

MODIFICAÇÕES NA ESTABILIDADE DE AGREGADOS NO SOLO DECORRENTES DA INTRODUÇÃO DE PASTAGENS EM ÁREAS DE CERRADO E FLORESTA AMAZÔNICA

Regina Márcia Longo¹, Carlos Roberto Espíndola² & Admilson Írio Ribeiro³

RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar os impactos decorrentes da remoção das coberturas originais e seu posterior uso agrícola tomando-se, para tanto, duas distintas condições fisiográficas brasileiras - cerrado e floresta amazônica, tendo como atributos primordiais de análise as modificações da estrutura/agregação dos solos. As áreas selecionadas para as investigações foram Porto Velho, RO (floresta) e Senador Canedo, GO (cerrado) de ocorrência de Latossolos argilosos, cujas amostras foram coletadas ao longo de transeções contendo 24 pontos (pequenas trincheiras de 60 cm de profundidade), 12 sob vegetação natural (floresta e cerrado) e 12 sob pastagem plantada, em cada uma das áreas de estudo; em seguida, estas foram analisadas quanto à distribuição e estabilidade de agregados em água. Verificou-se diminuição acentuada no diâmetro médio dos agregados (DMP) no sentido vegetação natural-pastagem, sendo mais pronunciada na região do cerrado; de maneira geral, os maiores valores foram observados na região amazônica em que a remoção da cobertura vegetal original promoveu efeitos negativos sobre os atributos dos solos estudados, notadamente sobre a estrutura/agregação dos mesmos, mostrando a fragilidade dos solos dos ecossistemas brasileiros, quando submetidos ao cultivo.

Palavras-chave: agregação, pastagem, floresta amazônica, cerrado

AGGREGATE STABILITY MODIFICATION IN SOIL CAUSED BY THE INTRODUCTION OF PASTURE AREAS IN "CERRADO" AND AMAZON FOREST

ABSTRACT

The aim of the present work was to evaluate the effects of human intervention, through jungle clearing and cultivation, on the aggregate distribution. This research was performed in Porto Velho, State of Rondônia (amazon forest) and Senador Canedo, State of Goiás ("cerrado"). The soil samples were collected in areas of primary vegetation and planted pasture, obeying a line with 24 points each 10 m (12 under natural vegetation and 12 under pasture) in each local of study; they were then analyzed with respect to stability of aggregates in water. In relation to the aggregate distribution, the results showed a reduction when the soil under native vegetation was submitted to agricultural cultivation, although, the amazon region presented high size aggregation. The results obtained in this study confirm a certain soil degradation in cultivated soils (by introduction of pasture) compared with uncultivated soils in two Brazilian ecosystems (amazon forest and "cerrado").

Key words: aggregation, pasture, amazon forest, "cerrado"

¹ Aluna de Doutorado da Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP – Cidade Universitária Zeferino Vaz, CP 6011, Barão Geraldo, CEP 13081 - 490, Campinas, SP. Fone: (019) 788 1001, Fax: (019) 788 1010. E-mail: longo@agr.unicamp.br

² Prof. Titular da Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP. Fone: (019) 788 1001, Fax: (019) 788 1010

³ Prof. Universidade Federal de Goiás – R. Joaquim Caetano 1358, Jataí, GO. Telefax: (062) 632 2130

INTRODUÇÃO

A implantação de atividades agrícolas vem modificando a cobertura vegetal original de grande parte do território brasileiro. Ecossistemas naturais, como o cerrado e a floresta amazônica vêm, há muito tempo, perdendo suas características originais, cedendo lugar a atividades agropecuárias.

O cerrado brasileiro abrange uma área de cerca de 200 milhões de hectares (23% do nosso território) 60% dos quais apresentando aptidão à lavoura; até bem pouco tempo atrás ele era tido como área inadequada à implantação da agricultura, com sua exploração restringindo-se ao aproveitamento das melhores terras para a pecuária extensiva (Ker, et al. 1990) mas hoje responde por cerca de 27% da produção nacional de grãos e abriga 42% do rebanho bovino nacional, com sua vegetação original bastante modificada. A grande área florestada ainda existente no Brasil é a Floresta Amazônica, que permaneceu praticamente intocada, em sua cobertura vegetal, até a década de 60. De acordo com dados recentes, a Amazônia apresenta, hoje, 6,6% (252.222 km²) de seu território convertido em áreas alteradas, em consequência das ações antrópicas. Parte dessa alteração é, certamente, decorrente da implantação de atividades agrícolas, altamente estimuladas por incentivos governamentais nas décadas de 70 e 80 (Nascimento & Homma, 1984).

