

# MOBILIZAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO ACRIFÉRRICO EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

## MOBILIZATION OF A RED LATOSSOL UNDER DIFERENTE SOIL TILLAGE

Alberto CARVALHO FILHO<sup>1</sup>; João Luis Grespan BONACIM<sup>2</sup>; Jorge Wilson CORTEZ<sup>3</sup>; Luís Carlos Cirilo CARVALHO<sup>4</sup>

1. Professor, Doutor, Faculdade Dr. Francisco Maeda, Ituverava, SP, Brasil e Faculdade de Zootecnia de Uberaba, Uberaba, MG, Brasil. [alberto@fazu.br](mailto:alberto@fazu.br); 2. Graduação em Agronomia, Faculdade Dr. Francisco Maeda, Ituverava, SP; 3. Mestre em Produção Vegetal, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP, Brasil; 4. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

**RESUMO:** O trabalho foi realizado em Latossolo Vermelho acriférrico na Faculdade de Agronomia “Dr Francisco Maeda” - FAFRAM – em Ituverava, (SP). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 4 tratamentos (Escarificador, Arado discos, Grade Aradora e Arado de Aivecas) e 4 repetições, sendo as parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m). Verificou-se que o arado de discos, arado de aivecas e o escarificador promoveram maior mobilização do solo, rompendo camadas mais profundas quando comparados à grade aradora. O arado de aivecas propiciou menor empolamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Área de elevação. Área mobilizada. Empolamento.

### INTRODUÇÃO

O preparo periódico convencional do solo consiste geralmente na realização de uma aração, seguida de duas gradagens para destorroamento e nivelamento. Neste sistema o solo torna-se pulverizado, susceptível a compactação e à erosão. Já o preparo mínimo do solo geralmente composto por uma escarificação, ocasiona menor inversão de leiva e menor custo de preparo, elevando a rugosidade superficial do solo, tornando-o menos suscetível a erosão e às perdas de água.

Fazendo comparações entre as operações executadas entre os arados e as grades, Silveira (1988) salienta que, em muitas regiões, o arado de disco está em desuso, sendo substituído pelas grades aradoras médias ou pesadas e que, de um modo geral, são utilizadas duas operações de grade aradora seguidas de uma ou mais passadas de grade niveladora. Enfatiza que as grades aradoras são preferidas no lugar dos arados de discos, devido a maior largura e velocidade de deslocamento, o que aumenta sensivelmente a capacidade efetiva de trabalho, porém, com perdas na profundidade de trabalho, resultando num tipo de preparo raso.

Um dos fatores que interferem na penetração dos equipamentos no solo é a presença de restos culturais e plantas daninhas aliadas aos órgãos ativos de corte de cada equipamento, como descrito por Carvalho Filho et al. (2001). Para o enterrio de plantas daninhas, os arados são preferíveis, destacando-se o arado de aivecas.

A área do perfil mobilizado no solo varia em função do tipo de disco, da velocidade de deslocamento e do ângulo de corte do mesmo. Esse

comportamento diferenciado é causado pelo fato de que, no arado, os discos operam submetidos a ângulos vertical e horizontal diferentes daqueles encontrados em grades.

O perfil mobilizado do solo é um parâmetro de grande importância para a condição inicial e final da camada do solo preparado. Segundo Daniel e Maretti (1990), dois são os fenômenos decorrentes da operação de preparo: o deslocamento vertical do perfil do solo, e a sua área mobilizada, sendo obrigatório o levantamento de três perfis: o perfil da superfície natural, da superfície final e o perfil interno do solo mobilizado. O perfil da superfície final é obtido com o perfilômetro colocado no mesmo local que se encontrava para avaliação do perfil de superfície natural, enquanto que o perfil interno do solo mobilizado, perfil de subsuperfície, é obtido após a retirada do solo mobilizado pelo equipamento, no mesmo local que os perfis anteriores. A avaliação das áreas entre os perfis pode ser determinada por meio de gráficos plotados, utilizando técnicas de planimetria ou programas computacionais para a determinação das áreas.

A relação da área de elevação e a área mobilizada são representadas pelo empolamento do solo, resultantes da mobilização efetuada pelos equipamentos de preparo de solo. Quanto maior o empolamento, menor é a relação entre a área mobilizada de fundo com a de superfície, sendo de grande importância para adequar o tipo de preparo e equipamento a ser utilizado (GAMERO; SILVA 1993).

A rugosidade provocada pela ação dos equipamentos pode ser avaliada por meio da

determinação da mobilização. Desta maneira solos com maior deformidade podem se tornar mais uniforme, bem como solos mais planos podem se tornar mais rugosos pela ação de diferentes equipamentos.

