elementos de Pedologia. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1975, p.1-20.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; SÁ, M. A. C. LIMA, J. M. **Agitador horizontal de movimento helicoidal na dispersão mecânica de amostras de três latossolos do Sul e Campos das vertentes de Minas Gerais**. Ciências Agrotécnicas. Lavras, v. 26, n. 5, p. 881-887. 2002.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 18p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa, MG, NEPUT, 1999. 304p.

ROCHA, G. C.; CASSOLI, A. R. **Estudo comparativo de métodos de análise granulométrica de solos**. Londrina, Universidade Estadual de Londrina, 1993. 15p. (Informe Técnico, 1).

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **A Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre, Bookman, 2004.

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 297-300, 2005.

SANTOS, G. A.; PEREIRA, A. B.; KORNDÖRFER, G. H. Uso do sistema de análises por infravermelho próximo (NIR) para análises de matéria orgânica e fração argila em solos e teores foliares de silício e nitrogênio em cana-de-açúcar. **Biosci. J.**, v. 26, p.100-108, 2010.

SILVA, A. P. **Física do Solo**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Departamento de Ciências do Solo. Piracicaba, 2010.

SIQUEIRAL, J. O.; MOREIRA, F. M. S. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2ª ed. Universidade Federal de Lavras. Editora Ufla, 2006.

SOUZA NETO, E. L. **Características, Propriedades e Classificação de Solos**. Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT. Instituto Superior de Cáceres. Mato Grosso – MT. 2006.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos cerrados**. Planaltina, EMBRAPA – CPAC, 1995. p.20. (Circular Técnica, 32).

TAVARES FILHO, J.; MAGALHÃES, F. S. Dispersão de amostras de Latossolo Vermelho Eutroférricos influenciados por pré-tratamentos para oxidação de matéria orgânica e pelo tipo de agitação mecânica. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, p.1429-1435, 2008.

VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; MACEDO, A. Análise da textura de solos por atenuação de raios gama. **In: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária**. São Carlos, 1997. Anais. São Carlos, EMBRAPA/CNPEDIA, 1997. p. 515-518.

VEDY, J. C.; BRUCKERT, J. Soil solution: composition and pedogenic significance. **In: BONNEAU, M.; SOUCHIER, B. (Ed.). Constituents and properties of soil**. London: Academic Press, 1982. p. 184-213.

VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; SÁ, M. A. C. LIMA, J. M. CURI, N. Níveis de energia ultra-sônica na dispersão de argila em solos da região de Lavras (MG). **Ciência e Agrotécnia**, Lavras, v. 25, n. 6. p. 1330-1336, 2001.