

# AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E DA POROSIDADE DE UM GLEISSOLO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E DIFERENTES CULTURAS

## BULK DENSITY AND POROSITY EVALUATION OF A TYPICAL ENDOAQUALF SUBMITTED TO DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS AND DIFFERENT CROPS

PAULETTO, Eloy A.<sup>1</sup>, BORGES, Jesus R.<sup>2</sup>, SOUSA, Rogério O. de<sup>3</sup>, PINTO, Luiz F. S.<sup>3</sup>, SILVA, João B. da<sup>4</sup>, LEITZKE, Volnei W.<sup>5</sup>

### RESUMO

Os solos de várzea apresentam aspectos de drenagem deficiente, capacidade de armazenamento de água baixa, densidade alta e relação micro/macroporos elevada, o que dificulta o estabelecimento de culturas e sistemas alternativos ao cultivo do arroz irrigado. O estabelecimento de sistemas que envolvam a mínima mobilização do solo e a sucessão e/ou rotação de culturas traz como consequência a melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos e principalmente no controle do arroz vermelho. O experimento foi conduzido no Centro Agropecuário da Palma-UFPEL, por um período de três anos, com o objetivo de avaliar a influência dos sistemas de cultivo convencional, mínimo, plantio direto e da rotação de culturas com diferentes coberturas de inverno na densidade e porosidade de um Gleissolo Háplico. Foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0,00 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, onde foram determinadas a densidade, a macro e microporosidade e a porosidade total. Em face dos resultados obtidos pode-se constatar que: a) os valores de porosidade total, macro e microporosidade foram baixos quando comparados com um solo tido como ideal, independente do tratamento; b) a relação micro/macroporos apresentou-se muito acima da ideal para culturas de sequeiro e que c) o período de três anos de condução do experimento foi insuficiente para mostrar diferenças entre os sistemas de cultivo estudados.

*Palavras-chave:* densidade, porosidade, sistemas de cultivo, Gleissolo, arroz irrigado.

### INTRODUÇÃO

Os solos de várzea apresentam atributos físicos favoráveis ao cultivo do arroz irrigado mas que dificultam o estabelecimento de sistemas alternativos que envolvam culturas de sequeiro. Estes solos se caracterizam por apresentarem naturalmente: baixa profundidade efetiva, densidade alta, baixa porosidade, elevada relação micro/macroporos, baixa velocidade de infiltração, drenagem deficiente e baixa capacidade de aeração (GOMES et al., 1992; PEÑA et al., 1996; LIMA et al., 2003 e PAULETTO et al., 2004).

O alagamento destes solos por longos períodos durante o ano devido ao cultivo do arroz irrigado e a aplicação de sistemas de manejo inadequados envolvendo o preparo convencional às vezes realizado em níveis inadequados de umidade tem agravado ainda mais os problemas físicos com reflexos, principalmente, no aumento do grau de compactação (PEÑA et al., 1996 e CAVENAGE et al., 1999). Essas

modificações afetam as trocas gasosas e o movimento de água no solo, podendo comprometer consideravelmente o crescimento de culturas de sequeiro em sucessão ao arroz irrigado (DIAS Jr & ESTANISLAU, 1999).

Convém ressaltar que o grau de compactação de um solo é dependente também do sistema de cultivo adotado. PEDROTTI et al. (2001b) avaliaram a compactação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo e verificaram que os sistemas que envolveram maior mobilização do solo foram os que promoveram os maiores valores de densidade do solo ao longo do perfil, enquanto que o preparo reduzido, os menores valores.

Em termos de resistência mecânica à penetração, no mesmo experimento, PEDROTTI et al. (2001a) verificaram que todos os sistemas de cultivo aumentaram os valores de resistência em relação ao solo mantido sem cultivo. Verificaram, ainda, que o sistema de cultivo do arroz irrigado em rotação com culturas de sequeiro (arroz x soja x milho) com preparo convencional do solo e a sucessão de culturas: um ano soja no sistema convencional x arroz no sistema de semeadura direta foram os tratamentos que propiciaram os valores mais elevados de resistência ao longo do perfil. Por outro lado, o sistema com preparo reduzido (semeadura direta do arroz em resteva de azevém) favoreceu a obtenção dos menores valores de resistência à penetração. Já o sistema de cultivo contínuo do arroz na mesma área, com preparo convencional do solo, favoreceu o surgimento de camadas compactadas, chamadas de “pé de arado” à aproximadamente 10 cm da superfície do solo.

