

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NA REGIÃO SUL DO PIAUÍ¹

ROBERTO LUSTOSA SILVA², SAMMY SIDNEY ROCHA MATIAS^{3*}, MÁRCIO GODOFRÊDO ROCHA LOBATO²,
JÚLIO CÉSAR AZEVEDO NÓBREGA²

RESUMO - O manejo quando realizado de forma inadequadamente pode acarretar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento dos atributos físicos em um Latossolo Amarelo distrófico típico com diferentes coberturas vegetais e manejos no município de Corrente, região sul do Estado do Piauí. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com três sistemas de manejo (Nim "*Azadirachta indica*", Capim Elefante "*Pennisetum purpureum*", *Brachiaria decumbens*) e a Mata Nativa (MN) como testemunha em quatro profundidades de amostragem (0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m) com três repetições. Os efeitos das coberturas e manejo sobre os atributos físicos, nas diferentes profundidades estudadas, foram verificados a partir da análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. Foram realizadas determinações de densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, e resistência do solo à penetração, em todos os sistemas de manejo. O capim elefante e a mata nativa obtiveram os menores valores de resistência à penetração e densidade do solo, maiores valores de porosidade total e macroporosidade, refletindo uma melhor condição física do solo. As áreas com Nim e *Brachiaria* foram influenciadas pelo pisoteio animal, com isso ocorrendo aumento da densidade do solo e conseqüentemente da resistência à penetração.

Palavras-chave: Sistemas de cultivos. Densidade do Solo. Resistência à Penetração.

SOIL PHYSICAL PROPERTIES IN DIFFERENT CROP PLANTS IN SOUTHERN PIAUÍ

ABSTRACT - The management when done so improperly can cause changes in the physical, chemical and biological soil properties. The aim of this study was to evaluate the behavior of physical attributes in a dystrophic Oxisol under different vegetation covers and managements in the city of Chain southern state of Piauí. The experimental design was randomized using a split-plot with four types of cropping systems and four sampling depths, with three replications. Cropping systems were studied: Nim (*Azadirachta indica*), elephant grass (*Pennisetum purpureum*), *Brachiaria decumbens* and Native Forest sampling depths 0-0.10, 0.10-0.20, 0.20-0.30 and 0.30-0.40 m. The effects of hedges and management on soil physical properties in different soil depths were recorded from the analysis of variance and treatment means compared by Tukey $p < 0.05$. Determinations were carried out density, macroporosity, microporosity, total porosity, and resistance to penetration in all cropping systems. The elephant grass and native forest had the lowest values of penetration resistance and bulk density, higher values of total porosity and macroporosity, reflecting better physical condition of the soil. The area with Nim and *Brachiaria* was influenced by animal trampling, thus causing increase of soil density and hence the resistance to penetration.

Key words: Cropping systems. Soil Bulk Density. Penetration Resistance.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 04/09/2012; aceito em 09/07/2014.

Trabalho de monografia de conclusão do curso de Graduação em agronomia do primeiro autor.

²Universidade Federal do Piauí – UFPI, Campus Universitário Professora Cinobelina Elvas – CPCE, Rod. Bom Jesus-Viana, Km 01, Planalto Cibrazem, 64900-000, Bom Jesus, PI, Brasil; robertofolha2010@hotmail.com, marciogrl@hotmail.com, juliocnobrega@gmail.com.

³Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Rua Prof Joaquina Nogueira Oliveira, s/n, Bairro Aeroporto, 64980-000, Corrente, PI, Brasil; ymmsa2001@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal do solo reduz a incidência direta dos raios solares, contribuindo para a diminuição da temperatura do solo, e conseqüentemente da evaporação, promovendo assim o aumento de água no solo e o desenvolvimento das culturas. Além disso, os resíduos culturais deixados na superfície do solo têm ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica, pois promove a dissipação da energia cinética das gotas da chuva, diminuindo a desagregação das partículas do solo e o selamento superficial, favorecendo o aumento da infiltração de água (FERREIRA et al., 2010). Porém, a introdução de culturas sem o manejo adequado do solo promove modificações na estrutura (Densidade do solo, porosidade), química (absorção dos macro e micronutrientes pela planta) e biológica do solo (diminuição da fauna), com prejuízos ao desenvolvimento das plantas e à produção de alimentos (MATIAS et al., 2012; CAMPOS et al., 2013).

