

ALTERAÇÕES EM CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SOLOS CULTIVADOS COM PASTAGEM ^{1/}

Gilmar Gusmão Dadalto ^{2/}
Liovando Marciano da Costa ^{3/}
Waldemar Moura Filho ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A remoção da cobertura vegetal natural e a formação de pastagens, aliadas às práticas culturais normalmente usadas nesse tipo de exploração agropecuária, têm provocado uma série de alterações em propriedades físicas de solos originalmente com caatinga hipoxerófila arbórea, apesar do curto espaço de tempo de exploração.

Essas modificações antrópicas do solo podem ser de caráter positivo ou negativo, isto é, tanto podem melhorar algumas das suas propriedades como acelerar sua degradação, dependendo, principalmente, da natureza do solo, da espécie vegetal, do sistema de manejo e do tempo de exploração agrícola. Segundo GREENLAND (8), as gramíneas forrageiras, em razão da grande proliferação e renovação de suas raízes, provocam, normalmente, uma melhoria nas propriedades físicas do solo, como aumento da macroporosidade, da agregação e da estabilidade dos agregados, da friabilidade e da retenção de água. Por outro lado, o pisoteio e o pastejo seletivo e freqüente do gado tendem a provocar uma degradação nessas propriedades físicas do solo, tanto maior quanto maior o tempo de uso da pastagem (17).

Para fins práticos e econômicos, o estudo das alterações causadas pelo manejo nas propriedades do solo assume relevante importância na previsão dessas alte-

^{1/} Parte do trabalho de tese de mestrado apresentado pelo primeiro autor ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Aceito para publicação em 21-02-1989.

^{2/} Secretaria de Agricultura do Espírito Santo, Forte São João. 29000 Vitória, ES.

^{3/} Departamento de Solos da UFV. 36570 Viçosa, MG.

rações, com a finalidade de direcionar o sistema de manejo para recuperação ou manutenção do potencial agrícola do solo.

O presente trabalho teve como objetivo principal verificar as alterações provocadas pelo manejo nas propriedades físicas de solo originalmente com caatinga hipoxerófila arbórea, no município de Sebastião Laranjeiras, Bahia, bem como fornecer subsídios para a escolha da prática de manejo adequada ao melhoramento e, ou, conservação das propriedades físicas dos solos estudados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em Sebastião Laranjeiras, Estado da Bahia, em três classes de solo: um Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico, com argila de alta atividade, (PeTa), com pastagem por dois anos; um Cambissolo Eutrófico Latossólico, (CeL), com pastagem por cinco anos; e um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média/Areia Quartzosa, (LVm/AQ), com pastagem por cinco e nove anos. A caracterização geral desses solos encontra-se nos Quadros 1 e 2. As classes de solo com vegetação de caatinga hipoxerófila arbórea foram amostradas, para comparação com as áreas cultivadas com pastagem. O material de solo, para a análise de agregados, porosidade total e distribuição de poros, foi coletado nas profundidades de 0 a 15 e de 5 a 30 cm. A densidade aparente foi determinada nas profundidades de 0 a 10, de 10 a 20 e de 20 a 30 cm.

A densidade aparente foi obtida através do método do anel ou cilindro volumétrico (3) e a densidade real pelo método do balão volumétrico, utilizando-se como líquido penetrante o álcool etílico absoluto, conforme OLIVEIRA e PAULA (15). A porosidade total foi determinada a partir da relação entre a densidade aparente e a densidade real, conforme OLIVEIRA e PAULA (15). A macroporosidade foi determinada através do método do funil de placas porosas (18), com sucção correspondente a uma coluna de água de 100 cm de altura. A microporosidade foi obtida por diferença entre a porosidade total e a macroporosidade. A análise de agregados foi dividida em duas partes: a) a estabilidade dos agregados em água foi baseada no cálculo do diâmetro médio ponderado dos agregados, obtido através da peneiragem úmida (19); b) a percentagem total de agregados entre 4,76 e 9,52 mm, obtidos na peneiragem seca, foi calculada de acordo com KEMPER e CHEPIL (11), obtendo-se a percentagem de agregados em diversas classes de diâmetros. Para avaliar o estado de agregação do solo, utilizou-se somente a percentagem de agregados entre 4,76 e 9,52 mm, uma vez que foi essa a classe de diâmetro usada na peneiragem úmida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico (PeTa)

