

Alterações da porosidade do solo por influência de manejos em ambiente agrícola serrano – Bom Jardim (RJ)

João Paulo Lima de Miranda⁽¹⁾; Lúcia Maria da Silva⁽²⁾; Roberta Laureano Lima⁽³⁾; Guilherme Kangussú Donagemma⁽⁴⁾; Ana Valeria Freire Allemão Bertolino⁽⁵⁾; Nelson Ferreira Fernandes⁽⁶⁾; Fabio Matias Correa⁽⁷⁾; José Carlos Polidoro⁽⁴⁾; Gustavo Tato⁽⁸⁾

(1) Mestre em Geografia, bolsista da FAPERJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) joaopaulo55@yahoo.com.br; (2) Graduanda em Geografia, UFRJ, (3) Bacharel em Geografia, UFRJ, (4) Pesquisador da EMBRAPA-Solos; (5) Prof. do dpt. de Geografia da ERJ-FFP, São Gonçalo (6) Prof. do dpt de Geografia da UFRJ; (7) Mestrando em Fitotecnia da UFRRJ; (8) Técnico agrícola da EMBRAPA-Solos.

Apoio: EMBRAPA, CNPq, FAPERJ, PRONEX

Resumo: Ainda há uma necessidade de se entender a influência do pousio nas propriedades físicas do solo (inclusive na porosidade) visto que existe no Brasil uma deficiência de estudos em longo prazo dessa técnica. No Bioma de Mata Atlântica ainda ocorre uma pressão dos órgãos conservacionistas sobre os remanescentes dificultando a utilização de um pousio mais prolongado pelos agricultores. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de cultivos perenes e com pousio na porosidade de um solo em área agrícola serrana de Mata Atlântica, como tentativa de confirmar ou não a utilização do pousio como uma prática conservacionista. A hipótese inicial é que diferentes manejos podem alterar as propriedades físicas do solo nos ambientes diversos, com destaque para a porosidade, influenciando a infiltração, a dinâmica da água no solo, e a erosão. O estudo foi realizado num CAMBISSOLO com as seguintes coberturas: banana, café (perenes), pousios de 2 e 5 anos e mata com 45 anos. Foram coletadas 60 amostras em setembro de 2005 nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm (com três repetições) para a determinação da porosidade total, macroporosidade, microporosidade pelo método da mesa de tensão a partir da metodologia da EMBRAPA e determinação do coeficiente de aeração. Os resultados indicaram que a porosidade foi afetada pelo manejo, já que foi verificada variação de até 90% da porosidade total, 160% da macroporosidade e 28% da aeração entre os manejos, com diferença de até 20% da porosidade total, 50% da macroporosidade e 20% da aeração entre os pousios. A microporosidade foi a propriedade com as menores variações entre os manejos e entre os pousios. No geral, o café apresentou os piores comportamentos da porosidade e o pousio de 2 obteve piores índices que o pousio de 5 anos. A partir do conjunto das propriedades avaliadas, observou-se que o pousio 2 anos apresentou maior degradação do que o pousio de 5 anos, sendo possível entender que 5 anos de pousio parece ser um tempo mais apropriado para a recuperação da qualidade física do solo nesse ambiente, sendo este tempo possivelmente mais recomendado ao combate a erosão.

Abstract: There is a need to understand the influence of the fallow in soil physical properties (including the porosity) because there is in Brazil a deficiency of long-term in studies on this technique. In the Atlantic biome, there is a pressure from conservationists on the remaining hindering the use of a longer fallow by farmers. The objective was to evaluate the influence of perennial crops and fallow land in the porosity in the agricultural mountain area of Atlantic Forest, an attempt to confirm whether or not the use of fallow as a practical conservationist. The initial hypothesis is that different managements can change the physical properties of the soil in various environments, with emphasis on the porosity, influencing the infiltration, the dynamics of water in the soil, and erosion. The study was conducted in a CAMBISSOLO with the following coverage: banana, coffee (perennial), fallow from 2 to 5 years and forest with 45 years. 60 samples were collected in September 2005 at depths of 0-5, 5-10, 10-20 and 20-30 cm (with three repetitions) for the determination of porosity, macro, micro method by the table of tension from EMBRAPA and the methodology of determining the coefficient of aeration. The results indicated that the porosity was affected by the management, because it was detected variation of up to 90% of the total porosity, 160% of macroporosity and 28% of aeration between the managements, with a difference of up to 20% of the total porosity, 50% of macroporosity and 20% of the aeration between the fallows. The microporosity was the property with minor variations between the managements and between the fallows. Overall, the coffee produced the worst behaviour and the fallow with 2 years was worse than the fallow

