

Izabel M. A. Lima^{1*}

Max C. de Araújo²

Ronny S. Barbosa³

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 10/01/2013. Aprovado em 14/04/2013.

¹ Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Ceará, e-mail: izabel.agro@yahoo.com.br

² Professor Adjunto II na Área de Desenvolvimento Rural da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira – UNILAB

³ Doutorando do Curso em Ciência do Solo; (FCAV-UNESP – Jaboticabal/SP)



Avaliação das propriedades físicas do solo em sistemas silvipastoris, região centro-norte, estado do Piauí

RESUMO

A degradação da estrutura do solo decorrente da compactação tem provocado efeitos negativos em suas propriedades físicas, com prejuízos ao desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, à produção de alimentos. Este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas do solo, cultivado com a gramínea forrageira capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), na região dos Cocais Piauienses, em diferentes sistemas silvipastoris: um utilizando roço manual (A); e o outro através do roço mecânico anual (B), como também, foi analisada uma terceira área, Mata dos Cocais (Mata Nativa), sendo, portanto a área testemunha (C). As análises foram feitas no Laboratório de Fertilidade e Qualidade Física do Solo pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí. Avaliou-se a umidade do solo, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, seguindo a metodologia Embrapa (1997) e resistência mecânica do solo à penetração utilizando a método de Stolf (1991). As áreas analisadas mostraram-se diferentes quanto às propriedades físicas do solo. A área B apresentou diferenças significativas perante as demais influenciando na degradação física do solo devido à mecanização agrícola.

Palavras-chave: degradação, pastagem, qualidade física do solo.

Evaluation of soil physical properties in silvopastoral systems, region north - central, state of Piaui

ABSTRACT

The deterioration of the soil structure due to compression has resulted in negative effects on its physical properties, with damage to plant development and, consequently, the production of food. This study aimed to evaluate the physical properties of soil, forage grass cultivated with andropogongrass (*Andropogon gayanus* Kunth), in the region of Piaui Cocais in different silvopastoral systems: one using manual grazed (A), and another grazed by annual mechanical (B), as also was analyzed a third area, the Forest Cocais (Native Forest), and therefore the control area (C). The analyzes were performed at the Laboratory of Quality Fertility and Soil Physics belonging to the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Piauí. We evaluated soil moisture, soil density, particle density, porosity, following the methodology Embrapa (1997) and mechanical resistance to penetration using the methodology Stolf (1991). Areas analyzed were different for physical properties of the soil. The area B showed significant differences before the other influencing soil physical degradation due to agricultural mechanization.

Keywords: deterioration, pasture, soil physical quality.

INTRODUÇÃO

A avaliação de atributos físicos em função dos diferentes manejos aplicados em determinado solo indicam a necessidade e o tipo de manejo a serem executados a fim de aumentar a produtividade. A redução da produtividade das pastagens tem sido relacionada ao manejo inadequado da fertilidade do solo, das espécies forrageiras exploradas e da taxa de lotação animal, que podem comprometer a parte física do solo.

A perda da qualidade física do solo afeta diretamente o espaço poroso do solo, de forma a prejudicar o fornecimento de água e oxigênio, limitando o desenvolvimento das plantas (TORMENA, et. al, 1998). Mais especificamente, implica em condições desfavoráveis a estruturação do solo, com formação de agregados pouco estáveis, elevada densidade, maior resistência à penetração das raízes e, resultando em condições que restringem o desenvolvimento e produção das culturas vegetais, bem como a preservação dos recursos naturais.

Diante disso, uma das soluções para esses problemas seria a utilização de Sistemas Silvipastoris (Ssp), permitindo a conservação dos recursos naturais, como ainda retorno econômico para os pequenos produtores (DUBOIS et al., 1996).

Por sua constituição, os Ssp são sistemas multifuncionais, com a combinação intencional de árvores, pastagem e gado numa mesma área ao mesmo tempo e manejados de forma integrada, com a possibilidade de recuperar sua capacidade reprodutiva (SILVA, 2004), contribuindo significativamente no aporte de serrapilheira ao solo e ciclagem de nutrientes (SILVEIRA et al., 2007). Por exemplo, a criação de animais com árvores dispersas na pastagem, árvores em divisas e em barreiras de quebra-ventos, podem reduzir a erosão, melhorar a conservação da água, reduzir a necessidade de fertilizantes minerais, capturar e fixar carbono, diversificar a produção, aumentar a renda e a biodiversidade, melhorar o conforto dos animais (SILVA, 2004).

