

SISTEMAS MECANIZADOS PARA IMPLANTAÇÃO DE FLORESTA. I. GRADE ARADORA E ARADO DE DISCOS*

Jair Rosas da SILVA**
Nilson SALVADOR***

RESUMO

Em solo Podzólico Vermelho Amarelo do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, contendo 41,2% de areia fina, 23,8% de areia grossa, 6,6% de argila e 2,5% de matéria orgânica, instalou-se um experimento com o objetivo de avaliar o desempenho de duas máquinas de preparo do solo na implantação de um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. As máquinas empregadas foram uma grade aradora média, de 16 discos, trabalhando a 16 cm de profundidade e com 192 cm de largura de corte e um arado fixo com 3 discos, operando a 25 cm, com 86 cm de largura de corte. Os parâmetros de avaliação foram: teor de água no solo (%), temperatura (°C), resistência do solo à penetração (kNf/cm²), diâmetro médio geométrico de agregados, requerimento de tração (kNf), potência requerida (kW), consumo horário de combustível (l/h) e crescimento em altura do povoamento florestal (cm). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com número de repetições variável. Os resultados obtidos por análise de variância, em alguns casos utilizando o pacote estatístico SAS, permitiram concluir que as máquinas de preparo do solo, de um modo geral, não diferiram entre si, com exceção para o maior esforço tratorio exigido pela grade aradora, o que entretanto não resultou em maior consumo de combustível ou requerimento de potência e também mais alta temperatura do solo, o que não se refletiu no desenvolvimento florestal.

Palavras-chave: preparo do solo; máquinas; desempenho.

1 INTRODUÇÃO

Arados são máquinas ou implementos constituídos de órgãos ativos capazes de executar simultaneamente o corte, a elevação e a inversão de uma leiva de terra. Arados de discos são constituídos de um chassi no qual são fixados os corpos do arado, com colunas, mancais, discos e raspadores, roda guia e roda de profundidade. Grades de discos também são utilizadas para preparo do solo e são

ABSTRACT

This work was carried out on a Red Yellow Podzolic soil in Universidade Federal de Santa Maria, Brazil, containing 65.0% of sand and 6.6% of clay, with 2.5% of organic matter. Its objective was to research performance in tillage operations with a 16-disk heavy harrowing, working at 16 cm depth and a 3-disk plowing at 25 cm depth, in establishing an *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden forest. The parameters of evaluation were: soil moisture, temperature oscillation, soil penetrometer resistance, aggregate size distribution, draft, required power, fuel consumption and initial growing of the forest. The experimental design employed a randomized-blocks trial with variable number of replicates. For all the parameters evaluated the results has shown significant statistical differences in soil temperature and draft only, both through the heavy harrowing, but it did not result in higher fuel consumption or an enhancement towards initial forest growing.

Key words: tillage; soil disturbance; performance.

constituídas pelas seções da grade, com mancais, discos (lisos ou recortados), limpadores, chassi e sistema de engate. Grade aradora média, segundo GADANHA Jr. *et al.* (1991), possui discos de diâmetro entre 61 e 76 cm, espaçamento entre discos entre 20 e 35 cm e peso por disco entre 500 e 1300 N. Visando ao trabalho em solos com vegetação, a grade de discos deve ter dupla ação, com discos da seção dianteira recortados, para picar melhor esse material.

(*) Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor em 29/12/94 à Universidade Federal de Santa Maria em Santa Maria-RS e apresentada no XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, realizado em Pelotas, RS, no período de 19 a 21 de julho de 1999. Aceito para publicação em agosto de 1999.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

A aradura é geralmente realizada em solos pesados, com alto teor de argila, embora tenha sido empregada em solos leves e a gradeação pesada é freqüentemente usada em solos arenosos, como os de cerrado e de regiões litorâneas, conforme FONSECA (1978).

Quanto à mobilização do solo, um fator inerente ao solo que tem maior impacto sobre suas propriedades é o teor de água, que não é constante e varia com a profundidade, de acordo com UNGER & CASSEL (1991).

Com relação à temperatura decorrente da mobilização do solo, avaliando vários sistemas de preparo para a cultura do milho, ORTOLANI (1977) demonstrou que, em condições de solo argiloso, o arado de discos apresentou valores mais baixos de temperatura do solo do que a grade pesada, tendo sido ambos sucedidos por gradeação leve.