with 5 years. From all the properties evaluated, it was observed that the fallow 2 years showed a greater degradation than the fallow for 5 years, one can understand that 5 years of fallow seems to be a more appropriate time for the recovery of physical quality of the soil in this environment, and this time possibly more recommended to combat erosion.

1- Introdução:

As coberturas e os manejos podem influenciar e modificar positivamente ou negativamente as propriedades físicas dos solos (Primavesi, 1984), principalmente nos horizontes mais superficiais. O manejo inadequado é uma das principais causas da degradação das estruturas dos solos, provocando redução da macroporosidade, aumento da microporosidade, entre outras alterações (Anjos *et al.*, 1994), alterando os movimentos de solutos e gases, crescimento de raízes (Wairu e Lal 2005), além de influenciar os processos hidrológicos e erosivos, já que afetam a capacidade de infiltração e a retenção de água, e conseqüentemente, o escoamento superficial (Hillel, 1970) e a erosão, (Bertoni e Lombardi Neto, 1999). Assim, o conhecimento da influência do manejo nas propriedades físicas de solos tropicais é fundamental para a manutenção da produtividade agrícola e para o combate da degradação do ambiente (Lal, 2000).

A Mata Atlântica é atualmente um dos biomas mais ameaçados do planeta devido a sua elevada devastação e pequena conservação de áreas remanescentes em relação a sua área original, fazendo com que seja de fundamental importância a manutenção desse bioma na forma desses remanescentes que permitem a formação de corredores ecológicos. Devido a sua grande biodiversidade e grau de endemismo, é conhecido como um “hot-spot” (Lagos e Muller, 2007). Dentre as diversas atividades praticadas nesse bioma, destaca-se a agricultura, especialmente na Região Serrana do Rio de Janeiro, onde tradicionalmente vem sendo utilizada a agricultura migratória, que utiliza a técnica do pousio para a recuperação da qualidade do solo (Correia et al, 2004).

Devido à pressão conservacionista que o IBAMA exercia sobre os remanescentes de Mata Atlântica na Região Serrana do Rio de Janeiro em função da grande remoção da cobertura original, o tempo do pousio vinha sendo reduzido pelos produtores da região (especialmente os de Bom Jardim) para 3 a 4 anos ao invés de 7 a 10 anos com o intuito de evitar que as áreas de pousio fossem enquadradas como estágio de capoeira avançada, as quais eram entendidas pelo IBAMA como remanescentes (Correia et al, 2004). O período de duração do pousio é de fundamental importância para que haja a reciclagem de nutrientes e recuperação da qualidade física

do solo via decomposição da serrapilheira e recomposição de raízes (Altieri, 2002) e conseqüentemente para a sustentabilidade da agricultura migratória.

Desta maneira, os agricultores eram impedidos de reutilizarem áreas de vegetação secundária dentro de suas próprias fazendas e conseqüentemente não conseguiam recuperar a qualidade inicial do solo, observando redução progressiva da produtividade. Mais recentemente, foi elaborada uma nova Lei Federal em dezembro de 2006 (Presidência da República, 2008) que modificou a utilização legal do pousio que passou a ser admitido como prática nos Estados onde tal procedimento é praticado tradicionalmente, como no caso do Rio de Janeiro.

Visto que segundo Prado et al (2002), há no Brasil uma deficiência de estudos em longo prazo sobre a influência do pousio nas propriedades dos solos já que sempre foi raro a manutenção de solos em descanso mais prolongado, ainda há uma lacuna no que tange a identificação do tempo de pousio mínimo correto para a recuperação da qualidade do solo.