Porém, outros trabalhos mostram que, o manejo e uso do solo em pastagem alteram a resistência do solo a penetração em virtude do pisoteio animal durante o pastejo (SOUZA; ALVES, 2003). Os bovinos exercem em média, uma pressão de 0,17 MPa por casco, podendo penetrar o solo cerca de 12 cm (COLLARES, 2005). Assim, o aumento da lotação provoca diminuição no rendimento das pastagens e está relacionado à umidade do solo durante o pastoreio, ao tipo de pastagem, bem como ao seu estado de desenvolvimento.

A maior parte dos estudos que abordam o problema relaciona o processo de degradação com as interações entre fatores zootécnicos (taxa de lotação animal), da planta (perda de vigor, alteração morfológica) e do solo (atributos químicos), enquanto que o problema da degradação física do solo tem sido deixado em segundo plano (LEÃO et al., 2004).

A falta de informações cientificamente reconhecidas a respeito dos atributos físicos e do impacto sobre a estrutura do solo, em áreas manejadas com Sistemas Silvipastoris (Ssp), motivou a execução deste estudo. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do sistema de manejo sobre as propriedades físicas do solo em Sistemas Silvipastoris em comparação com área de Mata Nativa.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Setor Ovino-caprinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, localizado na cidade de Teresina-PI, no período de outubro a dezembro de 2009.

A área localiza-se sob as coordenadas geográficas 05°05'21" S, 42°48'07" W, altitude de 74,4m, pluviometria média de 1300 mm distribuída de janeiro a maio e temperaturas variando 22,1 a 33,8°C (BASTOS E ANDRADE JÚNIOR, 2008). O solo dominante é um Latossolo Vermelho-Amarelo, Tabela 1, distrófico, textura média, fase florestal sub-caducifólia, com relevo plano e boa drenagem.

Tabela 1 - Valores médios da composição granulométrica e classificação textural de um Latossolo Vermelho-Amarelo, em diversas profundidades

Símbolo	Horizonte	Composição Granulométrica da Terra Fina (dispersão com NaOH N) – g/kg				Textura
		Profundidade (cm)	Areia Grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	
Ap	0 – 10	260	540	130	70	Areia Franca
AB	10 – 35	270	520	100	110	Areia Franca

Foram avaliados sistemas silvipastoris submetidas a dois tipos de manejo: Área A - Roço manual; Área B - Roço mecânico anual, ambos formados pelo capim-

andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth). Como também, foi analisada uma terceira área (C), Mata dos Cocais (Mata Nativa), sendo, portanto a área testemunha.

A área A é composta pelo Sistema Silvipastoril formado por capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) desde 1989, após cultivo de grãos no modelo broca e queima, com semeio do capim durante o período de cultivo. Durante o período de formação da pastagem são remanescentes tais espécies arbóreas: caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*), pau d'arco (*Tabebuia serratifolia* Vahl), jatobá (*Hymenaea courbaril* L) e palmeiras de babaçu (*Orrbignya spp.*). Neste sistema a manutenção e redução do pasto são realizadas através de um roço manual (Figura1).



Figura 1. Área A - Sistema Silvipastoril submetido ao manejo com roço manual

A área B é também constituída por um Sistema Silvipastoril sendo formado por capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) desde 2000, contudo a distribuição das árvores nativas ocorre em faixas e a manutenção da pastagem ocorre através do roço mecânico anual (Figura 2).



Figura 2. Área B - Sistema Silvipastoril submetido ao manejo com roço mecânico

Em ambas as áreas a pastagem é utilizada por caprinos com lotação de 10 cabras/ha divididas em quatro piquetes; os animais entram na área e permanecem até o capim atingir aproximadamente 20 cm de altura, possuindo rebrotes de espécies lenhosas nativas como mofumbo (*Combretum leprosum* Mart), sipaúba (*Thiloua glaucocarpa* Mart), sapucaia (*Lecythis pisonis*) e outros.

Essas áreas foram selecionadas por não apresentarem nenhuma prática conservacionista para o manejo e

conservação do solo, sendo fundamental o conhecimento da real situação.

A área C, Mata dos Cocais (Mata Nativa), encontra-se praticamente inalterada por não ter sofrido grandes desmatamentos evidenciando altos índices de preservação ambiental (Figura 3).



Figura 3. Área (C) - Mata Nativa

Foram avaliadas em cada área as propriedades físicas do solo, tais como, umidade do solo, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total do solo e resistência mecânica do solo à penetração.