Quanto à resistência do solo à penetração, ORTOLANI *et al.* (1991) trabalhando sobre Latossolo Vermelho Escuro, com vários sistemas de preparo, concluíram que a grade aradora e a enxada rotativa provocaram alguma compactação subsuperficial, o que não foi verificado no preparo convencional com arado de discos mais grade leve.

Bezerra *apud* REINERT *et al.* (1984) verificou em Podzólico Vermelho Amarelo que ocorreu menor estabilidade e diâmetro médio geométrico de agregados em solo preparado com arado de discos e grade aradora do que com outros métodos de preparo.

Avaliando o consumo horário de combustível em operações de preparo, em Latossolo Vermelho Escuro, utilizando grade aradora e escarificador de arraste com complementos dianteiro e/ou traseiro, MAIA (1990) verificou a ocorrência de correlação entre consumo horário de combustível, esforço de tração e potência requerida. A grade aradora apresentou maior consumo horário de combustível.

Pesquisando nove sistemas de preparo do solo para implantação de floresta de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em Latossolo Vermelho Amarelo, entre os quais aração com arado de discos + gradeação leve + sulcamento e gradeação com grade pesada + sulcamento, ROCHA *et al.* (1982) demonstraram que estes foram os sistemas de preparo que produziram maior crescimento em altura, maiores diâmetros e maiores volumes cilíndricos, nas condições do ensaio.

As máquinas e implementos de preparo do solo para implantação de floresta constituem intervenções que podem influir no crescimento em altura do povoamento florestal e, ao mesmo tempo, apresentar um comportamento diferenciado quanto ao desempenho mecânico dos conjuntos mecanizados.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a influência sobre algumas das propriedades físicas do solo frente à mobilização efetuada por grade aradora e arado de discos, bem como quanto ao comportamento de alguns aspectos mecânicos dos conjuntos mecanizados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área de solo Podzólico Vermelho Amarelo - unidade de mapeamento São Pedro, do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, com granulometria de 41,2% de areia fina, 23,8% de areia grossa, 28,4% de silte e 6,6% de argila, contendo 2,5% de matéria orgânica.

O arado de discos empregado é da marca Baldan, modelo Peixão, fixo e montado no engate de três pontos, com acionamento hidráulico, com três discos lisos de 61 cm de diâmetro, com raspadores, roda guia e roda de profundidade, pesando 4.513 N. Trabalhou à profundidade média de 25 cm, com uma largura de corte de 86 cm.

A grade aradora utilizada foi do tipo de arrasto, de dupla ação, marca Baldan, constituída por duas seções em V, cada qual com oito discos recortados de 61 cm de diâmetro, espaçados de 24 cm, com angulação regulável entre seções. Dotada de cilindro hidráulico para controle de profundidade e transporte, por meio de rodado de pneus. Peso total de 17.069 N. Operou à profundidade de 16 cm, produzindo largura de corte de 192 cm.

Como unidade de tração foi utilizado um trator agrícola da marca Massey-Ferguson, modelo MF-275, com tração simples e potência bruta de 54 kW a 2.000 rpm e peso total de 24.329 N, acrescido de lastragem com água nos pneumáticos traseiros e de pesos de ferro à dianteira do trator. A marcha de deslocamento utilizada foi a terceira reduzida alta, com velocidades teóricas ao redor de 5,0 km/h.

A aração com arado de discos e a gradeação com grade aradora foram posteriormente sucedidas por grade niveladora marca Tatu-Marchesan, de dupla ação, com quatro seções simétricas e articuladas entre si, com 24 discos lisos de 51 cm de diâmetro, peso total de 4.169 N, produzindo largura de corte de 250 cm e em uma única passagem.

O teor de água do solo foi avaliado após a passagem das máquinas de preparo, com nove repetições e determinado pelo método gravimétrico, com secagem das amostras a 105°C, até peso constante.

A temperatura do solo foi avaliada por meio de uma bateria de geotermômetros, determinando-se a oscilação térmica diária entre 7 e 19 horas, com intervalos a cada duas horas e na faixa de profundidade entre 0-15 cm, com sete repetições.

A resistência do solo à penetração foi determinada com uso de um penetrômetro de cone, marca Kamaq/Planalsucar, que opera pelo impacto de uma carga de 39,24 N em queda livre, em um espaço de 40 cm. Esse parâmetro foi avaliado a 30 cm de profundidade, com seis repetições.