O diâmetro médio ponderado (DMP) foi superior no solo com pastagem, nas duas profundidades estudadas (Quadro 3), o que indica que os agregados desse solo eram mais estáveis em água, em relação ao solo com vegetação nativa. A percentagem de agregados na peneiragem seca também foi maior no solo com pastagem. Dessa maneira, pode-se dizer que, com o cultivo, houve uma melhoria no estado de agregação do solo.

As gramíneas forrageiras, através da ação mecânica de seu denso sistema radicular e da maior quantidade de matéria orgânica deixada no solo (5) normalmente causam um efeito benéfico na agregação do solo (1, 8, 9, 16).

QUADRO 1 - Média dos dados da análise da textura e da matéria orgânica de amostras de material de PeTa e de Cel.

Cobertura vegetal	Profundidade	PeTa				Cel.					
		Argila <2μ	Silte 2μ-0,05mm	A.F.* 0,05-0,2mm	A.G.** 0,2 - 2mm	M.O.	Argila <2μ	Silte 2μ-0,05mm	A.F.* 0,05-0,2mm	A.G. 0,2-2mm	M.O.
		----- § -----									
Vegetação nativa	0-10	31	37	21	11	5,40	31	36	23	10	3,91
	10-20	35	31	24	10	2,84	33	34	24	9	2,31
	20-40	38	32	20	10	1,72	35	27	27	11	1,43
	40-60	42	32	17	9	1,22	34	33	23	10	0,90
Pastagem	0-10	29	41	22	8	6,25	29	26	30	15	4,13
	10-20	36	34	22	8	3,29	36	27	24	13	1,92
	20-40	40	33	18	9	2,09	38	20	31	11	1,13
	40-60	40	31	20	9	1,16	38	27	25	10	0,87

* A.F. = Areia fina

** A.G. = Areia grossa

QUADRO 2 - Média dos dados da análise textural e matéria orgânica (M.O.) de amostras de material de LVm/AQ

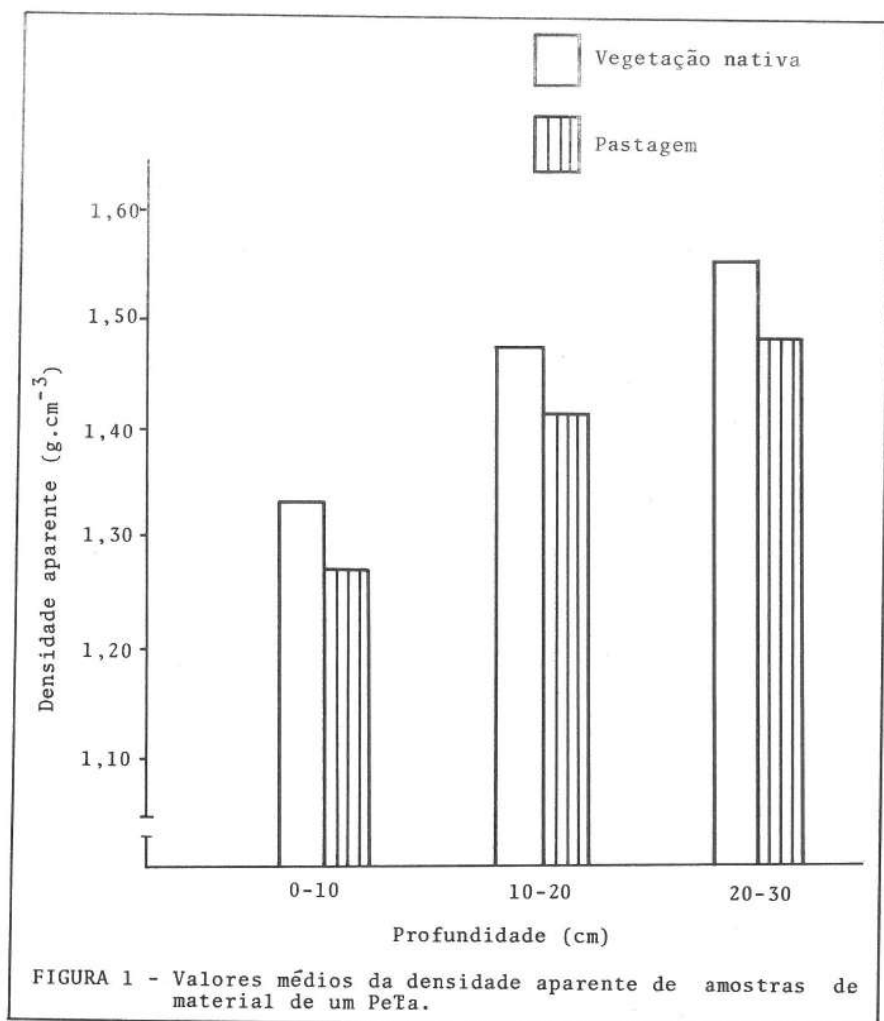
Cobertura vegetal	Profundi- dade	Idade de uso	Argila <2 μ	Silte 2 μ - 0,05mm	A.F. 0,05-0,2mm	A.G. 0,2-2mm	M.O.
	---Cm---	-anos-	----- % -----				
Vegetação nativa	0-10		11	6	25	58	2,44
	10-20		13	7	25	55	1,39
	20-40		16	7	25	52	1,36
	40-60		19	6	26	49	0,77
Pastagem	0-10	5	12	4	21	63	1,76
		9	6	6	35	53	1,47
	10-20	5	15	3	21	61	1,07
		9	7	5	38	50	0,84
	20-40	5	19	4	22	55	0,97
		9	10	7	37	46	0,76
	40-60	5	21	8	23	48	0,65
		9	14	9	33	44	0,65