A importância da adoção de sistemas que envolvam menor mobilização do solo tais como: cultivo mínimo e semeadura direta, associados à rotação de culturas e à utilização de plantas de cobertura de inverno, na melhoria dos atributos físicos do solo é ressaltada por vários pesquisadores (ALBUQUERQUE et al., 1995; CATTELAN et al., 1997 e SILVA & MIELNICZUK, 1997). ALBUQUERQUE et al. (1995) afirmam que são necessários de três a quatro anos sob condições de manejo conservacionista para o solo desenvolver uma porosidade mais favorável ao crescimento de raízes. Em Solos de várzea, entretanto, a rotação ou sucessão de culturas tem sido utilizada mais para o controle de plantas daninhas, principalmente o arroz vermelho, do que para a melhoria dos atributos físicos (PAULETTO et al., 1999). Informações a esse respeito ainda são escassas.

<sup>1</sup> Professor FAEM – UFPEL, Caixa postal 354, CEP 96001-970, Pelotas - RS, bolsista CNPq

<sup>2</sup> Professor CEFET-BG, CEP 95700-000, Bento Gonçalves – RS, e-mail: jesusrb@zipmail.com.br

<sup>3</sup> Professor FAEM – UFPEL, Caixa postal 354, CEP 96001-970, Pelotas – RS.

<sup>4</sup> Professor IFM – UFPEL – Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas RS, bolsista CNPq

<sup>5</sup> Eng. Agr. Extensionista ASCAR-EMATER/RS, Escritório Municipal de Terra de Areia-RS.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi de estudar a influência dos sistemas de cultivo convencional, mínimo, e direto e da rotação de culturas com diferentes coberturas de inverno na densidade e na porosidade de um Gleissolo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido por um período de três anos a partir da safra agrícola de 95/96, em uma área do Centro Agropecuário da Palma pertencente à Universidade Federal de Pelotas, localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, no município de Capão do Leão-RS, cujas coordenadas geográficas são 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste. O clima da região de acordo com a classificação de Wilhelm Köppen é do tipo Cfa2, ou seja, subtropical úmido sem estiagens. A precipitação média anual varia de 1185 a 1364 mm com temperatura média anual entre 17 e 18°C, onde a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio varia de 3 a 18°C (MOTA, 1981).

O solo da área experimental foi classificado por SEVERO (1999) como um Gleissolo Háptico Ta Eutrófico luvisólico, A moderado textura média, com caráter solódico em profundidade. Esse solo apresenta como características drenagem de mal a imperfeitamente drenado, cores brunocinzentado-escuro na superfície e cinzento a cinzento-claro, com poucos mosqueados amarelos, nos horizontes inferiores. Não apresenta mudança textural abrupta, sua textura é média com predomínio da fração silte em todo o perfil. É ácido e possui argila de atividade alta. Nos horizontes inferiores apresenta maior teor de sódio, ocasionando um maior teor de argila dispersa em água e conseqüentemente um menor grau de flocculação. Esta área experimental não era cultivada há 20 anos.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com nove tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas de 200 m<sup>2</sup>, com dimensões de 10 m x 20 m cada.