Sendo assim, objetiva-se analisar a influência de cultivos perenes e com pousio em propriedades físicas de um solo (com destaque para a porosidade) em área agrícola serrana de Mata Atlântica (Bom Jardim-RJ), como tentativa de se entender o tempo ideal de pousio e minimizar as questões ambientais, além de contribuir para confirmar ou não o caráter conservacionista da agricultura migratória nessa área. A hipótese inicial é que manejos e coberturas distintas do solo podem alterar de forma diferenciada em ambientes diversos as propriedades físicas do solo que exercem grande controle na infiltração e na dinâmica da água no solo, e na erosão.

2- Materiais e métodos

O município escolhido foi Bom Jardim, localizado na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, dentro do bioma Mata Atlântica, sendo selecionado por apresentar um sistema agrícola envolvendo cultivos comerciais representativos da região (milho, banana, feijão, inhame, entre outros) com utilização de pousio de 4 a 7 anos após 2 a 3 anos de cultivo, e por localizar-se numa região com histórico de problemas erosivos em função das elevadas taxas de precipitação e do relevo acidentado.

A região está enquadrada na unidade geomorfológica das colinas e maciços costeiros do planalto da Serra dos Órgãos, com altitudes em torno de 900 m. Apresenta

litologia com predominância de granitos metamórficos, gnaíse, migmatitos e associações. Os solos mais comuns da região são LATOSSOLOS Vermelho-amarelo, ARGISSOLOS, CAMBISSOLOS, NEOSSOLOS e associações entre estes (Coutinho *et al*, 2005). A precipitação anual é em torno de 1400 mm concentrado no verão, época em que as perdas de solo por erosão são mais comuns.

Mais especificamente, os estudos foram realizados no distrito de Barra Alegre, numa propriedade particular inserida numa sub-bacia do Rio Paraíba do Sul. Os manejos escolhidos ficaram concentrados numa encosta (Figura 1) com características semelhantes (solo, declividade, insolação, etc), sendo as seguintes coberturas avaliadas: 1- café (perene); 2- banana (perene, 17 anos); 3- pousio recente de 2 anos- pousio 2^a (anteriormente cultivo anual de milho); 4- pousio de cinco anos- pousio 5A; 5- floresta secundária com 40 anos como unidade de referência - mata. O solo da encosta foi descrito como CAMBISSOLO Háplico.

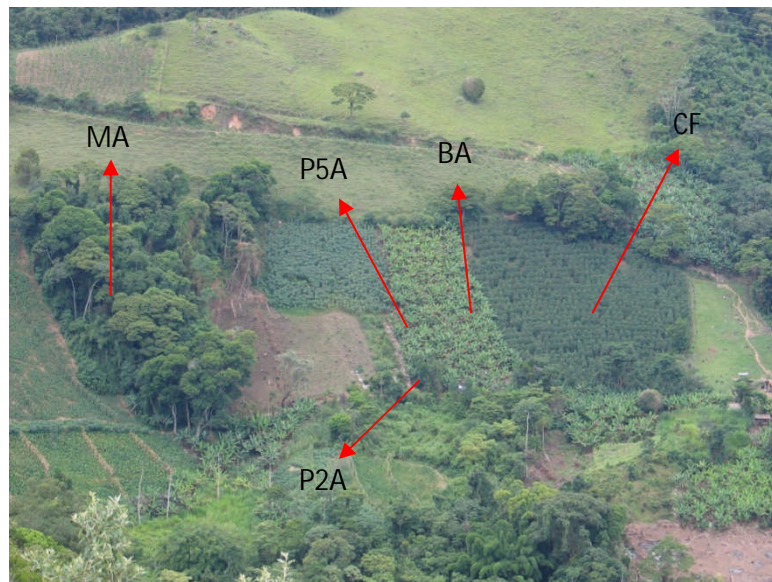


Figura 1: Encosta onde se localizam os 5 manejos e coberturas avaliados.