Ao se considerar as modificações nesses ecossistemas, deve-se observar a estreita relação entre o solo e a vegetação, uma vez que o primeiro exerce apreciável influência sobre o tipo de comunidade vegetal presente numa localidade, e a segunda, de forma recíproca, influencia as propriedades e o regime do solo, quer seja de forma direta, pelo suprimento de matéria orgânica, ou indireta, em uma série de atributos, como a estruturação, a capacidade de retenção de cátions, o suprimento de nutrientes, a aeração e o comportamento hídrico. As alterações na composição da vegetação de ecossistemas naturais, associadas às práticas de manejo, podem promover graves consequências, não só em relação à biodiversidade mas, também, quando se analisa a deterioração causada aos seus solos e a sua consequente possibilidade de reutilização e/ou conservação. Assim, estudos que visem analisar os efeitos causados pela ação antrópica sobre propriedades dos solos constituem valiosos recursos para avaliações e/ou previsões sobre os danos causados ao ambiente, servindo como subsídios à discussão sobre a manutenção desses ecossistemas ou, nessa impossibilidade, para a sua ocupação racional com previsões sobre a extensão dos efeitos dessa ocupação.

O cultivo acarreta diminuição no teor de matéria orgânica do solo, em função de sua exposição e consequente oxidação; logo, a estabilidade dos agregados existentes na camada superficial do solo tende a diminuir (Fortun & Fortun, 1989). Rando (1981) trabalhando com um Latossolo Roxo no município de Lavras, Minas Gerais, acusa o efeito negativo do cultivo na estabilidade de agregados, em solos sob práticas convencionais por mais de 10 anos. Da mesma forma, Moraes (1984) estudando características físicas de um Latossolo Vermelho-escuro muito argiloso sob cerrado, mostrou que o solo não cultivado, utilizado como referência, apresentou maior porcentagem de agregados superiores a 2 mm de diâmetro. Em cana-de-açúcar, mesmo com

a incorporação da vinhaça, os agregados são menores e menos estáveis à ação da água que sob eucalipto e cerrado (Longo et al., 1996).

Melo & Silva (1995) comparando solo sob cerrado a áreas de pastoreio, observaram que o sistema de manejo adotado na pastagem promoveu alterações nas propriedades físicas e no conteúdo de matéria orgânica. A compactação provocada pelo pastejo dos restolhos e a redução da matéria orgânica influenciaram negativamente as propriedades do solo, aumentando a densidade, diminuindo o tamanho dos agregados estáveis em água e a macroporosidade.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da intervenção humana sobre determinados parâmetros dos solos sob ecossistemas naturais e após a introdução de pastagem, nas regiões do cerrado e da Floresta Amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas estudadas fazem parte de dois dos mais importantes ecossistemas brasileiros: Floresta amazônica e Cerrado, que apresentam peculiares características de vegetação, de solo e de clima, e que há muito vêm sendo degradadas pela ação antrópica (Figura 1).



Figura 1. Localização das áreas estudadas

Região 1 – Floresta amazônica

As amostragens na região amazônica foram realizadas em áreas de investigação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, no município de Porto Velho, RO, numa seqüência pasto/floresta. A temperatura média anual da região é de 25,5°C, com precipitação de 2200 mm e um período de seca durante os meses de maio a setembro; a vegetação natural predominante é classificada como “floresta tropical”, cuja vegetação nativa é formada por floresta, que apresenta árvores de porte médio e grande variação de espécies botânicas (Radambrasil, 1983). O solo do local é um Latossolo Vermelho-amarelo concrecionário textura argilosa, com teores de Fe₂O₃ próximos a 7% apresentando alta concentração de concreções e ocupa um volume de mais de 30% da massa do solo, a uma profundidade inferior a 30 cm, acarretando diminuição significativa do volume real da terra (Radambrasil, 1983).