QUADRO 3 - Média dos resultados da análise de agregados e da porosidade de amostras de material de PeTa

Cobertura vegetal	Profundidade	DMP* dos agregados na peneiragem úmida	Agregados entre 4,76-9,52mm na peneiragem seca	Porosidade	
				Total	Micro Macro
		-----mm-----	-----%-----		
Vegetação nativa	0-15	3,57	20,4	48,9	34,1 14,8
	15-30	2,52	16,2	43,7	35,8 7,9
Pastagem	0-15	4,14	25,1	49,8	33,0 16,8
	15-30	2,85	20,4	45,0	36,1 8,9

*DMP = Diâmetro médio ponderado.

Comparando as duas coberturas vegetais, nota-se que houve redução uniforme nos valores de densidade aparente no solo com pastagem, em todas as profundidades (Figura 1). Provavelmente, esses resultados se devem ao efeito físico das raízes do capim-colonião no afrouxamento do solo, como também aos maiores teores de matéria orgânica no solo com pastagem (Quadro 1). Segundo BUCKMAN (4), a matéria orgânica reduz a densidade aparente diretamente, por ser menos densa que os demais componentes do solo, e indiretamente, através do melhoramento da agregação do solo.



Os valores da densidade aparente, nas profundidades de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm, foram mais elevados do que na profundidade de 0 a 10 cm, para as duas coberturas vegetais. Esses valores são compatíveis com os da faixa de compactação prejudicial à proliferação das raízes do capim. GROHMANN e QUEIROZ

NETO (10), trabalhando também com um Podzólico Vermelho-Amarelo, notaram que um aumento dos valores de densidade aparente, a partir de $1,38 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, restringia o desenvolvimento de raízes de arroz.

A porosidade total e a macroporosidade sofreram ligeiros aumentos com o cultivo do solo, nas profundidades estudadas (Quadro 3). Esse resultado parece estar ligado à redução da densidade aparente e ao aumento da agregação do solo com pastagem, confirmando observações de BAVER *et alii* (2).

A porosidade não-capilar, ou macroporosidade, na profundidade de 15 a 30 cm, para as duas coberturas vegetais, foi cerca de quatro a cinco vezes menor que a porosidade capilar e atingiu, no máximo, 9% do volume total do solo (Quadro 3). Segundo alguns pesquisadores (7, 12), essa relação macroporosidade/microporosidade é muito baixa e, provavelmente, repercutirá negativamente na relação solo-planta.