O diâmetro médio geométrico de agregados foi avaliado através da passagem de amostras de solo por equipamento constituído de um conjunto de peneiras giratórias, acionado por motor elétrico, conforme KRUGER (1977), que determinam classes de diâmetros de agregados em função das dimensões das malhas das peneiras do aparelho e da aplicação de modelo matemático, com três repetições.

Para determinação do esforço médio de tração foi empregado um carro dinamométrico acoplado entre a barra de tração ou o engate de três pontos e a máquina ensaiada, com quatro repetições. O aparato era constituído por uma célula de carga, um transdutor de força e um registrador analógico digital.

A potência requerida foi inferida por modelo matemático, considerando o esforço de tração exigido e a velocidade de deslocamento dos conjuntos, esta avaliada por cronometragem em percursos contínuos de 50 m de extensão, com quatro repetições.

O consumo horário de combustível (óleo Diesel) foi determinado por meio de um equipamento medidor constituído por três buretas graduadas formando um sistema de vasos comunicantes, um tanque auxiliar, tubulações de propileno e

e válvulas solenóides. Essa avaliação foi efetuada em percursos contínuos de 50 m de extensão, com quatro repetições.

Para a determinação do crescimento em altura do povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, aos oito meses de idade após o transplante, implantado no espaçamento de 3 x 2 m, foi utilizada régua dendrométrica, com 50 determinações por parcela, com quatro repetições.

A parcela experimental teve 100 m de extensão, com largura variável, ao redor de 3 m. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados. Os parâmetros teor de água do solo (%), temperatura (°C), diâmetro médio geométrico de agregados e resistência do solo à penetração (kNf) foram avaliados através de análise de variância e aplicação do teste de Tukey a 5% de significância. Para os demais, a análise de variância utilizou o pacote estatístico SAS, também com aplicação do teste de Tukey a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre valores de conteúdo de água (%) quanto à mobilização do solo efetuada por grade aradora ou arado de discos (FIGURA 1). As diferentes máquinas de preparo do solo não induziram alterações sensíveis quanto a esse parâmetro, devido à textura francoarenosa do solo pesquisado.

O sistema de preparo com arado de discos apresentou temperatura (°C) mais baixa do solo na camada entre 0-15 cm de profundidade, em relação ao sistema com grade aradora (FIGURA 2). Esse resultado é atribuído a alterações nas propriedades térmicas do solo, em razão da maior mobilização efetuada pelo arado de discos, o que é concordante com resultados obtidos por ORTOLANI (1977), em ensaio realizado em Latossolo Vermelho Escuro.

Não ocorreram diferenças significativas entre os valores de resistência do solo à penetração (kNf/cm²), à profundidades de 30 cm, após o preparo efetutado pelo arado de discos e grade aradora, devido à analogia entre as formas de imposição de cargas ao solo (FIGURA 3). O conteúdo médio de água do solo nessa determinação foi 10,09% para as parcelas com arado de discos e de 11,18% para a grade aradora, valores que também não diferiram entre si.

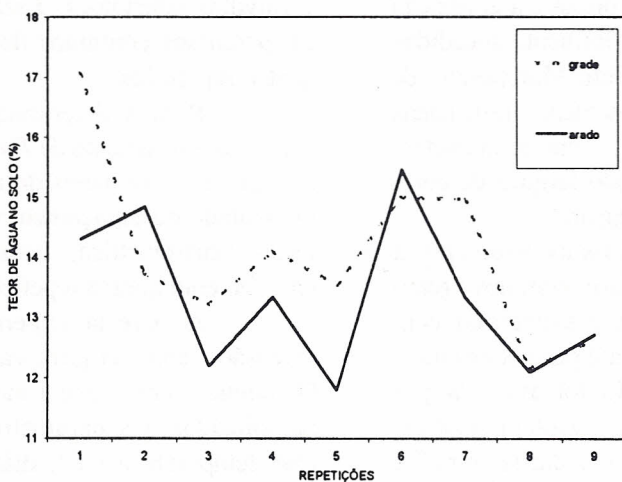


FIGURA 1 - Conteúdo de água no solo (%) após o preparo com grade aradora e arado de discos, em solo francoarenoso.