Segundo Dalchiavon et al. (2011), a compactação desencadeia alteração estrutural e a reorganização das partículas e de seus agregados, aumentando a microporosidade, que reflete negativamente na absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição de água, trocas gasosas, crescimento e desenvolvimento do sistema radicular e produtividade das culturas. Rossetti et al. (2012) e Bortolini et al. (2013) descreveram que a compactação dos solos cultivados está relacionada, principalmente com o tráfego de máquinas, implementos agrícolas e redução dos teores de matéria orgânica, que exerce efeitos diretos e indiretos na densidade do solo e estabilidade da estrutura do solo.

Jorge et al. (2012) ao avaliarem a distribuição de poros e densidade em Latossolos submetidos a diversos sistemas de uso e manejo na região de cerrado do Triângulo Mineiro, verificaram variação na densidade do solo entre período seco e chuvoso, sendo o período chuvoso o que apresentou maior densidade solo, em decorrência das operações agrícolas serem realizadas nessa época e a facilidade de compressão com altos teores de umidade no solo. Rossetti et al. (2012) descrevem que a utilização de implementos agrícolas em locais sem ou com pouca cobertura vegetal reflete diretamente nos atributos físicos do solo, ocasionando redução da porosidade do solo. Essas alterações estruturais, por sua vez, promovem mudanças nos atributos físicos do solo a exemplo da porosidade, densidade do solo e resistência do solo à penetração de raízes.

Por isso, estratégias de manejo do solo (práticas vegetativas, edáficas e mecânicas) para melhorar ou recuperar a estrutura do solo, destacando-se o tipo de cobertura no solo e incorporação de matéria orgânica (MATIAS et al., 2012), permitem o aumento na porosidade e redução da densidade do solo. Essa teoria é confirmada por Ferreira et al. (2010) e Costa et al. (2012), em que afirmam, que a

densidade do solo possui uma estreita relação com os atributos do solo, podendo relacionar seu aumento com diminuição da porosidade total, macroporosidade, condutividade hidráulica, absorção iônica e aumento da resistência do solo à penetração de raízes. Quando resistência a penetração é maior que 2,0 MPa prejudica o desenvolvimento das culturas, no entanto, Dalchiavon et al. (2011) observaram que valores de resistência à penetração acima deste valor não restringe seriamente o desenvolvimento da soja, e conseqüentemente, sua produtividade.

De acordo com Chioderoli et al. (2012), uma das formas de evitar ou diminuir os impactos decorrentes da movimentação de implementos agrícola sobre o solo, seria a introdução de forrageiras por meio do sistema integração agricultura-pecuária, por promover melhorias na agregação, estruturação e permeabilidade do solo, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e produção das culturas (COSTA et al., 2012).

Sabendo da importância da cobertura vegetal e do manejo para a agregação e estruturação física do solo e da sua influência no desenvolvimento radicular das culturas de importância econômica. O presente trabalho objetivou avaliar o comportamento dos atributos físicos de um Latossolo Amarelo distrófico típico sob diferentes coberturas vegetais e manejo na região sul do Estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Corrente - PI, situado na macrorregião dos Cerrados, denominada Chapada das Mangabeiras, pertencente à microrregião do extremo Sul do Piauí. As coordenadas geográficas são: 10° 26' Sul e 45° 09' Oeste, com altitude média de 438 m (IBGE, 2013). O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, pertence ao tipo A, tropical chuvoso, com temperaturas variando entre 23 °C a 39 °C e precipitação média de 900 mm. O solo amostrado foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico, conforme Jacomine (1986).

Na área do experimento foram coletados amostras do solo na profundidade de 0-0,20 m, para análise de fertilidade e granulometria segundo metodologia descrita em Embrapa (2011), obtendo os seguintes resultados (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas 4 x 4 (três manejos, uma testemunha e quatro profundidades), com três repetições. As parcelas foram composta pelos tratamentos principais, constituídos pelos três sistemas de cultivo área com Nim (*Azadirachta indica*) implantado em 2005 e anteriormente utilizada como corredor para passagem de gado; área com capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e área com *Brachiaria decumbens* também implantadas em 2005, sendo

anteriormente utilizadas para cultivo de milho e feijão em sistema de sequeiro, respectivamente e uma área sob vegetação de mata nativa (MN), transição entre vegetação de caatinga e cerrado, tomada como testemunha. Na área com capim elefante não havia circulação de máquinas e veículos, sendo o capim cortado e retirado da área

manualmente. Na área com *Brachiaria decumbens* era feito pastejo de animais (Bovinos) durante dois meses, seguido de um período de repouso (pousio) por quatro meses e pastejo por mais dois meses, sempre com a mesma lotação de animais (5 animais ha⁻¹).