3.2. Cambissolo Eutrófico Latossólico (CeL)

Houve um aumento da estabilidade dos agregados em água com o cultivo do solo (Quadro 4). Entretanto, a percentagem de agregados obtidos na peneiragem seca foi menor no solo com pastagem. Parece que o tempo de uso da pastagem foi suficiente para que o efeito maléfico do gado sobre o solo tendesse a reduzir o efeito benéfico das gramíneas forrageiras na agregação do solo.

O aumento da densidade aparente na camada de 0 a 10 cm (Figura 2) e a redução da porosidade total e da macroporosidade na camada de 0 a 15 cm (Quadro 4), com o cultivo do solo, parecem evidenciar também o efeito degradativo do pisoteio freqüente do gado na camada mais superficial do solo. Esse efeito também é verificado quando se compara a densidade aparente nas duas profundidades (0-10 e 10-20 cm), em solo com pastagem (Figura 2). As profundidades abaixo de 10 cm parecem não ter sofrido o efeito do pisoteio do gado, de modo que as raízes das forrageiras podem ter sido causa, em parte, da redução da densidade aparente nas camadas de 10 a 20 e de 20 a 30 cm e pelo aumento da porosidade total e da macroporosidade na camada de 15 a 30 cm, com a formação e uso da pastagem. Além disso, acredita-se também que essas camadas, no solo com pastagem, eram, inicialmente, menos densas no solo com pastagem que no solo com vegetação nativa.

3.3. Latossolo Vermelho-Amarelo, Textura Média/Areia Quartzosa (LVm/AQ)

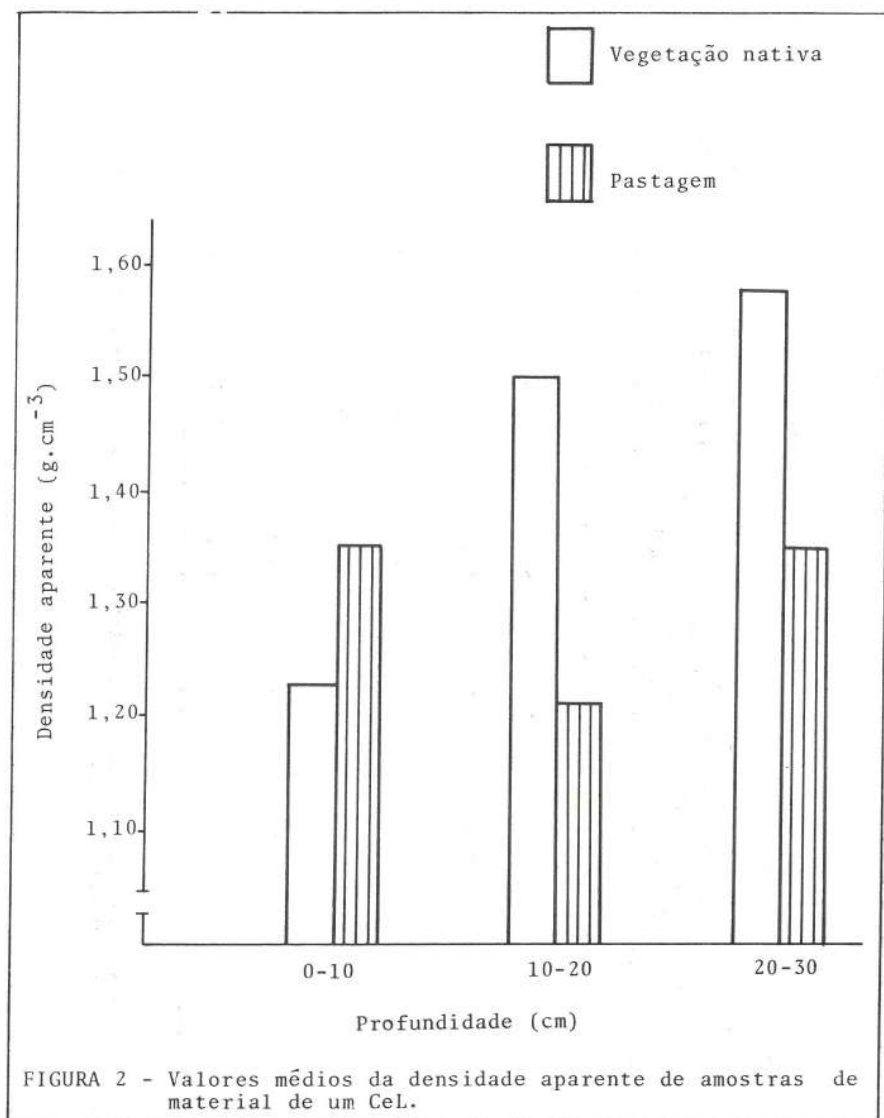
Houve sensível redução da estabilidade dos agregados em água e da percentagem dos agregados na peneiragem seca com o cultivo do solo (Quadro 5). Provavelmente, esses resultados foram devidos à redução do teor de matéria orgânica (Quadro 2) e ao efeito desagregante do pisoteio e do impacto das gotas de chuva nos solos com pastagem.