Silva et al. (2002) avaliaram os efeitos do arado de aiveca e enxada rotativa na camada mobilizada do solo, e observou-se que o arado de aiveca proporcionou maiores áreas de mobilização de elevação e mobilização total comparados à enxada rotativa.

Dallmeyer et al. (1989) observaram que diferentes órgãos ativos podem ocasionar valores similares de índice de rugosidade, o que aplicado à seleção de implementos pode trazer vantagens econômicas e de conservação do solo e da água. Os mesmos autores consideram que podem ser obtidos valores distintos de índice de rugosidade, em função da metodologia adotada na determinação desta variável, e que, portanto, cumpre observar este detalhe para evitar a discussão dos valores numéricos absolutos em comparação.

Carvalho Filho et al. (2007) demonstraram que ocorre maior empolamento para a enxada rotativa (40,9%), seguido pela grade aradora (24,3%), escarificador (19,6%), arado de discos (18,0%) e arado de aivecas (10,9%); entretanto, Salvador et al. (1993) não encontraram diferenças significativas entre os arados, grades e escarificadores, provavelmente por terem regulado todos os implementos para atuarem à mesma profundidade de trabalho.

Este trabalho teve como objetivo verificar a interferência de diferentes equipamentos agrícolas, usados no preparo periódico primário do solo e identificar se esses equipamentos causam diferentes

áreas mobilizadas, áreas de elevação, empolamento e espessura média de camada mobilizada.

## MATERIAL E MÉTODOS

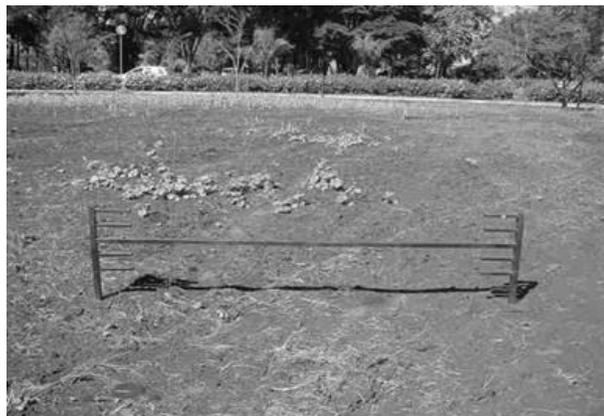
O trabalho foi realizado na Faculdade de Agronomia “Dr. Francisco Maeda” - FAFRAM - localizada em Ituverava, na parte norte do Estado de São Paulo/Brasil, apresentando como coordenadas geográficas: 20° 20' 30" de latitude Sul com 47° 47' 30" de longitude Oeste e 631 m de altitude.

O solo foi classificado como Latossolo Roxo, em relevo plano a suave-ondulado conforme Carvalho Filho (1999), o que equivale ao Latossolo Vermelho acriférrico, em relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

A área utilizada é plana, sendo ocupada com culturas anuais desde 1995, em sistema de preparo periódico primário convencional e com rotação de culturas.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada parcela constituiu-se de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m). Os tratamentos foram preparo de solo com: escarificador, arado discos, grade aradora e arado de aivecas.

Antecedendo ao preparo, utilizou-se um perfilômetro com largura útil de 2000 mm (Figura 1), com pontos tomados de 50 em 50 mm, perfazendo um total de 40 leituras obtidas por meio de uma régua de 1000 mm de comprimento, graduada de 10 em 10 mm, conforme adaptação realizada do trabalho descrito por Gamero e Benez (1990).



**Figura 1.** Perfilômetro.

O perfilômetro foi instalado sobre uma base previamente nivelada, montada no sentido transversal ao deslocamento do trator. Depois de

coletado as 40 leituras, o perfilômetro foi deslocado no sentido longitudinal, fazendo-se coincidir o ponto da última leitura da posição anterior com a

primeira leitura do novo posicionamento. Este procedimento foi repetido até a obtenção de 200 leituras, conforme indicação feita por Allmaras et al. (1966).