Tabela 1. Valores médios de pH (CaCl²), matéria orgânica (M.O), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) submetidos a diferentes sistemas de manejo.

Área	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H + Al	V	Areia	Silte	Argila
		g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----cmolc dm ⁻³ -----			%	-----g kg ⁻¹ -----			
1	6,1	25	2,6	0,20	2,50	1,50	1,50	68	810	160	30
2	6,2	23	3,0	0,18	2,60	1,55	1,50	74	800	100	100
3	5,7	24	2,8	0,19	2,70	1,50	1,45	74	795	95	110
4	5,9	20	2,5	0,17	1,80	1,40	1,45	69	750	85	165

1 – Mata nativa; 2 – Capim elefante; 3 – *Bachiaria*; 4 – Nim.

Para cada sistema de manejo e uso, amostras indeformadas de solo foram coletadas para determinação das variáveis analisadas, as amostras foram coletadas com o auxílio de anéis metálicos volumétricos de mesma dimensão (0,068 m de diâmetro e 0,047 m de altura) nas profundidades de 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, também tomadas como tratamentos, em 12 (doze) mini trincheiras com largura, comprimento e profundidade de (0,40 x 1,50 x 0,60 m) respectivamente, totalizando 48 amostras de solo (MATIAS et al., 2012).

As amostras foram submetidas à avaliação granulometria do solo pelo método da pipeta (DAY, 1965); a densidade do solo (Ds), a partir de amostras indeformadas coletadas com amostrador de Uhlund, segundo Blake e Hartge (1986a) e a densidade de

partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico (BLAKE; HARTGE, 1986b). O volume total de poros e a distribuição do tamanho dos poros por meio do funil de placa porosa, em unidade de sucção a 60 cm de altura de coluna d’água, para a separação dos macro e microporos foram determinados de acordo com a Embrapa (2011).

A resistência à penetração (RP) foi determinada em cada área com o auxílio de um penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR – STOLF (STOLF, 1991), com quinze repetições para cada área (MATIAS et al., 2012). A transformação dos valores da penetração da haste do aparelho no solo (cm/impacto) em resistência à penetração (MPa) foi obtida pela fórmula dos “holandeses”, segundo Stolf (1991), a seguir:

$$R(\text{kgf cm}^{-2}) = \frac{(Mg + mg) + \frac{M}{M + m} * Mg * h/x}{A}$$

Em que R é a resistência à penetração em kgf cm⁻² (kgf cm⁻² * 0,098= MPa); M é a massa do êmbolo (4 kg); Mg corresponde a 4 kgf, m é a massa do aparelho sem êmbolo (3,2 kg); mg corresponde a 3,2 kgf, h é a altura de queda do êmbolo (0,4 m), x é a penetração da haste do aparelho (cm/impacto); A é a área do cone (1,29 cm²) e g é a aceleração da gravidade. Para cada área e profundidade foi determinada também a umidade do solo de acordo com a metodologia descrita em Embrapa (2011), sendo observado o mesmo valor para todas as áreas.

Os efeitos das coberturas e manejo sobre os atributos físicos, nas diferentes profundidades estudadas, foram verificados a partir da análise de variância e os resultados obtidos foram submetidos ao teste F ao nível de p<0,01 e p<0,05 e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a

p<0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A macroposidade (Tabela 2) apresentou diferença estatística nos tratamentos com *Brachiaria e* Capim elefante, sendo o menor valor obtido no capim elefante. Entre as profundidades houve diferença, entre mata nativa, capim elefante, *Brachiaria e* Nim, sendo que o Nim e *Brachiaria* não diferiram. A redução da macroposidade nas áreas cultivadas, provavelmente, está relacionada com o tipo manejo, este resultado está de acordo com os obtidos por Matias et al. (2012). De acordo com Oliveira et al. (2007) os Latossolos, por seu elevado grau de intemperismo, apresentam baixa fertilidade natural, contrastando

com a elevada estabilidade dos agregados, decorrente da atuação dos óxidos de alumínio e ferro presentes na fração argila, baixa densidade do solo, alto

volume de macroporos e alta friabilidade, o que favorece sobremaneira o seu manejo.