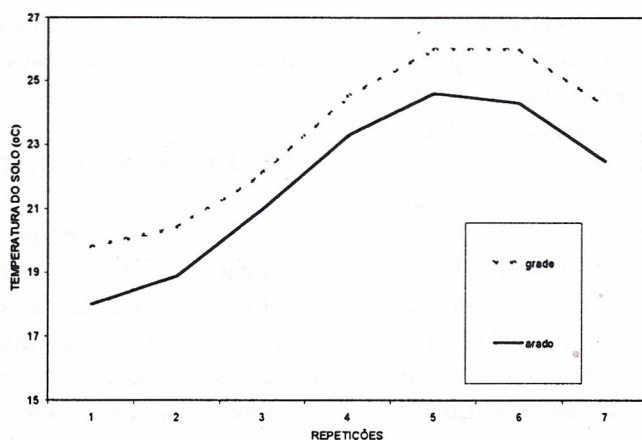


FIGURA 2 - Temperatura do solo (°C) após preparo efetuado com grade aradora e arado de discos, em solo francoarenoso.

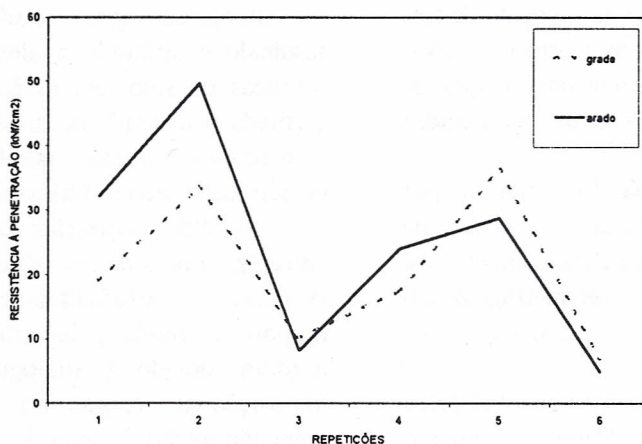


FIGURA 3 - Valores de resistência do solo à penetração (kNf/cm²) para o arado de discos e a grade aradora, em solo francoarenoso.

Quanto aos valores de diâmetro médio geométrico (dmg) obtidos pela distribuição de tamanhos de agregados do solo, não ocorreram diferenças estatísticas em função do trabalho efetuado pelo arado de discos e grade aradora (FIGURA 4). Tal resultado pode ser atribuído ao baixo conteúdo de argila e matéria orgânica no solo pesquisado, fatores essenciais para a formação de agregados no solo.

Com referência ao parâmetro esforço de tração (kNf), a grade aradora exigiu maior requerimento de tração que o arado de discos (FIGURA 5).

Esse comportamento resulta da maior magnitude de carga aplicada em subsuperfície, no caso da grade aradora e possivelmente também em função da adequada regulagem prévia do arado.

Os valores de requerimento de potência (kW) não diferiram entre si, considerando-se as máquinas de preparo do solo ensaiadas (FIGURA 6). Tal resultado pode ser atribuído ao maior deslizamento do rodado em operações de preparo do solo que demandaram maior esforço de tração, caso da grade aradora.

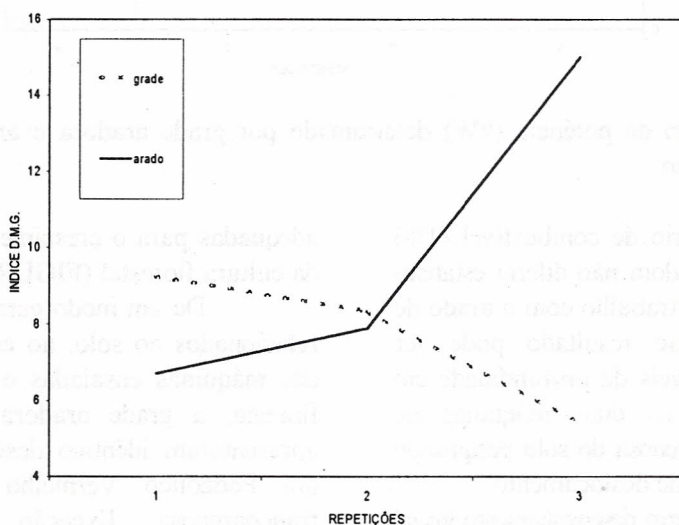


FIGURA 4 - Valores do índice de agregação do solo (dmg) determinados pelo arado de discos e grade aradora, em solo francoarenoso.