Os equipamentos utilizados foram: Escarificador equipado com 3 hastes espaçadas de 390 mm, largura de corte de 1170 mm e massa de 332 kg; Arado de aivecas fixas equipado com 2 aivecas recortadas, largura de corte de 900 mm e massa de 415 kg; Grade aradora equipada com 16 discos recortados de 609,4 mm x 6,0 mm, espaçados de 230 mm, largura de corte 1730 mm e massa de 1210 kg e Arado de discos fixos equipados com 4 discos de 660,4 mm x 4,75 mm espaçados de 570mm, largura de corte de 1230 mm e massa de 492 kg. Utilizou-se um trator 4x2 com

$$\int_{X_0}^{X_n} dx = \frac{h}{3} (f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 4f_3 + 2f_4 + \dots + 2f_{n-2} + 4f_{n-1} + f_n) \quad (1)$$

em que:

$$h = \frac{X_n - X_0}{n}, \quad X_n > X_0$$

em que:

$n$  = número de intervalos

$f$  = altura das cotas (mm)

$h$  = distância entre cotas (cm)

$x$  = número de cotas

A área mobilizada consiste naquela situada entre o perfil original e o perfil de fundo de sulcos, enquanto que a área de elevação é aquela situada entre o perfil da superfície e o perfil de fundo do solo após a mobilização, conforme descrito por

$$Ec = \frac{Am}{Cp} \quad (2)$$

em que:

$Ec$  = espessura média da camada mobilizada (m)

$Am$  = área mobilizada do solo (m<sup>2</sup>)

$Cp$  = comprimento do perfilômetro (m)

O empolamento do solo (Equação 3) foi determinado pela razão entre a área de elevação do solo e a área mobilizada pelos órgãos ativos

$$Em = \frac{Ae}{Am} \times 100 \quad (3)$$

em que:

$Em$  = empolamento (%)

$Ae$  = área de elevação (m<sup>2</sup>)

$Am$  = área mobilizada (m<sup>2</sup>)

Após a análise de variância, quando significativa, foi aplicado o teste de Tukey para comparação de médias.

potência no motor de 66,2 kW (89,7 cv), na tração dos arados, do escarificador e da grade aradora.

Os equipamentos foram regulados para cortar o solo nas seguintes profundidades: arado de discos 25 cm, arados de aivecas 30 cm, escarificador 25 cm e grade aradora 15 cm. A grade aradora trabalhou com sua obtenção máxima de profundidade, o mesmo não ocorrendo para os demais equipamentos avaliados. O preparo do solo foi efetuado estando o solo em estado friável.

Os cálculos da área de elevação, área mobilizada e espessura média da camada mobilizada, foram obtidos por meio da Regra de Simpson (Equação 1):

Gamero e Benez (1990). Obtidos os dados da camada mobilizada, a espessura média foi calculada através da (Equação 2):

do equipamento, segundo Gamero e Benez (1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a área mobilizada do solo obtida pelos diferentes tratamentos.

O arado de aivecas apresentou maior mobilização no solo comparado ao arado de discos e escarificador, porém maiores em relação à grade aradora. A grade aradora mobilizou aproximadamente a metade do solo comparado com os demais equipamentos, conforme também

observado por Coan (1995). Isto é justificada por apresentar seus órgãos ativos fixados em um mesmo eixo, característica que dificulta a penetração no solo. Carvalho Filho et al. (2007) observaram que os arados e o escarificador apresentaram maior capacidade de penetração e mobilização do solo, sendo o arado de aivecas com 0,60 m<sup>2</sup>, seguido pelo escarificador com 0,49 m<sup>2</sup> e pelo arado de discos com 0,48 m<sup>2</sup>.

**Tabela 1.** Área mobilizada do solo em função dos sistemas de preparo periódico.

Área mobilizada do solo (m <sup>2</sup> )	Sistema de preparo				CV (%)
	Escarificador	Arado de Aivecas	Grade Aradora	Arado de Discos	
	0,42 B	0,50 A	0,25 C	0,42 B	4,14

Os valores seguidos de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 2 apresenta a área de elevação no solo. Observa-se que o escarificador e arado de discos são os que apresentam maior área de elevação do solo quando comparado ao arado de aivecas e grade aradora.

O arado de aivecas e a grade aradora apresentaram menor área de elevação do solo, sendo que na grade aradora isto é justificado por seus discos estarem dispostos em uma única seção,

o que limita a obtenção de maior profundidade de trabalho, resultando em um menor volume de solo elevado, também observado por Carvalho Filho et al (2001), e o arado de aivecas torna a superfície irregular, conseqüentemente diminuindo a área de elevação. Ao contrário, Salvador et al (1993) não encontraram diferenças significativas entre os valores de área de elevação para os arados, grade e escarificador.