Tabela 2. Volume de Macro, Micro e Porosidade Total, Densidade e resistência a penetração em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes manejos.

Prof.	Macroporos	Microporos	Porosidade Total	Densidade	Resistência à penetração
(m)	cm ³ cm ⁻³			g cm ⁻³	
<i>Mata nativa</i>					
0,0-0,1	0,32 aA	0,02 aC	0,34 aA	1,40 aC	0,43 aA
0,1-0,2	0,31 aA	0,03 aC	0,34 aA	1,42 aC	0,73 bA
0,2-0,3	0,31 aA	0,02 aC	0,33 aA	1,39 aC	0,74 bA
0,3-0,4	0,31 aA	0,02 aC	0,33 aA	1,36 aC	0,62 cA
<i>Nim</i>					
0,0-0,1	0,16 aB	0,12 aB	0,28 aA	1,68 aA	1,73 aB
0,1-0,2	0,18 aB	0,11 aB	0,30 aA	1,72 aA	2,81 bD
0,2-0,3	0,15 aB	0,13 aB	0,28 aA	1,70 aA	3,58 cD
0,3-0,4	0,16 aB	0,13 aB	0,29 aA	1,69 aA	3,14 cD
<i>Brachiaria</i>					
0,0-0,1	0,21 aB	0,14 aB	0,35 aA	1,60 aB	1,50 bC
0,1-0,2	0,17 bB	0,11 aB	0,29 aA	1,64 aB	1,62 aC
0,2-0,3	0,20 aB	0,11 aB	0,30 aA	1,61 aB	1,42 bC
0,3-0,4	0,21 aB	0,11 aB	0,32 aA	1,50 bB	0,79 cC
<i>Capim elefante</i>					
0,0-0,1	0,08 aC	0,31 aA	0,39 aA	1,36 aC	0,42 aA
0,1-0,2	0,04 bC	0,30 aA	0,29 aA	1,40 aC	0,45 aB
0,2-0,3	0,05 bC	0,25 aA	0,30 aA	1,40 aB	0,34 bB
0,3-0,4	0,04 bC	0,25 aA	0,32 aA	1,42 aC	0,24 cB

Médias seguidas da mesma letra no tratamento e entre, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a p<0,05. Letras minúsculas referem-se à comparação dentro do tratamento e as maiúsculas comparam médias entre profundidade na mesma coluna.

Em relação à microporosidade, observou-se aumento significativo nas áreas cultivadas em virtude da densidade do solo e diminuição da macroporosidade. Contudo, nas camadas subsuperficiais, verificou-se que a microporosidade foi mais sensível aos diferentes manejos. De acordo Rossetti et al. (2012) a microporosidade revela-se como um índice bastante útil na identificação do comportamento do solo em relação ao manejo adotado.

A porosidade total foi menos sensível às modificações causadas pelo preparo do solo, tanto em profundidade como entre os diferentes tratamentos. Entretanto, verificou-se que a MN apresentou maior porosidade em todas as profundidades do solo. Resultado semelhantes foram obtidos por

Matias et al. (2009 e 2012).

Além disso, os resultados indicam que não houve diferença significativa dentro do tratamento para mata nativa (MN), que apresentou a menor densidade do solo nas profundidades de 0,0-0,4 m comparado com os demais tratamentos (Tabela 2). Entretanto, constataram-se diferenças significativas entre os tratamentos nas camadas, sendo obtido o maior valor de densidade na profundidade de 0,1-0,2 m, no solo com Nim. Isto deve ter ocorrido pelo fato das áreas terem sido, por vários anos, como corredor de gado. Possivelmente, a menor densidade encontrada na MN, nas camadas subsuperficiais, é explicada pela maior quantidade de matéria orgânica, menor teor de argila e ausência do tráfego de máquinas a-

grícolas, concordando com resultados obtidos por Matias et al. (2009), Matias et al. (2012) e Rossetti et al. (2012).

Com relação aos valores de RP, a análise de variância indicou que houve diferenças significativas para as áreas (Tabela 2). O tratamento Nim foi aquele que apresentou a maior média de RP (3,58 MPa) enquanto que a menor média (0,24 MPa) foi observada na área de Capim Elefante. Matias et al. (2012) e Rossetti et al. (2012), estudando a RP em Latossolo sob diferentes usos, verificaram que as áreas sob pastagem apresentaram os maiores valores. Em termos gerais, houve uma relação direta entre Ds, RP e

Micro, e inversa entre a Ds e o volume de macroporos com as áreas estudadas.