Região 2 - Cerrado

As amostragens na área do cerrado foram realizadas em terras da Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária-EMGOPA, no município de Senador Canedo, nas proximidades de Goiânia, GO, sob seqüência pasto/cerrado. A região é enquadrada, num caráter macro, no tipo climático Aw (tropical estacional quente e úmido) da classificação de Köppen, a temperatura, de maneira geral, varia pouco durante o ano (20 – 26°C); por outro lado, verifica-se grande variação tanto na precipitação média anual quanto na distribuição das chuvas, sendo que a maior parte da região é caracterizada pela ocorrência de uma estação chuvosa (novembro a abril) e outra seca (maio a outubro) com 80% das chuvas ocorrendo no período chuvoso. Quanto ao solo, a maior parte é da categoria dos Latossolos argilosos, destacando-se o Latossolo Vermelho-amarelo, o Latossolo Vermelho-escuro e o Latossolo Roxo (Ker et al, 1990); a vegetação, em sua maior parte, é do tipo cerrado aberto, isto é, arbustos e árvores mais extrato herbáceo (Radambrasil, 1983).

Para as amostragens foram selecionadas áreas de vegetação primária e de pastagem plantada, coletando-se as amostras ao longo de uma transeção, contendo 24 pequenas trincheiras de 60 cm de profundidade, espaçadas de 10 em 10 m (12 sob pastagem e 12 sob vegetação natural) em decorrência de recomendações sugeridas por Sparovek (1993).

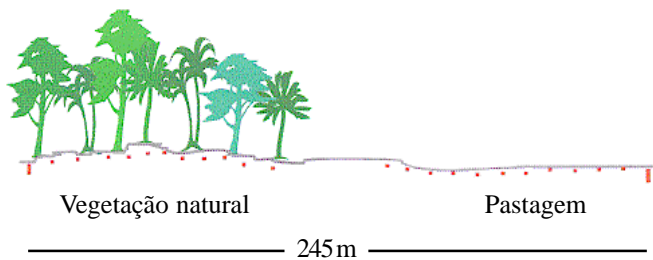


Figura 2. Esquema de amostragem utilizado para a coleta de dados

Quanto às repetições, estabeleceu-se que seriam tomadas ao longo da própria transeção, sendo que cada três pontos seqüenciais de amostragem constituíram uma parcela, com três repetições. Ressalte-se que, caso fosse estabelecido uma outra transeção dentro da mesma área, esta não poderia ser tomada como repetição, mas como um novo experimento, em virtude da grande variabilidade espacial existente dentro de ecossistemas complexos, como as florestas.

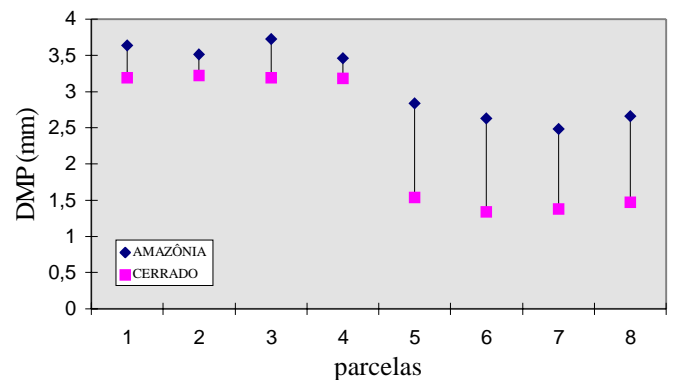
As três repetições de cada parcela foram comparadas pela análise de variância (teste F) enquanto a comparação das médias foi feita pelo teste Duncan, com 5% de significância. As análises de variância foram realizadas em esquema de parcelas subdivididas, visando-se verificar a ocorrência ou não de diferenças significativas entre as parcelas (vegetação natural e pastagem) e entre as subparcelas (posição de amostragem).

As análises da distribuição e estabilidade dos agregados em água foram realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP e, para sua melhor interpretação, determinaram-se os teores de carbono orgânico junto ao Laboratório de Bioquímica do Solo da FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP. A análise da distribuição e

estabilidade de agregados foi realizada segundo o método de avaliação de porcentagem de agregados - via úmida, proposto pela EMBRAPA - SNLCS (1979) e do carbono orgânico, segundo Tiurim (oxidação via úmida) conforme descrito em Dabin (1976).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Figura 3 representam os diâmetros médios ponderados (DMP) dos agregados das amostras coletadas nos diferentes ecossistemas e seu respectivo quadro de análise de variância; esta forma de representação facilita a comparação entre a agregação de diferentes solos, a partir de um único número, e não uma série deles (Kiehl, 1979).