Os tratamentos estudados foram: T1-Monocultivo do arroz no sistema convencional; T2-Monocultivo do arroz no sistema cultivo mínimo; T3-Monocultivo do arroz no sistema plantio direto, com ervilhaca como planta de cobertura; T4-Sucessão arroz/milho no sistema plantio direto, com, respectivamente, ervilhaca e azevém + ervilhaca como plantas de cobertura; T5-Sucessão milho/arroz no sistema plantio direto, com, respectivamente, azevém + ervilhaca e ervilhaca como plantas de cobertura; T6-Rotação milho/soja/arroz no sistema plantio direto, com, respectivamente, azevém + ervilhaca, aveia e ervilhaca como plantas de cobertura; T7-Rotação soja/arroz/milho no sistema plantio direto, com, respectivamente, aveia, ervilhaca e azevém + ervilhaca como plantas de cobertura; T8-Rotação arroz/milho/soja no sistema plantio direto, com, respectivamente, ervilhaca, azevém + ervilhaca e aveia como plantas de cobertura; T9-Campo Nativo – testemunha, sem cultivo.

O experimento foi instalado no outono de 1995, começando-se com um preparo do solo, envolvendo aração, gradagem e aplainamento nos tratamentos de T1 a T8, como objetivo de corrigir as imperfeições do microrelevo e incorporar adubo e calcário, para posterior implantação das coberturas vegetais de inverno. O tratamento testemunha (T9) foi mantido nas condições naturais (sem cultivo).

Nos meses de setembro e outubro as parcelas correspondentes ao sistema convencional receberam aração e gradagem do solo e as parcelas de cultivo mínimo somente gradagem. O cultivo mínimo do solo realizado 45 a 60 dias

antes da semeadura do arroz (setembro/outubro) estimulou a emergência de plantas daninhas, que foram controladas posteriormente com a utilização de herbicida dessecante (Glifosate 4 L ha<sup>-1</sup>), conforme recomendação da pesquisa (EMBRAPA, 1999).

No sistema plantio direto foram evitadas operações que causassem movimentação do solo, sendo as coberturas manejadas através da utilização de herbicida dessecante (Glifosate 4 L ha<sup>-1</sup>) e a semeadura realizada com máquinas próprias de plantio direto (Semeato TD 300).

No segundo semestre de 1998 foram coletadas amostras indeformadas nas profundidades de 0,00 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m utilizando-se o método do macaco hidráulico (PAULETTO, 1997) e cilindros de aproximadamente 0,5 dm<sup>3</sup> para a determinação da densidade, da macro e microporosidade do solo conforme método descrito pela EMBRAPA (1997).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente considerando um experimento fatorial A x B, em faixas, com blocos casualizados com quatro repetições, sendo o fator A: sistemas de cultivo (9 níveis) e fator B: profundidades (2 níveis). O teste de Duncan para comparação de médias complementou a análise da variação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade, porosidade total, macro e microporosidade do solo e a relação micro/macroporos são apresentados na Tabela 1. Observa-se que todos os tratamentos estudados apresentaram valores de densidade do solo semelhantes entre si, indicando que a condução do experimento por um período de três safras agrícolas não foi suficiente para mostrar efeitos de tratamentos neste atributo, inclusive os tratamentos que envolveram a rotação do arroz irrigado com culturas de sequeiro (milho e soja) em plantio direto. Provavelmente, o possível efeito benéfico de sistemas que envolvam rotação de culturas observado em solos de terras altas seja prejudicado quando o solo é inundado por um período de 3 a 4 meses com a cultura do arroz (PEDROTTI, 1996 e PALMEIRA et al., 1999). Mesmo assim, em trabalhos de longa duração, como o de PEDROTTI (1996), que foi conduzido por um período de 10 anos, verifica-se um aumento significativo da densidade na camada superficial nos sistemas de cultivo que envolveram maior movimentação do solo. Na mesma área experimental, PEDROTTI et al. (2001b) observaram ainda que o preparo reduzido do solo favoreceu a obtenção de menores valores de densidade em relação ao preparo convencional.

Em relação à porosidade total, macro e microporosidade, observa-se na Tabela 1, que na camada de 0,0 - 0,10 m não houve diferença significativa entre todos os tratamentos. Entretanto, na camada de 0,10 - 0,20 m, o T9 foi o que apresentou os menores valores de porosidade total e microporosidade, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, com exceção dos tratamentos T4 e T7. O fato do tratamento T9 apresentar os menores valores de microporosidade e de porosidade total na camada de 0,10 - 0,20 m, pode estar relacionado ao não revolvimento do solo e/ou à ausência de culturas com sistema radicular mais profundo, pois nessa área sem cultivo observou-se um predomínio de gramíneas com sistema radicular mais superficial.