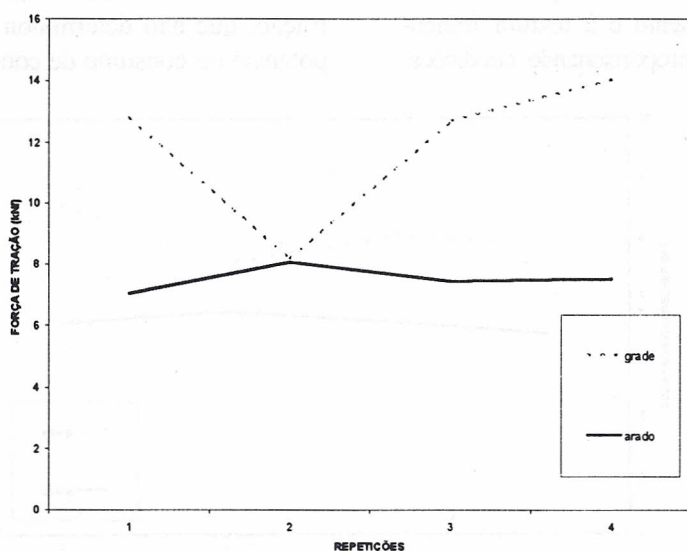


FIGURA 5 - Valores de esforço de tração (kNf) para a grade aradora e arado de discos, em solo francoarenoso.

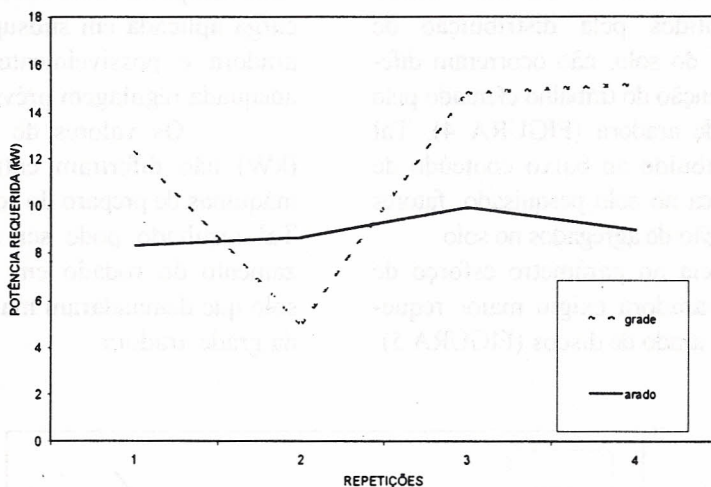


FIGURA 6 - Requerimento de potência (kW) determinado por grade aradora e arado de discos, em solo francoarenoso.

O consumo horário de combustível (l/h) determinado pela grade aradora não diferiu estatisticamente do produzido pelo trabalho com o arado de discos (FIGURA 7). Esse resultado pode ser atribuído aos diferentes níveis de profundidade em que atuaram no ensaio as duas máquinas de preparo, à textura franco-arenosa do solo pesquisado e às adequadas velocidades de deslocamento.

Quanto ao parâmetro desenvolvimento inicial em altura (cm) do povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, o arado de discos e a grade aradora apresentaram idêntico comportamento, supostamente em função do grau de revolvimento e à textura franco-arenosa do solo pesquisado, proporcionando condições

adequadas para o crescimento do sistema radicular da cultura florestal (FIGURA 8).

De um modo geral, sob diversos aspectos relacionados ao solo, ao comportamento mecânico das máquinas ensaiadas e ao desenvolvimento da floresta, a grade aradora e o arado de discos apresentaram idêntico desempenho no preparo de um Podzólico Vermelho Amarelo, de textura francoarenosa. Exceção para os parâmetros temperatura do solo, cuja diferença não resultou em alteração no desenvolvimento em altura do povoamento florestal e também para esforço de tração, que não determinou maior requerimento de potência ou consumo de combustível.

