

INTER-RELAÇÕES ENTRE PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE SOLOS E VEGETAÇÕES ADJACENTES DE MATA E CAMPO NO ALTO RIO GRANDE (MG)¹

SILVIO TULIO SPERA²
MOZART MARTINS FERREIRA³
NILTON CURI³

RESUMO- Os solos dos arredores dos reservatórios das hidrelétricas de Itutinga/Camargos, são ocupados por matas remanescentes em áreas mais úmidas e campos tropicais nos locais mais secos. Os campos são explorados como pastagens nativas, frequentemente manejadas pelo fogo, que facilita a erosão e o assoreamento do reservatório. Os solos dessa região são originados a partir de rochas metapelíticas pobres (micaxistos e filitos), com relevo suave ondulado a forte ondulado. Avaliaram-se relações entre as propriedades físico-hídricas dos solos sob mata e campo, visando a obter subsídios para o reflorestamento das áreas de campo.

Empregou-se a prospecção de amostras em transepto nas camadas superficiais e subsuperficiais e em ambos os tipos de vegetação. Verificou-se, em solo sob campo, granulometria mais grosseira até nove vezes superiores aos solos sob mata. Solos sob mata apresentam capacidade de água disponível até seis vezes maior que solos sob campo. São também até dez vezes mais profundos que os sob campo, podendo sustentar vegetação mais exuberante. Maior densidade do solo, menores porosidade total e macroporosidade nos solos sob campo condicionam menor condutividade hidráulica saturada, o que pode restringir o avanço da mata para o campo.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Inter-relação solo, vegetação, mata ciliar, pastagem nativa, reservatório Itutinga/Camargos.

INTER-RELATIONSHIPS BETWEEN SOIL PHYSICAL-HYDRIC PROPERTIES AND ADJACENT RIPARIAN FOREST AND GRASSLAND VEGETATION IN ALTO RIO GRANDE, MINAS GERAIS, BRAZIL.

ABSTRACT- The soils at the margins of Itutinga / Camargos (MG) water reservoirs are mainly covered by riparian forests in moist places and by grasslands in drier areas. Grasslands are explored as native pastures, which are frequently burned. These pastures are degraded and the erosion is causing sand-banks that can promote reduction of the longevity of these reservoirs. The geology mainly consists in poor metapellitic rocks (micaschists and phyllites) and the relief varies from gently sloping to strongly sloping. The physical characterization of these soils had as objective to obtain subsidies for revegetation of degraded grassland areas.

The method employed was the prospection of superficial and subsuperficial samples of soils following transects that cover both types of vegetation. The results indicate that the grassland soils have in their layers, higher quantities of gravel, and smaller capacity to retain water. The riparian forest soils present higher volumes of fine earth and therefore greater volume of retained water, so they can support higher plants. Higher bulk density, smaller total porosity and macroporosity in grassland soils, result in smaller saturated hydraulic conductivity, which together, limit the advance of riparian forest over the grasslands.

INDEX TERMS: Soil, vegetation inter-relationship, riparian forest, native pasture, native grassland.

INTRODUÇÃO

Nas margens dos reservatórios das hidrelétricas de Itutinga/Camargos, nos municípios de Itutinga e Madre de Deus de Minas (MG), é comum a ocorrência de vegetação de mata e campo em posição adjacente e sem vegetação intergradacional separando estes dois sa estão seriamente degradadas e sob intensa erosão, provocando assoreamentos e surgimento de bancos de

ambientes (Van Den Berg, 1995). As áreas de campo são exploradas com pastagens nativas submetidas a fogo frequente (Curi, 1991) e as áreas de mata representam fragmentos ciliares remanescentes da inundação pelo represamento.

As áreas de pasto nativo que circundam a represa que reduzem a vida útil dos reservatórios (CEMIG, 1990).

1. Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, Lavras, MG.
2. Eng. Agr. Ms, Pesquisador II, EMBRAPA-CPAC, Caixa Postal 08223, CEP 73301-970, Planaltina, DF.
3. Professor do Departamento de Ciência do Solo da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG.

Oliveira Filho et al. (1994) relacionam os solos sob mata a sítios mais úmidos e os solos sob campo a sítios mais secos e solos mais rasos.

No presente estudo avaliaram-se as inter-relações entre as propriedades físico-hídricas e a vegetação em solos sob mata ciliar e campos tropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em áreas localizadas no município de Itutinga, às margens do reservatório, e no município de Madre de Deus de Minas, às margens do Rio Grande, que alimenta os reservatórios. Em ambas as áreas, fragmentos remanescentes de matas ciliares ocorrem de maneira adjacente à vegetação de campo, sendo abrupta a transição entre esses dois tipos de vegetação.