Foram coletadas amostras indeformadas em 60 amostras (total) por meio do anel de Kopecky em setembro de 2005 nas profundidades de 0-5, 5-10 (efeito do manejo, matéria orgânica e organismos), 10-20 e 20-30 cm (zona de raízes), sendo que cada profundidade teve 3 repetições, todas situadas no horizonte A do solo.

Foram realizados os ensaios de porosidade total e macroporosidade, microporosidade pelo método da mesa de tensão, segundo metodologia da EMBRAPA (1997). A aeração foi obtida a partir do resultado da divisão da microporosidade pela

porosidade total, conforme proposto por Oliveira e Melo (1978). Com relação ao tratamento estatístico, foram feitos testes de média, desvio padrão, coeficiente de variação e teste F de variância a significância $P < 0,05$.

3- Resultados e discussões

O solo estudado foi classificado como textural franco-arenoso. Com relação à porosidade total (Figura 1), observou-se que os valores médios variaram entre 0,7185 e 0,3550 m^3/m^3 , com as parcelas da mata, do pousio 5 anos e da banana apresentando os maiores valores em geral, ao contrário do pousio 2 anos e do café. Os valores podem ser considerados dentro do intervalo médio, pois segundo Freire (2006), solos de textura franca apresentam porosidade em torno de 0,5 m^3/m^3 .

As variações da porosidade total entre as coberturas tenderam a reduzir com o aumento da profundidade em função da diminuição da interferência do manejo, sendo mais expressiva no trecho inicial (0-5 cm) onde a variação foi de 90 %, considerada significativa a $p < 0,001$. Nessa mesma profundidade ocorreu também a maior diferença dos pousios para o café (cultivo perene), variando de 26 a 37%. Em algumas profundidades também foram verificadas distinções significativas entre os pousios, já que o mais longo obteve valores superiores ao pousio mais curto em 20 % (5-10 cm).

A parcela do café apresentou em todas as profundidades o menor valor médio de porosidade total, sempre com valor reduzido em relação a da banana (ambos são cultivos perenes). Tal fato pode ser explicado por uma possível redução da presença de organismos que colaborem para a formação de poros nessa parcela, ou pela estrutura, diâmetro e densidade das raízes, que no café tendem a ser mais profundas do que na banana (60 contra 20-40 cm).

Cunha *et al* (2001) verificaram recuperação de 90% da porosidade num LATOSSOLO Vermelho-amarelo com 3 anos de pousio após 3 anos de cultivo de soja e milho (semelhante ao presente trabalho, que alcançou 100%). Sobrinho e Ross (2007) também notaram menor porosidade total num ARGISSOLO cultivado com milho e feijão em relação ao solo com pousio por 3 anos.

Ao contrário do presente trabalho, Alves e Suzuki (2004) não verificaram variações significativas da porosidade total entre o pousio de 6 anos e as espécies cultivadas (Guandu, Crotalaria, Mucuna preta e Milheto) num LATOSSOLO Vermelho.

Barros *et al* (2006) analisaram as modificações de propriedades físicas em um CAMBISSOLO de Mata Atlântica. Os autores verificaram que a floresta apresentou a maior média de porosidade total ($0,6056 \text{ m}^3/\text{m}^3$) na profundidade de 0-5 cm, semelhante ao presente trabalho, enquanto que os tratamentos de plantio convencional com couve flor e os pousios de capoeira e capim gordura tiveram médias aproximadas, com $0,5635$, $0,5726$ e $0,5749 \text{ m}^3/\text{m}^3$ respectivamente. Os autores só observaram variações da porosidade na profundidade de 5-10 cm, com o pousio de capoeira registrando a menor quantidade total de poros. Netto *et al* (2007) encontraram maiores valores da porosidade total num LATOSSOLO Vermelho cultivado com milho e feijão do que em pousio com 6 anos, ao contrário do presente estudo.