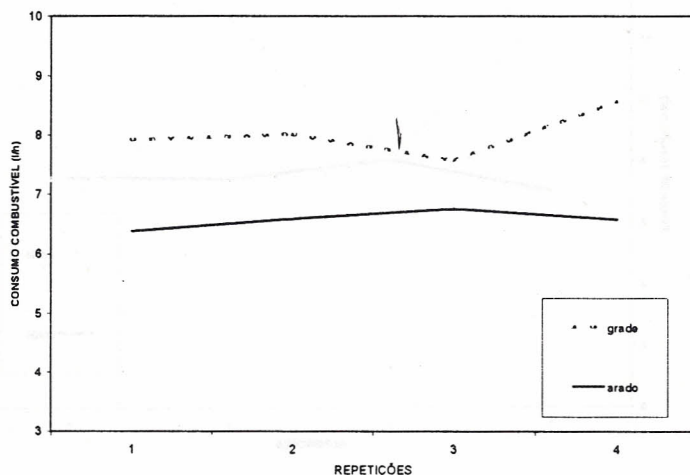


FIGURA 7 - Valores de consumo horário de combustível (l/h) para arado de discos e grade aradora, em solo francoarenoso.

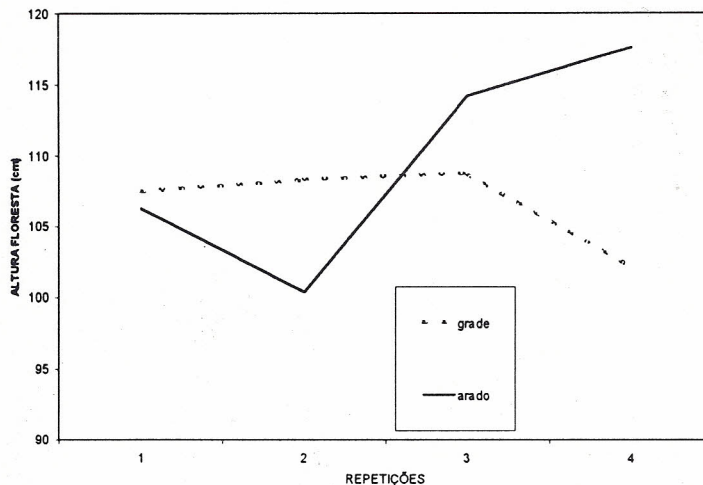


FIGURA 8 - Valores de altura (cm) do povoamento florestal aos oito meses de idade, em solo francoarenoso preparado com arado de discos e grade aradora.

4 CONCLUSÃO

A grade aradora e o arado de discos apresentaram, de um modo geral, idêntico desempenho frente a diversos parâmetros avaliados no trabalho de preparo do solo para implantação de povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, operando em solo francoarenoso. Exceção ocorreu para o maior esforço de tração exigido pela grade aradora, conquanto não tenha determinado maior requerimento de potência ou consumo de combustível e também para temperatura do solo mais alta, o que não resultou em maior desenvolvimento inicial em altura do povoamento florestal implantado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FONSECA, S. M. 1978. *Preparo do solo para implantação de florestas*. Piracicaba, ESALQ/USP. 30p. (Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal)
- GADANHA Jr., C. D. et al. 1991. Grade de discos. In: MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. p. 45-47.
- KRUGER, J. I. 1977. *Relações entre os tamanhos de agregados do solo e o modelo teórico de espessura de corte de enxada rotativa*. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 45p. (Dissertação de Mestrado)
- MAIA, J. C. S. 1990. *Influência de tipos de preparo sobre algumas características físicas e comportamento da soja (*Glycine max* L.) em solo sob vegetação de cerrado*. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 132p. (Dissertação de Mestrado)
- ORTOLANI, A. F. 1977. *Efeitos de diferentes tipos de preparo do solo sobre o comportamento do sistema solo-cultura de milho (*Zea mays* L.)*. Jaboticabal, UNESP. 13p. (datilogr.)
- ORTOLANI, A. F. et al. 1991. Manejo do solo agrícola durante dez anos com a cultura do milho (*Zea mays* L.) - I: efeitos no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991. *Anais...* Londrina, IAPAR.
- REINERT, D. J. et al. 1984. Efeitos de diferentes métodos de preparo sobre a estabilidade de agregados em solo Podzólico Vermelho Amarelo. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, 14(1):19-25.
- ROCHA, D. et al. 1982. Efeitos dos sistemas de preparo do solo no crescimento de *Eucalyptus grandis* na região de Capelinha-MG. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte-MG, maio 10-15, 1982. *Anais... Silvicultura*, São Paulo, 8(28):464-466.
- UNGER, P. W. & CASSEL, D. K. 1991. Tillage implement disturbance effects on soil properties related to soil and water conservation: a literature review. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, (19):363-82.