Os solos sob mata compreendem Latossolos Vermelho Amarelo, em Madre de Deus de Minas e Podzólicos Vermelho Amarelo e Cambissolo, em Itutinga. Sob campo, são encontrados Cambissolos e Solo Litólico em Itutinga e Cambissolos em Madre de Deus de Minas. Seguindo-se transeptos que abrangeram ambos os tipos de vegetação, foram definidos, nas duas localidades, 19 perfis de solos em diferentes posições da paisagem (terço inferior, médio e superior). Amostras deformadas e indeformadas foram coletadas na camada superficial e subsuperficial de cada perfil. As amostras superficiais foram coletadas no centro do horizonte A e as subsuperficiais foram coletadas em posições variadas nos diferentes perfis, no centro do horizonte B, inclusive não sendo possível coletá-las naqueles perfis mais rasos.

As amostras coletadas foram submetidas às seguintes determinações: frações grosseiras $> 2,00$ mm, textura, e densidade de partículas, determinadas de acordo com EMBRAPA (1979); densidade do solo (Blake, 1965), volume total de poros (Vomocil, 1965), macroporosidade e microporosidade (Grohmann, 1960; Oliveira, 1968), condutividade hidráulica saturada (Lima et al., 1990), capacidade de água disponível do solo (Buchele e Silva, 1992) e carbono orgânico (Raij, Quaggio e Cantarella, 1983).

As médias dos valores obtidos nas análises físico-hídricas dos solos foram comparados pelo teste *t* do programa SAEG (Gomes, 1992). Como os testes de média não permitem a correlação entre o tipo de vegetação e as características físico-hídricas, utilizou-se também a análise de correspondência canônica. As inter-relações entre vegetação e propriedades físico-hídricas dos solos foram obtidas através da análise de correspondência canônica do programa CANOCO, de Ter Braak (1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos sob campo apresentam, na camada sub-

superficial, maiores valores para frações maiores que $2,00$ mm em comparação com os solos sob mata, em ambos os locais. Os valores desses parâmetros são maiores para Itutinga do que para Madre de Deus de Minas. Os solos sob mata são significativamente ($P > 0,01$) mais profundos, evidenciando ser solos mais desenvolvidos (Tabela 1). A transição abrupta entre campo e mata, sem uma vegetação de transição é claramente explicada pela imediata mudança do tipo de solo, que em poucos metros (< 5 m) passa de Cambissolo para Latossolo ou Podzólico, de acordo com as observações feitas nos transeptos.

A variação da densidade de partículas de solos sob campo e mata não foi significativa. A densidade do solo entre campo e mata variou significativamente ($P > 0,05$) apenas na camada superficial dos solos de Itutinga. Os maiores teores de matéria orgânica da camada superficial do solo sob mata pode explicar essa diferença, de acordo com Archer e Smith (1972), pois a matéria orgânica tem importante participação na estruturação do solo (Grohmann, 1977; Boyle, Frankenberger e Stolzy, 1989). Maiores teores de matéria orgânica implicam em menores valores para densidade do solo.

Archer e Smith (1972) estabeleceram o valor de densidade do solo de $1,30 \text{ g.cm}^{-3}$ como limite entre solos adensados e não adensados. De acordo com este limite, todos os solos estudados, exceto aqueles sob mata em Itutinga, podem ser considerados solos adensados.

A porosidade, expressa em termos de volume total de poros, macroporosidade e microporosidade, é sempre maior para solos sob mata (Tabela 1). Contribuem, para isto, densidade do solo, maiores teores de matéria orgânica (Hill e Sumner, 1966; Archer e Smith, 1972) e maior estabilidade de agregados em água (Freire et al., 1976 e Oades, 1984).

A condutividade hidráulica saturada dos solos sob mata é significativamente maior que a de solos sob campo (Tabela 1). Curi (1991) encontrou valores semelhantes para solos da região de São João del Rei (MG), tanto para horizontes B latossólicos como para horizontes B incipientes. Maiores valores de condutividade hidráulica saturada implicam em maior permeabilidade com conseqüências diretas sobre o escoamento superficial dos solos.

Verifica-se para solos sob mata, em ambos os locais, que o volume (mm) de água armazenada é significativamente ($P > 0,01$) maior do que para solo sob campo (Tabela 1). Maiores volumes de água disponível armazenada no perfil implicam em maior quantidade de água a ser aproveitada pelas plantas (Reichardt, 1990).

Nota-se na Tabela 1 que a diferença entre os teores de matéria orgânica para mata e campo não é significativa, exceto para a camada superficial dos solos sob mata em Itutinga. Lopes e Guilherme (1992) atribuem o maior acúmulo de matéria orgânica em solos ácidos e distróficos de cerrado aos baixos valores de pH.