ab	ab	ab	ab	c	c	c	c	Am
b	b	b	b	d	d	d	d	Cer

Figura 3. Diâmetro médio dos agregados (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições)

Pela análise dos dados, observa-se que o solo sob domínio da Floresta amazônica apresenta os maiores valores de DMP, comparado aos demais, apenas não diferindo significativamente do solo sob vegetação natural no cerrado; da vegetação natural (parcelas 1-4) deste ecossistema para a pastagem (parcelas de 5-8) pode-se observar uma diminuição, em média, de 25% no tamanho dos agregados, acompanhada por uma diminuição nos teores de umidade das amostras. Mbagwu (1991) trabalhando com um Ultisol da Nigéria, observou que a cobertura morta aumentou o percentual de agregados estáveis em água devido à sua proteção contra os impactos das gotas de chuva, bem como ao ressecamento rápido do solo, servindo também como cimentante de partículas minerais, compondo a estrutura de agregados estáveis.

Nas condições de cerrado, o tamanho e a distribuição dos agregados foram semelhantes aos da Amazônia; das parcelas sob vegetação natural (1-4) para aquelas sob pastagem, nota-se acentuada redução no diâmetro dos agregados: aproximadamente 50%. Esta redução mais brusca pode ser devido ao manejo recente que esta pastagem sofreu, aliada à possibilidade de que o manejo do solo, nestas condições, promova diminuição no teor de matéria orgânica, por sua exposição, e conseqüente oxidação, com a estabilidade dos agregados da camada superficial do solo tendendo a diminuir (Fortun & Fortun, 1989). Resultados semelhantes foram obtidos

por Melo & Silva (1995) que, ao compararem áreas de cerrado com áreas de pastagem plantada, observaram diminuição no tamanho dos agregados estáveis em água.

A maior parte dos agregados ficou retida na peneira de 4,0 mm de malha, indicando que, nestas condições, os agregados formados são bastante estáveis em água. Situação semelhante é observada nas condições de cerrado, onde a maior concentração de agregados, embora inferior à da Amazônia, ocorre na mesma peneira. Moraes (1984) ao estudar um Latossolo Vermelho-escuro muito argiloso sob cerrado, observou que a maior porcentagem dos agregados foi superior a 2,0 mm de diâmetro. Tisdall & Oades (1980) citam que hifas de fungos e atividades de raízes são importantes na agregação de partículas com diâmetro superior a 2,0 mm; referem-se a fibrilas e flagelos de microrganismos que, por serem constituintes de menores dimensões, atuam na estabilização de microagregados. Estas evidências ressaltam os resultados obtidos no presente estudo.

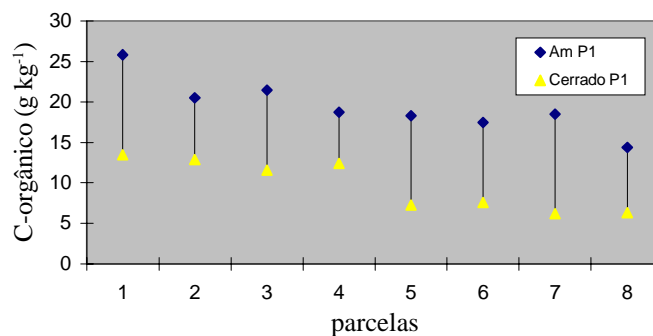
Na Tabela 1 são representados os valores de média, a variância, o desvio-padrão (DP), os coeficientes de variação (CV), mínimo (Min), máximo (Max), os coeficientes de assimetria e curtose para DMP em amostras de solo coletadas no cerrado e na Amazônia.

Pela análise dos dados observa-se que os DMP e os limites máximos e mínimos, encontrados para as amostras coletadas na Amazônia, são superiores aos do cerrado, apresentando-se com menor coeficiente de variação; esta diferença pode ser explicada por variações existentes nas condições fitoclimáticas; a floresta amazônica apresenta densa cobertura vegetal promovendo, desta forma, uma deposição contínua de resíduos vegetais, somada à intensa atividade biológica; Bastes (1984) afirma que a agregação das camadas superiores de um solo sob floresta está intimamente ligada à atividade microbiana. Baver et al. (1972) citam que somente o material orgânico, sem transformação biológica, não tem qualquer efeito sobre a estrutura do solo; os microrganismos participam da agregação, aproximando as partículas e produzindo polissacarídeos e outras substâncias orgânicas que atuam como goma e cimento; o primeiro mecanismo de aproximação constituiria os agregados e o segundo dar-lhes-ia estabilidade. O CV é mais baixo na situação de floresta e os coeficientes de assimetria e curtose indicam distribuição normal para o DMP, tanto para as amostras coletadas na Amazônia como no cerrado.