**Tabela 2.** Área de elevação no solo em função dos sistemas de preparo periódico.

Área de elevação no solo (m <sup>2</sup> )	Sistema de preparo				CV (%)
	Escarificador	Arado de Aivecas	Grade Aradora	Arado de Discos	
	0,08 A	0,05 B	0,05 B	0,08 A	6,01

Os valores seguidos de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Gamero e Silva (1993) verificaram que o sistema de aração utilizando arado de discos apresentou um valor de área de elevação estatisticamente superior às proporcionadas pelos sistemas de mobilização com grade aradora e com escarificador. Estes efeitos estão relacionados com maior área de elevação pelo primeiro sistema de aração, o que confirma as tendências verificadas por Kouwenhoven (1986) e Gamero (1991).

Trabalhos realizados com escarificador sobre diferentes profundidades e espaçamentos entre hastes, mostram que a maior porcentagem de área de elevação pelo implemento corresponde entre a relação de 1,45 a 1,51 vezes o espaçamento entre hastes e 27 cm de profundidade de trabalho (BORGES et al., 1999). Esse valor encontra-se

dentro do intervalo de 1 a 1,5 vezes sugerido por Beltrame (1983) e Benez et al. (1991).

O aumento da área de elevação do solo provoca maior índice de rugosidade do solo oferecendo melhores condições do ponto de vista conservacionista. Entretanto, quanto maior o índice de rugosidade, maior será a dificuldade de plantio e colheita. O escarificador e o arado de discos apresentaram maior elevação, sendo que o escarificador é o mais apropriado para sistemas conservacionistas.

Na Tabela 3, verificam-se diferenças significativas entre os tratamentos, mostrando que arado de aivecas apresentou maior capacidade de penetração, seguido por arado de discos e escarificador.

**Tabela 3.** Espessura média da camada mobilizada do solo em função dos sistemas de preparo periódico.

	Sistema de preparo				CV (%)
	Escarificador	Arado de aivecas	Grade aradora	Arado de discos	
Espessura média da camada mobilizada do solo (cm)	21,25 B	25,67 A	12,82 C	21,37 B	4,19

Os valores seguidos de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Estes resultados foram obtidos com os equipamentos regulados para atuar em uma profundidade desejada, sendo que a grade aradora trabalhou com máxima capacidade de corte, apresentando menor espessura de camada mobilizada. Hoogmoed e Derpsch (1985) e Schlosser et al (1992), também observaram que a grade aradora não consegue atingir grande profundidade de operação. Os equipamentos foram regulados para atuarem nas profundidades desejadas, porém, resultando em valores inferiores ao esperado. Carvalho Filho et al. (2007) analisando a espessura média da camada mobilizada pelos equipamentos de preparo periódico do solo, observaram que o arado de aivecas penetrou 23,8 cm, o escarificador 19,8 cm e o arado de discos 19,4 cm, esses possuem maior capacidade de penetração no solo, comparados à grade aradora e à enxada rotativa com 10,5 e 8,0 cm, respectivamente, considerando que apenas os dois últimos estavam regulados para máxima profundidade de corte.

A área mobilizada do solo depende tanto da profundidade quanto da largura de corte de cada

equipamento, servindo como indicador para utilização com eficiência para cada situação.

A Tabela 4 mostra que ocorreram diferenças significativas entre os equipamentos, sendo a grade aradora a que apresentou maior empolamento do solo, seguido do escarificador, arado de discos e arado de aivecas. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho Filho et al (1999) e também por Gamero e Silva (1993), onde foi obtido maior empolamento quando se utilizou uma aração e duas gradagens e, menor com o uso do escarificador, sendo que no mesmo estava acoplado um destorroador/nivelador, revertendo parte do efeito de elevação do solo pelas hastes.

Sendo que o empolamento é a expansão volumétrica com conseqüente redução da densidade do solo, quando mobilizado mecanicamente, o mesmo gera benefícios no momento da sementeira, no entanto o solo se torna desagregado, propicio ao encrostamento e a erosão caso ocorra chuvas fortes e constantes. Desta maneira, deve-se adequar o sistema de preparo, proporcionando o mínimo de impactos ambientais e aumento da produção.

**Tabela 4.** Empolamento do solo em função dos sistemas de preparo periódico.

	Sistemas de preparo				CV (%)
	Escarificador	Arado de aivecas	Grade aradora	Arado de discos	
Empolamento do solo (%)	21,42 B	13,15 C	25,40 A	21,27 B	5,10

Os valores seguidos de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

O arado de aivecas, seguido do escarificador e do arado de discos apresentaram maior área de mobilizada e de espessura média de camada.

O arado de aivecas propiciou menor empolamento do solo.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Educacional de Ituverava/FAFRAM, pela viabilização do projeto de pesquisa.