Os dados obtidos das análises físico-hídricas para os solos estudados apresentam coeficientes de variação muito elevados, às vezes superando 100%. Coeficientes de variação muito altos, para características do solo, são comuns em solos de cerrado (Gomes, 1984).

Pelo teste de médias não é possível correlacionar o tipo de vegetação com as propriedades físico-hídricas do solo. As inter-relações foram obtidas pela análise de correspondência canônica. Na análise de correspondência canônica essas correlações são referidas como inter-relações (Ter Braak, 1988). Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação provenientes da análise de correspondência canônica.

A vegetação de mata inter-relaciona-se positivamente com os maiores teores de argila, maior porcen-

tagem de volume total de poros, de macroporosidade, de microporosidade (em Itutinga), maior condutividade hidráulica saturada, maior teor de matéria orgânica (em Madre de Deus de Minas) e maior profundidade efetiva. Verifica-se inter-relação negativa entre mata e maior densidade do solo, presença de frações grosseiras e areia.

A vegetação de campo está correlacionada positivamente com maior teor de areia total, maior densidade do solo e maior porcentagem de frações grosseiras (em Madre de Deus de Minas). A vegetação de campo mostra inter-relação negativa com todas as variáveis ambientais que se inter-relacionam positivamente com mata. Assim, pode-se inferir, para os locais estudados, que a mata tem como ambiente favorável ao seu desenvolvimento solos argilosos, porosos, permeáveis,

Tabela 1. Comparação entre médias dos resultados das análises físico-hídricas dos solos sob campo e mata de Itutinga e Madre de Deus de Minas (MG).

Propriedades	Itutinga				Madre de Deus			
	Mata Superf.	Campo Superf.	Mata Subsup.	Campo Subsup.	Mata Superf.	Campo Superf.	Mata Subsup.	Campo Subsup.
Fração grosseira ⁽¹⁾	80*	275*	133*	522*	60*	314*	67**	900**
Argila ⁽¹⁾	380	183	410	230	265	197	325	240
Silte ⁽¹⁾	307	282	280	290	118	135	115	130
Areia ⁽¹⁾	313	543	410	480	620	668	560	630
Profundidade efetiva (cm)	-	-	182**	40**	-	-	171**	9**
Dp ⁽²⁾	2,38	2,55	2,45	2,41	2,65	2,69	2,70	2,73
Ds ⁽²⁾	0,98*	1,59*	1,25	1,46	1,33	1,60	1,42	1,55
VTP (%)	58,8*	42,3*	48,8*	39,4*	49,8*	40,5*	47,5*	43,2*
Macropor.(%)	17,1*	6,0*	10,2**	2,8**	13,9*	7,0*	11,0	10,7
Micropor.(%)	41,7	36,3	38,6	34,3	35,9	33,5	36,5	32,5
Cond. hidr. saturada ⁽³⁾	178,7**	6,0**	65,7**	10,2**	68,1**	6,1**	34,4**	9,2**
Capacidade de água ⁽⁴⁾	-	-	199,33**	50,83**	-	-	192,28**	29,8**
Mat. org. ⁽¹⁾	54,5*	24,8*	33,4	22,1	47,2	30,5	24,1	25,0

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** Significativo a nível de 1% de probabilidade;

(1) em g.kg⁻¹;

(2) em g.cm⁻³;

(3) em mm.h⁻¹;

(4) em mm.

profundos e menos densos. A mesma consideração é inversa para o campo, ou seja, a vegetação de campo se associa a solos mais arenosos, cascalhentos, densos e rasos, menos permeáveis e com menor capacidade de água disponível. Oliveira Filho et al. (1994) não encontraram inter-relações entre matéria orgânica e vegetação de campo e de mata em Itutinga.

As características físico-hídricas dos solos sob campo e sob mata são distintas o suficiente para afetar o

desenvolvimento das plantas. As características dos solos sob campo são mais restritivas. A implantação de matas ciliares nos solos ora sob campo pode ser inviável e o avanço da mata para o campo não deve ocorrer naturalmente. Santos (1993) sugere a melhoria do sistema de exploração dos solos do Alto rio Grande com pastagens melhoradas, admitindo estas como de práticas de redução do processo erosivo e do assoreamento do reservatório.

Tabela 2. Coeficientes de correlação da matriz da análise de correspondência canônica, de dados de parâmetros físico-hídricos de solos sob campo e mata em Itutinga e Madre de Deus de Minas.