A densidade aparente aumentou em todas as profundidades e nas duas idades de uso, nos solos com pastagem (Figura 3). Na camada de 0 a 10 cm, esse aumento pode ser explicado, principalmente, pelo efeito do pisoteio do gado, especialmente na pastagem com cinco anos, além da redução do teor de matéria orgânica. Já nas demais profundidades (10-20 e 20-30 cm), esse aumento, provavelmente, resultou mais da redução do teor de matéria orgânica do que do pisoteio do gado. Na pastagem de nove anos, além desses fatores, os altos teores de areia fina (Quadro 2) podem ter favorecido o encrostamento do solo, especialmente nas camadas subsuperficiais, conforme comprovado por MEDEIROS (13).

QUADRO 4 - Média dos resultados da análise de agregados e da porosidade de amostras de material de Cel

Cobertura vegetal	Profundidade	DMP* dos agregados na peneiragem úmida	Agregados entre 4,76-9,52mm na peneiragem seca	Porosidade		
				Total	Micro	Macro
				-----CM-----mm----- % -----		
Vegetação nativa	0-15	3,8	21,6	51,2	28,7	22,5
	15-30	2,7	22,5	44,2	30,1	14,1
Pastagem	0-15	4,3	16,6	49,0	28,6	20,4
	15-30	3,1	19,1	50,9	28,1	22,8

*DMP = Diâmetro médio ponderado.



Resultado aparentemente contrário ao esperado foi o menor valor da densidade aparente na pastagem de nove anos, na camada de 0 a 10 cm, em relação à pastagem de cinco anos. Acredita-se que a aração e a gradagem, feitas pouco tempo antes da época de amostragem, na pastagem de nove anos, tenham contribuído para a redução da densidade aparente na camada superficial do solo.