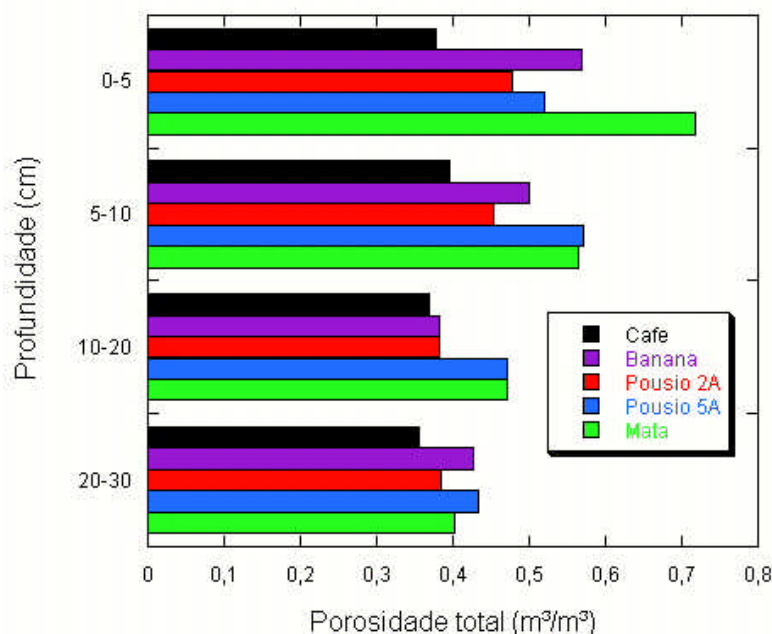


Figura 1: Porosidade total influenciada pelos diferentes manejos e profundidades.

Observou-se que os valores médios da macroporosidade (Figura 2) variaram entre $0,42$ e $0,1613 \text{ m}^3/\text{m}^3$ (Figura 2), com as parcelas da mata, do pousio 5 anos e da banana apresentando os maiores valores em geral. As variações da macroporosidade entre os manejos foram máximas na profundidade de 0-5 cm alcançando 160%, sendo bastante significativa a $p < 0,001$. Também foram verificadas diferenças significativas entre os pousios, já que o de 5 anos foi 50% superior em relação ao de 2 anos. A técnica de utilização do pousio foi eficaz para a recuperação da porosidade, na medida em que no geral, foram superiores aos cultivos perenes. Cunha *et al* (2001) também observaram que 3 anos de pousio parece ser insuficientes para a

recuperação da macroporosidade, embora houvesse um incremento dos valores em relação aos pousios mais curtos.

Ao contrário do presente trabalho, Mendes (2006) não verificou variações significativas da macroporosidade num CAMBISSOLO com pousio de 3 anos, cultivo rotacionado de milho e feijão e banana perene na maior parte das profundidades avaliadas. Alves e Suzuki (2004) também não verificaram variações da macroporosidade entre o pousio e os cultivos avaliados.

Observa-se que os valores médios da microporosidade apresentaram variação (Figura 3) de 0,2985 a 0,1801 m³/m³, sendo considerada significativa a $p < 0,01$. A literatura indica que há menor variação da microporosidade em relação à macroporosidade porque os manejos são menos capazes de interferir nos microporos (. Essa relação foi constatada no presente trabalho que comprovou a variação ser mais significativa nos macroporos, resultado semelhante ao de Araújo *et al* (2004), que verificaram alterações de propriedades físicas num LATOSSOLO Vermelho cultivado e sobre mata nativa. Os autores concluíram que não houve diferenças estatísticas da microporosidade, semelhante ao trabalho de Alves e Suzuki (2004). Netto *et al* (2007), ao contrário do presente trabalho verificaram maior microporosidade no solo cultivado. Além disso, observou-se também que os valores da microporosidade foram mais reduzidos em relação aos da macroporosidade, concluindo-se que, os microporos foram menos capazes de reger o comportamento da porosidade total.