Segundo LAMARCA (1992), o cultivo mecanizado do solo favorece, inicialmente, a formação de macroporos e, com isso, o desenvolvimento radicular e vegetativo das plantas. Porém, tal condição ocorre somente nos primeiros meses

após o preparo, pois a compactação e, por conseqüência, a redução da porosidade de solos submetidos ao cultivo mecanizado inicia-se no mesmo momento em que é finalizada a semeadura. No entanto, essa formação de macroporos não foi observada nos tratamentos com cultivo mecanizado, sendo que todos os tratamentos apresentaram valores de macroporos semelhantes entre si (Tabela 1). Este fato se explica uma vez que, neste trabalho, as amostras foram coletadas três meses após a colheita do experimento, tempo suficiente para haver a acomodação do solo.

Tendo em vista o curto período de condução do experimento, ou seja, três safras agrícolas, esperava-se que houvesse menor porosidade total dos sistemas de cultivo que envolveram plantio direto, comparando-os com os sistemas de cultivo convencional e cultivo mínimo, no entanto este fato não ocorreu. Convém ressaltar que, a menor porosidade total normalmente observada em sistemas com plantio direto tem ocorrência apenas nos primeiros anos, deixando de existir com o passar do tempo.

TABELA 1 - Densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade do solo e relação micro/macroporos de um Gleissolo sob diferentes sistemas de cultivo, em duas profundidades.

Prof. (m)	Tratamentos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
----- Densidade do solo – Mg m <sup>-3</sup> -----									
0,00-0,10	1,46 Ba	1,46 Ba	1,47 Ba	1,54 Aa	1,49 Aa	1,45 Ba	1,55 Aa	1,46 Ba	1,52 Ba
0,10-0,20	1,57 Aa	1,52 Aa	1,55 Aa	1,58 Aa	1,54 Aa	1,55 Aa	1,58 Aa	1,54 Aa	1,61 Aa
----- Porosidade Total – m m <sup>-3</sup> -----									
0,00-0,10	0,41 Aa	0,43 Aa	0,41 Aa	0,39 Aa	0,41 Aa	0,43 Aa	0,39 Aa	0,42 Aa	0,40 Aa
0,10-0,20	0,39 Ba	0,39 Ba	0,38 Ba	0,36 Bab	0,39 Ba	0,38 Ba	0,36 Bab	0,37 Ba	0,33 Bb
----- Macroporosidade - m m <sup>-3</sup> -----									
0,00-0,10	0,03 Aa	0,04 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,04 Aa	0,04 Aa	0,04 Aa	0,04 Aa	0,03 Aa
0,10-0,20	0,03 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,04 Aa
----- Microporosidade - m m <sup>-3</sup> -----									
0,00-0,10	0,38 Aa	0,39 Aa	0,38 Aa	0,36 Aa	0,37 Aa	0,39 Aa	0,35 Aa	0,38 Aa	0,37 Aa
0,10-0,20	0,36 Ba	0,36 Ba	0,35 Ba	0,33 Bab	0,36 Aa	0,35 Ba	0,33 Bab	0,34 Ba	0,29 Bb
----- Relação Micro/Macroporos -----									
0,00-0,10	12,7:1	9,8:1	12,7:1	12,0:1	9,2:1	9,7:1	8,8:1	9,5:1	12,3:1
0,10-0,20	12,0:1	12,0:1	11,7:1	11,0:1	12,0:1	11,7:1	11,0:1	11,3:1	7,2:1

As médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

T1- Arroz no sistema convencional; T2- Arroz no sistema cultivo mínimo; T3- Arroz no sistema plantio direto sobre ervilhaca; T4- Sucessão arroz/milho no sistema plantio direto sobre ervilhaca e azevém + ervilhaca, respectivamente; T5-Sucessão milho/arroz no sistema plantio direto sobre azevém + ervilhaca e ervilhaca, respectivamente; T6-Rotação milho/soja/arroz no sistema plantio direto sobre azevém + ervilhaca, aveia e ervilhaca, respectivamente; T7-Rotação soja/arroz/milho no sistema plantio direto sobre aveia, ervilhaca e azevém + ervilhaca, respectivamente; T8-Rotação arroz/milho/soja no sistema plantio direto sobre ervilhaca, azevém + ervilhaca e aveia, respectivamente; T9- Testemunha, sem cultivo.