O maior coeficiente de variação nas amostras do cerrado decorre, provavelmente, da diminuição mais significativa no diâmetro dos agregados ocorrida na passagem da situação de vegetação natural para pastagem.

Os dados apresentados na Figura 4 representam os teores de carbono orgânico das amostras coletadas nos diferentes ecossistemas. O solo sob vegetação natural na Amazônia

apresentou, de maneira geral, teores mais elevados deste elemento, comparando-se ao cerrado, indicando o efeito do tipo de vegetação (mais densa na Amazônia) sobre o conteúdo desse elemento no solo. Esta variação é provavelmente devido ao alto teor de carbono existente no tecido vegetal, em torno de 44% da matéria seca (Brady, 1989) de modo a diminuir na direção da vegetação mais densa (floresta) para a mais rarefeita (cerrado).



a	a	a	a	b	b	b	b	AmP1
c	c	c	c	d	d	d	d	CerrP1

Figura 4. C-orgânico (retas) e diferenças significativas (Duncan 5%) indicadas por letras distintas (quadro). Parcelas 1-4 sob vegetação natural e 5-8 sob pastagem (média de 3 repetições)

A comparação entre vegetação natural e pastagem revela diferenças significativas em todas as situações estudadas, sendo observada uma queda gradual nos teores de C-orgânico ao se passar da primeira situação para a segunda, concordando com resultados de Moraes (1991) que observou que, de maneira geral, o carbono e o nitrogênio são bastante vulneráveis ao cultivo, por estarem concentrados na camada superficial do solo. Estes resultados, porém, opõem-se aos obtidos por Greeland & Ney (1959) os quais observaram que na maioria das regiões florestadas a decomposição da matéria orgânica não muda significativamente depois da retirada da floresta, não provocando, assim, um distúrbio muito grande ao solo. Em relação à implantação de pastagem, alguns autores (Choné et al., 1991, Cerri et al., 1992) têm demonstrado que esta pode não só recuperar os teores de carbono do solo (situação de floresta) como, em alguns casos superá-lo; os resultados ora obtidos discordam desta afirmação.

A correlação entre o DMP e o C-orgânico foi positiva (0,52) confirmando, assim, aos resultados obtidos por Leprun (1985 e 1988) que encontrou correlações altamente significativas entre as características físicas, taxas de matéria orgânica, perdas de água do solo e produtividade, afirmando que se poderia estimar a degradação de um solo conhecendo-se sua taxa de matéria orgânica e se estabelecendo um limite crítico que, por outro lado, não deveria ser ultrapassado.

Tabela 1. Valores estatísticos para diâmetro médio dos agregados

Ecossistema	Valores estatísticos (mm)							
	Média	Variância	DP*	CV*	Mínimo	Máximo*	Assimetria	Curtose
Amazônia	3,13	0,34	0,58	18,58	2,10	4,0	- 0,13	1,57
Cerrado	2,26	0,84	0,92	40,74	1,10	3,6	- 0,3E-01	1,33

* DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação; Média da distribuição dos agregados > 4,0 mm em diferentes solos foram: Floresta Amazônica/RO - 85%, Pastagem/RO - 65%, Cerrado/GO - 70%, Pastagem/GO - 30%