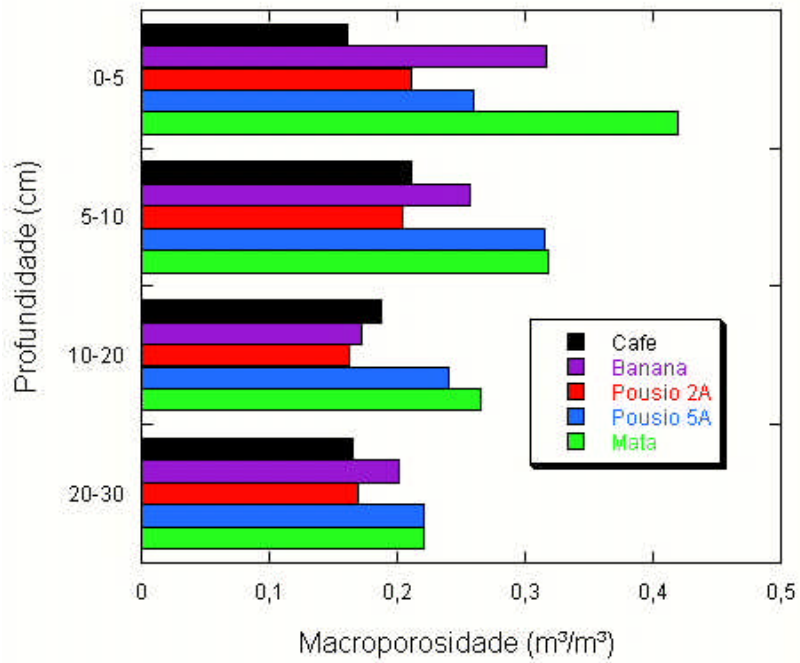


Figura 2: Macroporosidade influenciada pelos diferentes manejos e profundidades.

Em geral, os pousios apresentaram os maiores valores de microporosidade, não sendo verificadas diferenças significativas entre estes. Barros *et al* (2006) também verificaram ausência de variações significativas entre os pousios.

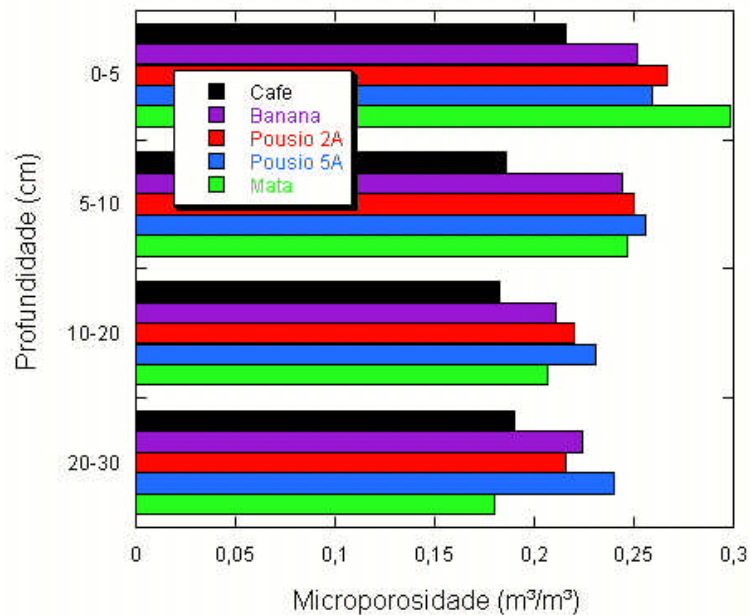


Figura 3: Microporosidade influenciada pelos diferentes manejos e profundidades.

A aeração é um índice que se relaciona com a microporosidade e a porosidade total, mas secundariamente também com a macroporosidade. Quanto maior o valor do coeficiente de aeração, maior a degradação do solo. A aeração variou 28% entre os manejos com as parcelas da mata, do pousio 5 anos e da banana apresentando os melhores resultados, ao contrário do pousio 2 anos, que obteve os piores índices, em geral. A análise estatística de variância mostra que houve uma diferenciação da aeração entre os tratamentos, já que o fator F de variância foi de 5,39 a significância pouco acima de 0,001.