Variáveis ambientais	Itutinga		Madre de Deus	
	Mata	Campo	Mata	Campo
Argila	0,84	-0,84	0,66	-0,66
Areia	-0,86	0,86	-0,57	0,57
Densidade do solo	-0,70	0,70	-0,66	0,66
Volume Total de Poros	0,70	-0,70	0,61	-0,61
Fração grosseira	-0,57	0,57	-0,48	0,48
Macroporosidade	0,87	-0,87	0,87	-0,87
Microporosidade.	0,19	-0,19	0,98	-0,98
Condutividade hidráulica saturada	0,84	-0,84	0,86	-0,86
Capacidade de água no solo	0,72	-0,72	0,81	-0,81
Matéria orgânica	0,50	-0,50	0,32	-0,32
Profundidade efetiva	0,76	-0,76	0,84	-0,84
Campo	-1,00	1,00	-1,00	1,00
Mata	1,00	-1,00	1,00	-1,00
Superfície	-0,05	0,05	-0,38	0,38
Subsuperfície	0,05	-0,05	0,38	-0,38

Observações: Na análise de correspondência canônica, coeficientes acima de 0,5 são considerados significativos.

CONCLUSÕES

a) A transição abrupta do campo para mata reflete a mudança imediata do tipo de solo.

b) Solos sob mata são mais profundos, apresentam menor quantidade de frações grosseiras maiores que 2,00 mm e maior condutividade hidráulica saturada, sendo, portanto, mais permeáveis e capazes de armazenar maior volume de água no perfil.

c) As nítidas diferenças entre as propriedades físico-hídricas encontradas ajudam a explicar a ocorrência dos dois ecossistemas.

AGRADECIMENTO

À CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais, pela cessão das áreas de estudo e fornecimento de meios de transporte por ocasião dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHER, J.R.; SMITH, P.D. The relation between bulk density, available water capacity, and air capacity of soils. *Journal of Soil Science*, London, v. 23, n. 4, p. 475-480, 1972.
- BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A. *Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling: Part 1*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 371-373. (Agronomy, 9).
- BOYLE, M.; FRANKENBERGER JR., W.T.; STOLZY, L.H. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v. 2, n. 4, p. 290-298, nov./dec. 1989.
- BUCHELE, F.A.; SILVA, J.A. da. *Manual prático de irrigação por aspersão em sistemas convencionais*. Florianópolis: EPAGRI, 1992. 81p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 58).
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. *Estudos climatológicos da bacia de controle da Usina Hidrelétrica de Camargos*. Belo Horizonte, 1990. n. p. (Nota Técnica OP/PEZ - 003/90).
- CURI, N. *Relações solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG)*. Lavras: ESAL, 1991. 24p. (Relatório de pesquisa apresentado ao CNPGL-EMBRAPA).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1979. n.p.
- FREIRE, J.C.; SOUZA, J.J.; LOPES, A.S.; BAHIA, V.G.; BAHIA, F.G.F.T.C. Água disponível em dois solos do município de Lavras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15,

- Campinas, 1975. *Anais...* Campinas: SBCS, 1976. p. 75-80.
- GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160p.
- GOMES, J.M. SAEG. Viçosa: UFV - Central de Processamento de Dados, 1992. 100p.
- GROHMANN, F. Correlação entre superfície específica e outras propriedades de solos de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 1, n.1, p. 9-12, jan/abr. 1977.
- GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 19, n. 21, p. 319-329, abr. 1960.
- HILL, J.N.S.; SUMNER, M.E. Effect of bulk density on moisture characteristics of soil. *Soil Science*, Baltimore, v. 103, n. 3, p.234-238, 1966.
- LIMA, J.M. de; CURI, N.; RESENDE, M.; SANTANA, D.P. Dispersão do material do solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 14, n.2, p. 85-90, mai/ago 1990.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Solos sob cerrados: manejo da fertilidade para produção agropecuária. São Paulo: ANDA, 1992. 49p. (Boletim Técnico, 5).
- OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil*, The Hague, v. 76, p. 319-337, 1984.
- OLIVEIRA, L.B. Determinação de macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 3, n. 1, p. 197-200, 1968.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. de; VILELA, E. de A.; CARVALHO, D.A. de; GAVILANES, M.L. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. *Flora*, Jena, v. 189, p. 287-305, 1994.
- RAIJ, B.van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Ed. Manole, 1990. 188p.
- SANTOS, D. Perdas de solos e produtividade de pastagens nativas melhoradas sob diferentes práticas de manejo em Cambissolos distróficos (epiálico) dos Campos da Mantiqueira (MG). Lavras: ESAL, 1993. 99p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- TER BRAAK, C.J.F. *CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1)*. Groep Landbouwwiskunde: wageningen, 1988. 95p. (Technical Report, LWA-88-02).
- VAN DER BERG, E. Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e análise das correlações entre variáveis ambientais e a distribuição das espécies de porte arbóreo-arbustivo. Lavras, UFLA, 1995. 73p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling: Part 1*. Madison: American Society of Agronomy, 1965 p.299-314.(Agronomy, 9).