CONCLUSÕES

Os dados obtidos com as análises de solo, nas condições impostas pelo trabalho e o delineamento experimental adotado, possibilitaram observar que ocorrem diferenças significativas entre ambos os ecossistemas estudados, para o DMP dos agregados. Na condição de floresta, o solo tende a revelar, de maneira geral, melhor estruturação, ligada aos maiores teores de matéria orgânica decorrentes, provavelmente, de uma conjunção de fatores que consideram diferenças na quantidade e na qualidade do material orgânico incorporado ao solo, bem como as condições fitoclimáticas existentes, que favorecem o desenvolvimento vegetativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTES, J.A.R. Studies of a Nigerian forest soil: I. The distribution of organic matter in the profile and in various soils fractions. **The Journal of Soil Science**, Ottawa. v.11, p. 246-256, 1984.
- BAVER, L.D.; FARWOETH, R.B. Soil structure, effects in the growth of sugar beets. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.5, p. 45-48, 1972.
- BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 647p.
- CERRI, C.C.; MORAES, J.F.L.; VOLKOFF, B. Dinâmica do carbono orgânico em solos vinculados à paisagem da Amazônia brasileira. **Investigation Agrária**, Madrid, v.1., n.1, p.95-102, 1992.
- CHONÉ, T.; ANDREUX, F.; CORREA, J.C.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. Changes organic in an Oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by ¹³C isotopic composition. In: BERTHELIN, J. (ed.) **Diversity of environmental biogeochemistry**. Amsterdam: Elsevier, p. 397-405, 1991.
- DABIN, B. **Curso sobre matéria orgânica do solo**. Parte 1. Análise dos compostos húmicos do solo. Piracicaba: CENA, 1976, 115p.
- EMBRAPA (SNLCS) Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**, Rio de Janeiro, 1979, s.p.
- FERNANDES, M.R. **Alterações na estrutura de Latossolos argilosos submetidos ao uso agrícola**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1993. 186p. Dissertação Mestrado
- FORTUN, C.; FORTUN, A. Diversos aspectos sobre el papel de la materia organica humificada en la formacion y estabilizacion de los agregados del suelo. **Annals Edafologia y Agrob.**, v. 48, p. 185-204, 1989.
- GREELAND, D.J.; NEY, P.H. Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soil under natural fallows. **Journal Soil Science**, v.10, p.284-299, 1959.
- KER, J.C.; CHAGAS, C.S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; PEREIRA, N.R. **Levantamento semidetalhado dos solos da Microbacia Piloto do Córrego do Taquara, DF**. Relatório. 1990.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia. Relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979, 262 p.
- LEPRUN, J.C. La conservation et al gestion des sols le Nordeste brésilien. Particularités, bilan et perspectives. **Cahier ORSTOM**, Paris, Sér. Pedol. v. XXI, p.257-284, 1985.
- LEPRUN, J.C. Matière organic et conservation de sols. Exemples brésiliens. **Cahier ORSTOM**, Paris, Sér. Pedol. v. XXIV, p.333-334, 1988.
- LONGO, R.M.; BONI, N.R.; ESPÍNDOLA, C.R.; ROCHA V.R. The effects of vinasse application on the structure of cultivated tropical soils. In: EASTERN CANADA SOIL STRUCTURE WORKSHOP, 3. **Proceedings...** Ontario, p.198-210,1996.
- MBAGWU, J.S.C. Mulching on Ultisol in southern Nigeria: Effect on physical properties and maize and cowpea yields. **Journal Science Food Agric**. v. 57, p. 517-520, 1991.
- MELO, V.F.; SILVA, J.R.C. Propriedades físicas de um Latossolo Amarelo álico, em áreas sob cultivo e vegetação natural de cerrado. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Anais...** Viçosa, v.3, p. 1890-92, 1995.
- MORAES, J.F.L. **Conteúdo de carbono e nitrogênio e tipologia nos solos da Bacia Amazônica**. Piracicaba: CENA/USP. 1991, 84p. Dissertação Mestrado
- MORAES, W.V. **Comportamento de características e propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de cultivo**. Lavras: ESAL, 1984, 207 p. Dissertação Mestrado
- NASCIMENTO, C.; HOMMA, A. **Amazônia: Meio ambiente e tecnologia agrícola**. Belém: EMBRAPA/CPATU. 1984, 282p.
- RADANBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral, v.16 e 23, 1983.
- RANDO, E.M. **Alterações nas características e propriedades físicas de um Latossolo Roxo distrófico, ocasionadas pelo cultivo convencional**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1981. 161p. Tese Mestrado
- SPAROVEK, G. **Amostragem e análise de dados edafoclimáticos de um remanescente florestal no município de Pindorama, SP**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1993, 132p. Tese Doutorado
- TISDALL, J.M.; OADES, J.M. The management of ryegrass to stabilize aggregates of a red-brown earth. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v.18, p.415-422, 1980.
- VERHEYE, W. Nature and evolution of soils developed on the granite complex in the subhumid tropic (Iwry Coast). I. Morphology and Classification. **Pedology**, v. 24, n. 3, p.266-282,1984.