Procederam-se as seguintes determinações usando método da Embrapa (1997): **umidade do solo (Ug)** – a umidade à base de massa, determinada através do método da pesagem; **densidade do solo (Ds)** – as amostras coletadas nos anéis volumétricos e que passaram pela determinação de umidade, para obtenção da densidade do solo; **densidade de partículas (Dp)**; **porosidade total do solo (Pt)** – foi determinada com as mesmas amostras coletadas para caracterização da umidade e densidade.

A **resistência mecânica do solo à penetração** foi determinada usando o método de Stolf (1991) com penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar com ângulo de cone de 30°.

A transformação da penetração da haste do aparelho no solo (cm/impacto) em resistência à penetração foi obtida pela Eq. 1:

$$R = \frac{Mg + mg + \left(\frac{M}{M + m} * \frac{Mg * h}{x} \right)}{A} \quad (1)$$

Sendo, R é a resistência do solo à penetração em kgf cm⁻² (kgf cm⁻² * 0,098 = MPa); M a massa do êmbolo, 4 kg (Mg – 4 kgf); m a massa do aparelho sem êmbolo, 3,2 kg (mg – 3,2 kgf); h a altura de queda do êmbolo, 40 cm; x a penetração da haste do aparelho, cm/impacto, e A a área do cone, 1,29 cm².

As amostras foram retiradas em três camadas (0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m), com estrutura indeformada e deformada. Para as amostras com estrutura indeformada foram utilizadas amostrador e anéis de Kopecky, com volume de 49,09 cm³, determinando assim a densidade do solo. As amostras com estrutura deformada foram utilizadas para as demais propriedades.

Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos até serem analisadas no laboratório de Fertilidade e de Física do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 (três áreas e três profundidades), com cinco repetições, totalizando 45 parcelas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste LS MEANS em

nível de 5% de probabilidade, utilizando-se do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos no parâmetro Umidade do Solo revelam que entre as áreas A e B não houve diferenças significativas ($P>0,05$), mas ambas diferiram da área C com relação à média (Tabela 2).

Tabela 2: Umidade Gravimétrica do Solo ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) nos diferentes sistemas silvipastoris cultivado com capim-andropogon e na área de mata nativa em três profundidades (m)

Áreas	Profundidade (m)			Médias	CV (%)
	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30		
A	3,90 Aa	3,15 Ba	2,86 Ba	3,30 a	26,80
B	4,34 Aa	2,44 Bb	2,76 Ba	3,18 a	
C	1,89 Ab	0,89 Bc	0,94 Bb	1,24 b	
Médias	3,38 A	2,16 B	2,19 B		

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste LS MEANS ($P>0,05$). A = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço manual); B = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço mecânico anual) e C = mata nativa.

Em relação às profundidades, a camada 0,0 – 0,10 m diferiu das demais apresentando uma maior umidade ($3,38 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). O capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth.) é uma gramínea (Poaceae) forrageira perene, de hábito de crescimento cespitoso, com plantas inteiramente pilosas. Forma touceiras de até 1,0 m de diâmetro e produz perfilhos com altura até 2,0 m. Suas raízes são profundas e altamente ramificadas (COSTA et al., 2004).

Devido a sua presença nas áreas A e B, proporcionou uma cobertura ao solo e conseqüentemente evitou a perda de água principalmente na superfície, através das características de seu sistema radicular agregou as partículas do solo melhorando sua estrutura, aumentando assim a capacidade de absorção e retenção de água nas camadas superficiais.

A mata apresentou a menor umidade, comparada às demais áreas, fato atribuído, provavelmente, a maior drenagem profunda, favorecida pelos macroporos (Bouma, 1991), e, principalmente, à maior evapotranspiração da vegetação.

Já as médias de Densidade do solo, mostraram que as áreas A e C não diferiram significativamente ($P>0,05$), entretanto as mesmas divergiram estatisticamente da área B (Tabela 3), pois se mostrou com densidade maior ($1,40 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) que as outras áreas provavelmente por sofrer maior pressão devido à mecanização, indicando existência de uma maior compactação. E principalmente, nas camadas próximas a superfície, resultado direto do excesso de carga aplicado sobre o solo.

Tabela 3: Densidade do solo ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) nos diferentes sistemas silvipastoris cultivado com capim-andropogon e na área de mata nativa em três profundidades (m)

Áreas	Profundidade (m)			Médias	CV (%)
	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30		
A	1,31 Ab	1,34 Ab	1,31 Aa	1,32 b	3,22
B	1,44 Aa	1,41 Ba	1,36 Aba	1,40 a	
C	1,31 Ab	1,36 Ab	1,37 Ab	1,34 b	
Médias	1,35 A	1,37 A	1,34 A		

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste LS MEANS ($P>0,05$). A = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço manual); B = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço mecânico anual) e C = mata nativa.