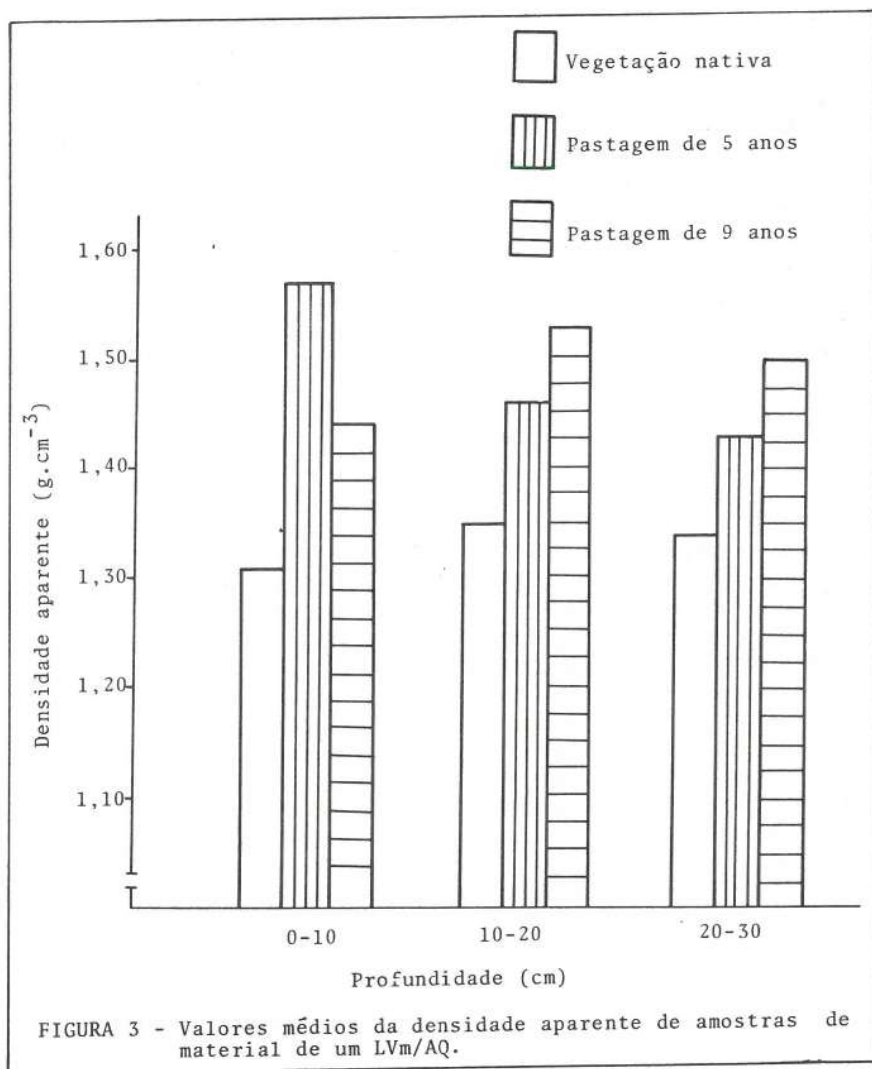
A porosidade total e a macroporosidade foram reduzidas pelo cultivo do solo (Quadro 5). A redução no estado de agregação e o aumento da densidade aparente do solo, provavelmente, foram a causa desse resultado.

QUADRO 5 - Média dos resultados da análise de agregados**, da porosidade e da retenção de água a 100cm de altura de amostras de material de um LVm/AQ

Cobertura vegetal	Profundidade	Idade de uso	DMP* dos agregados na peneiragem úmida	Agregados entre 4,76-9,52mm na peneiragem seca	Porosidade		Água retida a tensão de 100cm de altura
					Total	Micro	Macro
	---cm---	-anos-	---mm---	-----	-----	-----	-----
Vegetação nativa	0-15		5,5	4,7	50,1	20,4	29,7
	15-30		5,0	7,4	47,7	21,3	26,4
Pastagem		5	3,7	1,3	41,9	18,6	23,3
	0-15	9			43,6	24,2	19,4
		5	4,4	5,0	46,0	21,5	24,5
	15-30	9			41,6	20,3	21,3

*DMP = Diâmetro médio ponderado.

** = Não foi possível retirar blocos naturais de solo para análise de agregados na pastagem com nove anos de uso, já que o solo era praticamente desestruturado.



A água retida, à tensão de 100 cm, considerada por alguns pesquisadores (6, 14) como correspondente, aproximadamente, à capacidade de campo em solos arenosos, foi relativamente elevada (Quadro 5), considerando que esse solo era muito arenoso. Esse fato é muito importante, uma vez que a região em estudo é semi-árida.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi verificar possíveis alterações em algumas características físicas de solos cultivados com pastagem. Este estudo foi realizado em três solos: Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (PeTa), com pastagem durante dois anos; Cambissolo Eutrófico Latossólico (CeL), por cinco anos; e La-

tossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura média/Areia Quartzosa (LVm/AQ), com pastagem de duas idades, cinco e nove anos. As três classes de solo com vegetação natural foram amostradas, para posterior comparação com solos cultivados com pastagem.

Os resultados mostraram que no PeTa o cultivo tendeu a melhorar a estrutura do solo, avaliada através da densidade aparente, distribuição de poros e análise de agregados. Apesar disso, esse solo tem propriedades físicas limitantes, no aspecto agrônomo.