Foram verificadas significativas diferenças entre os pousios, com o de 2 anos obtendo valores até 20% superiores ao pousio de 5 anos. O café e o pousio de 2 anos apresentaram os piores índices de aeração devido às maiores taxas de microporos, que tendem a aumentar o coeficiente de aeração, e conseqüentemente o escoamento superficial, erosão e a degradação do solo. O comportamento da aeração pode ser explicado pela atividade de organismos que se consolida a partir de um pousio mais prolongado, sendo responsáveis por elevada macroporosidade e baixa microporosidade, e por um possível aporte de matéria orgânica mais consistente com 5 anos de descanso

4- Conclusões

Nas propriedades avaliadas, foram verificados maiores porosidades no pousio 5 anos em relação ao de 2 anos, sendo o primeiro mais adequado para o sistema agrícola avaliado, podendo ser mais eficiente na dinâmica hidrológica e na susceptibilidade a erosão devido a maior recuperação e maior proximidade ao tratamento controle (mata). O café obteve piores índices em relação a banana, sendo o cultivo que mais degradou o solo.

5- Referências bibliográficas

- ALTIERI, M. **Agricultura tradicional**. In: ALTIERI, M. Agroecologia bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: AS-PTA. 2002. 179-235p.
- ALVES, M. C. & SUZUKI, L. E. A. S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 27-34, 2004.
- ANJOS, J.T.; UBERT; A.A.A., VIZZOTTO, V.J. et al. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p.139-145, 1994.

- ARAÚJO, M. A., TORMENA, C. A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.
- BARROS, A.L.R.; LIMA, L.G. Propriedades físicas em diferentes manejos na Região Serrana/RJ sob bioma de Mata Atlântica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, Goiânia, 2006, **Anais...** Goiânia: IAG: UGB, p. 11, 2006.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2ª edição. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.
- CORREIA, M.E.F.; REIS, L.L.; CAMPELLO, E.F.C. et al. População da macrofauna do solo em agricultura itinerante na Região da Mata Atlântica, RJ. In: CAMPELLO, E.F.C. **Seminário sobre agricultura migratória na região serrana do Rio de Janeiro**. Seropédica: EMBRAPA-Agrobiologia, 2004. p. 62-75.
- COUTINHO, H.L.C.; ABOIM, M.C.R.; BENITES, V.M. et al. Dinâmica da diversidade microbiana e da qualidade do solo em um sistema de agricultura migratória na Região Serrana Fluminense. In: CAMPELLO, E.F.C. **Seminário sobre agricultura migratória na região serrana do Rio de Janeiro**. Seropédica: EMBRAPA - Agrobiologia, 2004. p. 49-61.
- CUNHA, T.J.F.; MACEDO, J.R.; RIBEIRO, L.P. et al. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.1, p.27-36, 2001.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2ª Ed.. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.
- FREIRE, O. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu: FEPAF, 2006. 271p.
- HILLEL, D. **Fundamentals of Soil Physics**. San Diego: Academic Press, 1980. 413 p.
- LAGOS, A.R.; MULLER, B.L.A. Hotspot brasileiro, Mata Atlântica. **Saúde e ambiente**, Duque de Caxias, v.2 n.2, p. 25-35, 2007.
- LAL, R. Physical management of the soils of the tropics: priorities for the 21st century. **Soil Science**, Baltimore, v. 165, n. 3, p.191-207, 2000.
- MENDES, C.A. **Erosão superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pousio no município de Bom Jardim - RJ**. 2006. 227 p. Tese – Doutorado em Geotecnia, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro.
- NETTO, A.A.; FERNANDES, E.J.; CENTURION, J.F. Propriedades físicas e indicador de qualidade de um latossolo vermelho submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.27-37. 2007.
- OLIVEIRA, L.B.; MELO, V. Caracterização físico-hídrica do solo II unidade Utinga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.3, p.67-81. 1978.
- PRADO, R.M., ROQUE, C.G.; SOUZA, Z.M. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p.1795-1801, 2002.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/ Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm>. Acessado em: 16/02/2008.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico del suelo**. Buenos Aires: El Atene: 1984, 499 p.
- SOBRINHO, J.F.; ROSS, J.L.S. O processo de erosão em ambiente de superfície sertaneja - varjota (CE). **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n.21, p. 53 - 66, 2007.
- WAIRU, M; LAL, R. Tillage and use effects on soil microporosity in Ohio, USA and Kolombangara, Solomon Islands. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 88, p.80-84, 2006.