A relação micro/macroporos obtida em todos os tratamentos (Tabela 1), indica condições inadequadas para o desenvolvimento das culturas de sequeiro, pois a relação variou de 7,2:1 no T9 a 12,7:1 no T1 e T3, apresentando-se muito acima do valor considerado ideal para as culturas agrícolas, que é de 2:1 (KIEHL, 1979 e BRADY & WEIL, 2002). Os baixos valores de macroporosidade e altos valores na relação micro/macroporos implicam em uma aeração deficiente no solo, o que seguramente prejudica o desenvolvimento das culturas de sequeiro. GOMES et al. (1992), verificaram que os valores de macroporosidade mais comumente encontrados no horizonte A dos principais solos de várzea situam-se na faixa de 2 a 10%.

De uma maneira geral, em todos os tratamentos, foram encontrados baixos valores de porosidade total (Tabela 1), ou seja, valores em torno de 40%. Segundo CAMARGO & ALLEONI (1997), um solo ideal deve apresentar 50% de volume de poros totais que, na capacidade de campo, teria 33,5% ocupado pela água e 16,5% ocupado pelo ar.

Comparando-se os valores de densidade entre camadas (Tabela 1), observa-se que houve aumento significativo deste atributo em profundidade com exceção do T4, T5 e T7. Este comportamento da densidade do solo provavelmente não está relacionado aos tratamentos, e sim relacionado a características intrínsecas do próprio solo, uma vez que no

tratamento testemunha (T9) também houve aumento da densidade na camada de 0,10 - 0,20 m. Segundo BAVER et al. (1973) e GOMES et al. (1992) a maior densidade do solo encontrada em profundidade pode ser explicada pelas pressões exercidas das camadas superiores sobre as subjacentes, que provocam a compactação, reduzindo a sua porosidade, bem como a movimentação de material de menor granulometria dos horizontes superiores para os inferiores (iluviação) que também concorre para a redução do espaço poroso e aumento da densidade.

Em relação aos valores da porosidade total, nas duas profundidades, percebe-se (Tabela 1) que, na camada de 0,10-0,20 m são encontrados valores inferiores em todos os tratamentos, diferindo dos valores obtidos na camada de 0,0 – 0,10 m. O mesmo comportamento teve a microporosidade, com exceção para o T5, que apresentou valores estatisticamente iguais entre as duas camadas. Por sua vez a macroporosidade, apenas nos tratamentos T2 e T6 apresenta diferença significativa entre as duas camadas, sendo que os maiores valores foram obtidos na camada de 0,0-0,10 m. É de se esperar que na camada mais superficial do solo ocorra maior porosidade total, macro e microporosidade, pois nessa camada se concentra a maior atividade do sistema radicular das culturas, bem como maior atividade microbiana favorecendo a estruturação do solo.

## CONCLUSÕES

O período de três anos de condução do experimento foi insuficiente para que os diferentes tratamentos mostrassem efeitos significativos nos atributos densidade e porosidade do solo.

A relação micro/macroporos para todos os tratamentos está de 3,2 vezes (T9) a 6,3 vezes (T1 e T3) acima da considerada ideal para culturas de sequeiro;

Os valores de porosidade total, macro e microporosidade foram baixos quando comparados com um solo tido como ideal, independente do tratamento.