**ABSTRACT:** The work was accomplished in Red Latosol Red in University of Agronomy "Dr Francisco Maeda" - FAFRAM - in Ituverava, (SP). The used design was in completely blocks, with 4 treatments (scared, disk plow, disk harrow and moldboard plow) and 4 repetitions, being the portions of 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m). Was verified that the, disk plow, moldboard plow and the scared promoted larger área of stirring profile of the soil, breaking deeper layers when compared to the disk harrow. The moldboard plow propitiated smaller volume increase in earth fill.

**KEYWORDS:** Area of stirring profile. Area of soil elevation. Volume increase

---

## REFERÊNCIAS

- ALLMARAS, R.R., BURWELL, R.E., LARSON, W.E., HOLT, R.F., NELSON, W.W. **Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage**. Washington: USDA, 1966. 22p. (Conservation Research Report, 7).
- BELTRAME, L.F. S. Avaliação do desempenho de três subsoladores em Latossolo Vermelho Escuro. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 7, n. 1, p. 37 – 52, 1983.
- BENEZ, S. H., BICUDO, S. J., LANÇAS, K. P. Subsolador. Influência do número de hastes, largura da sapata e profundidade de trabalho em alguns parâmetros relacionados à mobilização do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina. **Anais... IAPAR/SBEA**. v. 2, p. 925 – 40.
- BORGES, P. H. M; BIANCHINI, A.; SABINO, M. H. C. Avaliação do trabalho realizado por escarificadores usando-se métodos analíticos. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 18, n. 3, 1999. P. 93 - 100.
- CARVALHO FILHO, A. **Levantamento detalhado e alterações de alguns atributos provocados pelo uso e manejo dos solos da Faculdade de Agronomia de Ituverava/SP**. 1999.88p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 1999.
- CARVALHO FILHO, A., CENTURION, J. F., SILVA, R. P., TEIXEIRA, D. S., REQUI, E., HOLLMANN, G. Rugosidade do solo sob diferentes sistemas de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, Londrina, 2001. **Anais... Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2001. p. 248.
- CARVALHO FILHO, A., CENTURION, J. F., SILVA, R. P. da; FURLANI, C. E. A.; CARVALHO, L. C. C. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, vol. 27, n. 1, p. 229-237, 2007.
- COAN, O. **Sistema de preparo do solo: efeitos sobre a camada mobilizada e no comportamento das culturas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e do milho (*Zea mays* L.) conduzidas em rotação**. 1995. 138p. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 1995.
- DALLMEYER, A. U., SALVADOR, N., LAGE, G., FERRAUDO, A. S., GAMERO, C. A. Avaliação da rugosidade do solo, sob doze tipos de preparo em Latossolo Roxo Álico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18, Recife, 1989. **Anais... Jaboticabal: SBEA**, 1989, v. 1. p. 268-282.
- DANIEL, L. A.; MARETTI, H. J. Avaliação de camada de solo compactado e análise de crescimento de plantas. In: SILVEIRA, G. M. **IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola**. Campinas: Fundação Cargill, 1990. p. 22-38.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: 1999. 412 p.
- GAMERO, C. A. **Enxada rotativa: desempenho em função do tipo de lamina, do numero de partes de laminas por flange, da rotação do rotor e da velocidade de desempenho**. 1991, 227p. Tese (Doutorado – Energia na Agricultura) Faculdade Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 1991.
- GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: SILVEIRA, G. M. **IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola**. Jundiaí: Fundação Cargill. 1990. p. 12-21.

GAMERO, C. A., SILVA, J. G. Efeitos de ordens de gradagem e de sistemas de aração na camada mobilizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, Ilhéus, 1993. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBEA, 1993, p. 1536-1553.

HOOGMOED, W. B., DERPSCH, R. Chisel ploughing as an alternative tillage system in Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 6, p. 53-67, 1985.

KOUWENHOVEN, J. K. Model studies on upheaval and reconsolidation of tilled soils in a laboratory soil bin. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 8, p. 289 – 302, 1986.

SALVADOR, N., BENEZ, S. H., BICUDO, S. J. Preparo periódico do solo I: desempenho operacional e mobilização do solo. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBEA, 1993, v. 3, p. 1710-1720.

SILVA, R. P., CARVALHO FILHO, A., COAN, O. Avaliação dos efeitos do arado de aivecas e da enxada rotativa na camada mobilizada do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 1-134, jan. 2002.

SILVEIRA, G.M. **O preparo do solo: implementos corretos**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 243p.

SCHLOSSER, J. F. et al. Efeito do trabalho de dois tipos de arados, a duas velocidades no diâmetro médio dos agregados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. P. 1548-59