O aumento dos valores da densidade aparente e a redução nos macroporos na camada superficial do CeL com pastagem parecem evidenciar o efeito degradativo do pisoteio do gado.

O cultivo provocou a desagregação do LVm/AQ e o aumento da sua densidade aparente, reduzindo a sua porosidade total e a sua macroporosidade.

5. SUMMARY

(MODIFICATIONS IN PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOILS UNDER PASTURE CULTIVATION)

The main purpose of this research was to find out the possible changes of some physical characteristics of three soils under pasture: Red Yellow Eutrophic Podzolic Soil (PeTa), two years under cultivated pasture; Cambisol Latosol Eutrophic Soil (CeL) under cultivated pasture for five years and Red Yellow Latosol medium texture-Quartz-Sand (LVm/AQ) also under cultivated pasture for two periods of time, five and nine years. The above three soil classes under natural vegetation were also sampled as a reference basis.

Results showed that pasture cultivation in PeTa tended to improve soil structure as evaluated by bulk density, pore space distribution and aggregate analyses.

Increments in bulk density and in porous spaces on the superficial layer of CeL cultivated with pasture demonstrate the degradational effect of cattle grazing over the soil.

Cultivation of pasture increased bulk density as well as LVm/AQ disaggregation, reducing its total porosity and macroporosity.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, M.A. & BROWNING, G.M. Some physical and chemical properties of six virgin and six cultivated Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 14: 370-374, 1949.
2. BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GADNER, W.R. *Soils Physics*. 3.a ed. New York, John Wiley & Sons, 1956. 459 p.
3. BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A.; (ed.) *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 344-90. (Agronomy Series n.º 09).
4. BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 4 ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1967. 594 p.
5. DADALTO, G.G., COSTA, L. M. & RIBEIRO, A.C. Alterações nas característi-

- químicas de solos cultivados com pastagem. *Rev. Ceres*, 33: 395-403, 1986.
6. DAKER, A. *A água na agricultura*, 3.º Vol. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1970. 453 p.
 7. GAVANDE, S.A. *Física de Suelos*. México, Linusa-Wiley, 1976. 351 p.
 8. GREENLAND, D.J. Changes in the nitrogen status and condition of soils under pasture, with special reference to the maintenance of the fertility of Australian soils used for growing wheat. *Soil and Fertilizers*, 34: 237-250, 1971.
 9. GROHMANN, F. Análises de agregados de solos. *Bragantia*, 19: 201-213, 1960.
 10. GROHMANN, F. & QUEIROZ NETO, J. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração das raízes de arroz. *Bragantia*, 25: 421-431, 1966.
 11. KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. (ed.) *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 499-511. (Agronomy Series n.º 09).
 12. KIEHL, E.J. *Manual de Edafologia*. São Paulo, Ceres, 1979. 262 p.
 13. MEDEIROS, L.A.R. *Caracterização e gênese de solos derivados de calcário, e de sedimentos terciários da região da Jaíba, norte de Minas Gerais*, Viçosa, UFV, 1977. 107 p. (Tese M.S.).
 14. MEDINA, H.P. Água no solo. In: MONIZ, A.C. (ed.) *Elementos de Pedologia*. São Paulo, Polígono, 1972. p. 45-57.
 15. OLIVEIRA, L.B. & PAULA, J.L. Análises físicas. Parte 1. In: OLIVEIRA, L.B. ed. *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, EMBRAPA, SNLCS, 1979. s/pág.
 16. OLIVEIRA, M. *Comportamento de características e propriedades físicas de um Podzólico Vermelho Amarelo sob condições de pasto natural e cultivado na região de Lavras, Minas Gerais*. Lavras, ESAL, 1979. 136 p. (Tese M.S.).
 17. PRIMAVESI, A.M. *Manejo ecológico de pastagens*. Porto Alegre, Editora Centaurus, 1982. 184 p.
 18. VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510. (Agronomy Series n.º 9).
 19. YOUNKER, R.E. & MCGUINNESS, J.L. A Short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregates analysis of soils. *Soil Sci.*, 83:291-291. 1956.