Solos com densidade entre 1,70 a 1,80 g.cm⁻³ dificultam a penetração de raízes; para reduzir o valor da densidade do solo recomenda-se o uso de resíduos orgânicos e o bom manejo do solo (BUCKMAN E BRADY, 1989).

Moraes et al. (2002) descreve valores de Ds de 1,43 a 1,46 g.cm⁻³ sob pastagem degradada com baixa cobertura vegetal e valores de 1,23 e 1,13 g.cm⁻³ sob pastagem com razoável e excelente cobertura vegetal, respectivamente, valores estes que se encontram diferentes dos resultados encontrados nas três áreas analisadas. Mostrando que não existe um consenso dos valores limites de densidade do solo para considerar se há compactação ou não.

Albuquerque et al. (2001), estudando os efeitos da integração lavoura-pecuária nos atributos físicos do solo, constataram que a compactação do solo é causada pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas e pelo pisoteio animal, causando aumento da densidade do solo na camada superficial.

Em relação a Densidade de Partículas do solo, observou-se que não ocorreram diferenças significativas (P<0,05), nas três áreas em relação à média e entre as profundidades. Porém na profundidade 0,0-0,10 m se apresentou diferente das demais profundidades nas três áreas. (Tabela 4).

Tabela 4: Densidade de Partículas do solo (g cm⁻³) nos diferentes sistemas silvipastoris cultivado com capim-andropogon e na área de mata nativa em três profundidades (m)

Áreas	Profundidade (m)			Médias	CV (%)
	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30		
A	2,84 Aa	2,88 Aa	2,88 Aa	2,87 a	1,33
B	2,82 Aa	2,87 Aa	2,84 Aa	2,84 a	
C	2,82 Aa	2,89 Aa	2,88 Aa	2,86 a	
Médias	2,83 B	2,88 A	2,86 A		

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste LS MEANS (P>0,05). A = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço manual); B = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço mecânico anual) e C = mata nativa.

A camada próxima à superfície (0,0 – 0,10m) apresenta em geral densidade de partículas mais baixas (2,83 g cm⁻³), podendo ser explicado pela presença de matéria orgânica, que é muito menos densa que os minerais.

Segundo Sato et al. (2011), em experimento realizado com sistemas de manejos utilizando uma área de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, também observou diferenças entre sistemas sob integração lavoura-pecuária quanto à densidade do solo e porosidade total e ausência de diferença em relação aos valores de densidade de partículas.

Conforme Portugal et al. (2010), avaliou alterações em propriedades físicas e de um Latossolo sob diferentes sistemas agrícolas, inclusive o de pastagem, onde notaram também, ausência de diferença em relação aos valores de

densidade de partículas, o que reafirma os dados encontrados na pesquisa.

Valores médios de densidade de partículas variam entre 2,30 e 2,90 g.cm³, sendo em média de 2,65 g.cm³, o que se deve à predominância de minerais como quartzo, feldspato, mica e colóides silicatados que possuem densidades dentro desta faixa. A densidade real tem efeito indireto sobre o crescimento vegetal, pois representa a média ponderada da densidade real de todos os seus componentes minerais e orgânicos (KIEHL, 1979).

Os resultados da Porosidade Total do Solo apresentados na Tabela 5, revela que a área com menor porosidade é a B. Observa-se que as áreas A e C, em relação às médias não diferiram estatisticamente (P< 0,05), contudo, diferiu significativamente da área B.

Tabela 5: Porosidade Total do solo (%) nos diferentes sistemas silvipastoris cultivado com capim-andropogon e na área de mata nativa em três profundidades (m)

Áreas	Profundidade (m)			Médias	CV (%)
	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30		
A	53,85 Aa	52,83 Aa	54,92 Aa	53,87 a	3,20
B	48,67 Ba	51,43 Aa	51,78 Aa	50,63 b	
C	52,74 Aa	52,62 Aa	53,48 Aa	52,95 a	
Médias	51,76 B	52,29 A	53,39 A		

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste LS MEANS ($P > 0,05$). A = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço manual); B = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço mecânico anual) e C = mata nativa.