## ABSTRACT

*Lowland soils show poor drainage, low water storage capacity, high soil density and high micro/macropores ratios which make difficult establishing crops and alternative systems to irrigated rice. The establishment of systems that minimally stir the soil as well as crop rotation or sequence brings a positive effect on the physical, chemical, and biological attributes and mainly on weed rice control. It was carried out an experiment to evaluate the influence of conventional tillage, minimum tillage, no tillage and crop rotation with different winter cover crops on bulk density and porosity of a Typical Endoaqualf, in the "Centro Agropecuário da Palma" belonging to the Federal University of Pelotas, in a three year period. Undisturbed samples were collected in the 0.00 – 0.10 m and 0.10 – 0.20 m soil for the determination of the soil bulk density, macro and microporosity and total porosity. From the results it was concluded that: (a) the values of total porosity, macro and microporosity were low when compared to an ideal soil, regardless of the treatment; (b) the micro/macropores ratios were much higher than the ideal for dry soil crops, and (c) the three year period was insufficient for the different treatments studied to show significant effects.*

*Key words: bulk density, porosity, cultivation systems, Typical Endoaqualf, irrigated rice.*

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.19, p.115-119, 1995.

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Física de solos**. México: Hispano Americano, 1973. 529 p.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 13. ed. New Jersey :Prentice Hall / Upper Saddle River, 2002. 960p.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. São Paulo: Divisão de biblioteca e documentação - ESALQ/USP, 1997. 132 p.

CANEVAGE, A.; MORAES, M.L.T.; ALVES, M.C.; CARVALHO, M.A.C.; FREITAS, M.L.M.; BEZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um latossolo vermelho escuro sob diferentes culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.23, p.997-1003, 1999

CATTELAN, A.J.; GAUDÊNCIO, C.A.; SILVA, T.A. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os organismos do solo, na cultura da soja, em Londrina. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.21, p.293-301, 1997.

DIAS JR., M.de S.; ESTANISLAU, W. T. Grau de compactação e retenção de água de Latossolos submetidos a diferentes

sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.23, p.45-51, 1999.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

EMBRAPA. **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado / IRGA / EPAGRI, 1999. 124p.

GOMES, A. dos S.; CUNHA, N. S. da; PAULETTO, E. A.; et al. Solos de várzea: Uso e Manejo. In: MARCANTONIO, G. **Solos e irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1992. p.64-79.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

LAMARCA, C.C. **Rastrojos sobre el suelo: una introducción a la cero labranza**. Santiago del Chile : Editorial Universitária, 1992. 301p.

LIMA, C. L. R. de; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.199-205, 2003.

MOTA, F.S. **Meteorología Agrícola**. São Paulo: Editora Nobel, 1981. 376p.

PALMEIRA, P. R. T., PAULETTO, E. A.; TEIXEIRA C. F. A.; GOMES, A. da S.; SILVA, J. B. da. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa(MG), v.23, p.189-195, 1999.

PAULETTO, E. A. **Manual de Laboratório: Determinação de atributos físicos do solo**. Pelotas, 1997. 59 p.

PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S. ; PINTO, L. F. S. Física de solos de várzea cultivado com arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação tecnológica, 2004. p. 119 – 142.

PAULETTO, E. A.; GOMES, A. dos S.; SOUSA, R. O. ; PETRINI, J. A. Manejo de solos de várzea. In: GOMES, A. dos S. ; PAULETTO, E. A.(ed). **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 61-87.

PEDROTTI, A. **Avaliação da compactação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo**. Pelotas, 1996. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANA, S.; et al. Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.25, p.521-529, 2001a.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S.; et al. Sistemas de cultivo do arroz irrigado e a compactação de um planossolo. **Pesq. agrop.bras.**, Brasília (DF), v. 36, p.709-715, 2001b.

PEÑA, Y.A.; GOMES, A da S.; SOUSA, R.O. Influência de diferentes sistemas de cultivo nas propriedades físicas de um solo de várzea cultivado com arroz irrigado. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.20, p.517-523, 1996.

SEVERO, C. R. S. **Caracterização dos solos do Centro Agropecuário da Palma**. Pelotas, 1999. 97f. Dissertação (mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 21, p.313-319, 1997.