Em relação à porosidade total, por ser um valor inversamente proporcional ao de densidade do solo, foi observado neste trabalho a mesma relação, onde os maiores valores de densidade do solo foram acompanhados pelos menores valores de porosidade total.

Esta porcentagem inferior na área B pode ser justificada pelo uso de máquinas agrícolas, influenciando na compactação do solo e diminuição de sua porosidade. (SARMENTO, 2008).

Entre as camadas 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m não houve diferenças significativas ($P < 0,05$), porém estas apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) em relação à profundidade 0,0-0,10 m.

Esta diferença em relação à camada 0-0,10 m pode ter como causador o pisoteio de animais nos sistemas que compacta o solo nos primeiros 15 cm, ocasionando um aumento na densidade do solo e conseqüentemente uma diminuição do espaço poroso e trocas desfavoráveis na relação solo-água-atmosfera que afetam o desenvolvimento das raízes das plantas e a sua produtividade (PEREIRA JUNIOR, 2006).

A porosidade diminuiu, acompanhando o comportamento da densidade do solo na Área B. Na Mata Nativa, a grande quantidade de material orgânico depositado na superfície do solo pela derrama natural da floresta, contribui para o aumento da porosidade, com conseqüente diminuição da densidade (BERTOL & SANTOS, 1995).

No geral, a porosidade total ultrapassou 52% em todos os tratamentos, exceto para a Área B. Tal valor encontra-se dentro da faixa média encontrada na literatura, já que o valor de porosidade total não sofre grande alteração, independentemente do manejo do solo (ARAÚJO et al., 2010).

Esta baixa porosidade na área B leva à menor elongação radicular, diminuindo a movimentação da água dentro do perfil do solo e as trocas gasosas, prejudicando toda a atividade biológica no solo (DREWRY; PATON, 2005; REYNOLDS et al. 2007).

Apresentam-se na Tabela 6, os resultados à Resistência Mecânica do solo à penetração.

Tabela 6: Resistência Mecânica à penetração (MPa) nos diferentes sistemas silvipastoris cultivado com capim-andropogon e na área de mata nativa em três profundidades (m)

Áreas	Profundidade (m)			Médias	CV (%)
	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30		
A	1,37 Bb	2,14 Bb	2,96 Ab	2,16 b	
B	1,72 Aa	4,04 Aa	4,47 Aa	3,41 a	25,30
C	0,84 Cc	1,77 Bb	3,00 Aa	1,87 b	
Médias	1,31 C	2,65 B	3,48 A		

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste LS MEANS ($P > 0,05$) A = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço manual); B = sistema silvipastoril cultivado com capim-andropogon (roço mecânico anual) e C = mata nativa.

Comparando-se as médias das áreas observa-se que não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as áreas A e C, sendo estas diferentes da área B.

Este comportamento pode ser explicado pela pressão exercida sob o solo devido o uso de máquinas agrícolas na área B, ocasionando uma menor porosidade, uma maior densidade do solo, uma maior compactação do solo e por fim aumentando a resistência mecânica do solo à penetração.

Os valores excessivos de resistência mecânica do solo à penetração além de influenciar o crescimento das raízes em comprimento e diâmetro (TORMENA, 2002), influencia também na direção preferencial do crescimento radicular.

A resistência do solo à penetração teve relação direta com a densidade do solo na área B. Na mata, a pequena resistência do solo à penetração está relacionada com a coesão entre os agregados, mesmo tendo baixa densidade

do solo. Esta suposição necessita de comprovação. Segundo Cintra & Mielniczuk (1983), a redução dos macroporos e o aumento da densidade do solo aumentam a resistência do solo à penetração, porém a capacidade de penetração das raízes nas camadas compactada depende da cultura.

Em relação às profundidades, a camada 0,0 – 0,10 m (1,31 MPa) diferiu das demais apresentando uma menor resistência mecânica à penetração. Portanto, é importante destacar que sistemas radiculares possuem capacidade de penetração no solo diferenciada conforme a espécie, sendo que gramíneas, pela intensa proliferação de raízes fasciculadas na camada arável do solo, são mais eficientes que espécies com raízes pivotantes. Tal diferenciação é evidente em condições de excesso de compactação, seja pelo pisoteio animal excessivo, tráfego de máquinas ou uso inadequado de máquinas de movimentação do solo, produzindo camadas compactadas em subsuperfície,

conhecidas como “pé de arado” ou “pé de grade” localizadas entre 0,1 e 0,3 m de profundidade (KONDO et al, 2012).

O solo utilizado neste trabalho, Latossolo Vermelho-Amarelo, não possui significativos adensamentos naturais, havendo maior importância os fenômenos de aplicação de cargas sobre o solo além de sua capacidade de suporte.

CONCLUSÕES

Os diferentes sistemas de manejo da pastagem proporcionaram alterações nas propriedades físicas, Umidade do Solo, Densidade do Solo, Porosidade Total do Solo e Resistência Mecânica à Penetração.

Em relação às profundidades, 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m, 0,20 – 0,30 m, a camada 0,0 – 0,10 m apresentou maior umidade, menor densidade de partículas, menor porosidade do solo e menor resistência mecânica à penetração.

O Sistema Silvopastoril com manejo mecânico anual (Área B) mostrou degradação física mais avançada evidenciada pelo aumento da densidade do solo e resistência à penetração, e redução da porosidade total.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da interação lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 717-723, 2001.
- ARAÚJO, F. S.; SALVIANO, A. A. C; LEITE, L. F. C. L; SOUZA, Z. M.; SOUSA, C. M. Physical quality of a yellow latossol under integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 717-721, n. 3, jun. 2010.
- BASTOS, E.A.; ANDRADE JUNIOR, A.S. **Dados agrometeorológicos para o município de Teresina – PI** (1980 – 1999). Teresina: Embrapa Meio – Norte, 2008.
- BERTOL, I.; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades físico-hídricas no Planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 263-267, fev. 1995.
- BOUMA, J. Influence of soil macroporosity on environmental quality. *Adv. Soil Sci.*, 46:1-37, 1991.
- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Tradução de A. B. de Figueiredo Filho. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989.
- CINTRA, F.L.D. & MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **R. Bras. Ci. Solo**, 7:197-201, 1983.
- COLLARES, G. L. **Compactação em Latossolos e Argissolo e relação com parâmetros de solo e de plantas**. 2005. 106 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C. A.; OLIVEIRA, M. A. S.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. Germoplasma forrageiro para a formação de pastagens. In: COSTA, N. L. (Org.). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. p.31-83.
- DREWRY, J. J.; PATON, R. J. Soil physical quality under cattle grazing of a winter-fed brassica crop. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 43, n. 4, p. 525-531, 30 jun. 2005.
- DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRA, 1996. 228 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 1997.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia, relações solo-planta**. São Paulo, Editora Ceres, 1979.
- KONDO, M. K.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; WENDLING, B.; SILVA, P. B.; CARDOSO, M. M.; Efeito de coberturas vegetais sobre os atributos físicos do solo e características agronômicas do sorgo granífero. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 33-40, Mar. 2012
- LEÃO, T. P; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V. P. B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 415-423, 2004.
- MORAES, M.F.; OLIVEIRA, G.C.; KLIEMANN, H.J.; SEVERIANO, E.C.; SARMENTO, P.H.L. e NASCIMENTO, M.O. Densidade e Porosidade do Solo como diagnóstico do estado de Degradação de Solos sob pastagens na região dos Cerrados. **SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, 2002, Belo Horizonte – MG.
- PEREIRA JUNIOR, E. B. **Efeito do Pisoteio Ovino sobre atributos do solo, em área de coqueiral**. Patos: UFCG. 2006. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Campina Grande, 2006.
- PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **R. Bras. Ci. Solo**, 34:575-585, 2010.

SARMENTO, P. Atributos químicos e físicos de um argissolo cultivado com *Panicum maximum* Jacq. Cv. IPR-86 Milênio, sob lotação rotacionada e adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 32, no. 1, Viçosa Jan/Fev.2008.

SASTISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **Software**: versão 6. 12. Cary: 1996.

SATO, J. H.; FIGUEIREDO, C. C.; LEÃO, T. P.; RAMOS, M, L. G.; KATO, E. Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio milho e forrageiras. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.2, p.189–193, 2012.

SILVA, V. P. Sistemas Silvipastoris. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/safs/index.htm>>. Acesso em: 22/12/2012.

SILVEIRA, N. S.; PEREIRA, M. G.; POLIDORO, J. C.; TAVARES, S. R. L.; MELLO, R. B. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 129- 136, 2007.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Movimento de água e resistência a penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 07, n. 01, p. 18-23, 2003.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.3, p.229-235, 1991.

REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; YANG, X. M.; FOX, C. A.; TAN, C. S.; ZHANG, T. Q. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 96, p. 316-330, out. 2007.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBERDADE, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22:573-581, 1998.

TORMENA, C, A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, Braz, vol.59, n.4, Out./Dez.2002.