Os valores de densidade do solo (Ds) variaram entre 1,36 a 1,72 Mg m⁻³ (Figura 1). Segundo Matias et al. (2009), esses valores estão relacionados a textura e a forma com que as área estão sendo manejadas, conforme a tabela 1. De acordo Rossetti et al. (2012), em áreas com valores de Ds acima de 1,30 Mg m⁻³, devem ser utilizadas práticas de cultivos para reduzir a densidade do solo, por meio da introdução de culturas que aportam grande quantidade de resíduos orgânicos.

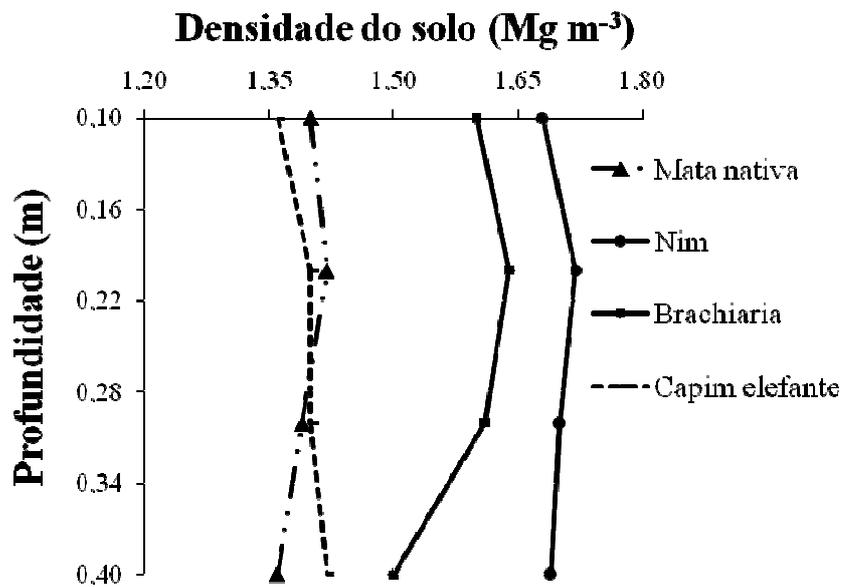


Figura 1. Densidade do solo em várias coberturas vegetais e profundidades.

A menor Ds 1,36 Mg m⁻³ foi verificada na área sob capim elefante na camada superficial, passando a apresentar um progressivo aumento nas camadas mais profundas, até estabilizar quando alcança a profundidade de 0,30 a 0,40 m com Ds de 1,42 Mg m⁻³. A menor Ds verificada para esse tratamento, possivelmente é reflexo do sistema radicular dessa gramínea, embora, Torres et al. (2012) em experimento realizado com Tifton tenha encontrado diferenças significativas na Ds nas profundidades de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, com 2 anos de implantação da gramínea em área irrigada e não irrigada sob pastejo animal.

Na área com Nim, foi observada a maior Ds em superfície, apresentando uma regularidade nas demais profundidades. Igual comportamento foi observado por Silva et al. (2011), Bortolini et al. (2013) que obtiveram valores de Ds maiores em sistemas agroflorestais em comparação com a mata nativa, possivelmente em função do manejo adotado. Diferente do observado neste estudo, em que o pisoteio animal foi responsável pelo aumento na Ds (Figura 1). A mata nativa manteve a sua Ds constante em

todas as profundidades analisadas, possivelmente devido ao maior aporte de matéria orgânica (AMARAL et al., 2011; SILVA et al., 2011; BORTOLINI et al., 2013) e ausência do tráfego de máquinas agrícolas, concordando com resultados obtidos por Rossetti et al. (2012) e Bortolini et al. (2013).

A Ds na área manejada com *Brachiaria* aumentou até a profundidade de 0-0,20 m, obtendo valores próximos a 1,64 Mg m⁻³, seguida de decréscimo até atingir o valor de 1,50 Mg m⁻³. O aumento da Ds na profundidade de 0-0,20 m é atribuído ao pisoteio do gado, corroborando com Souza et al. (2009) que observaram valores acima de 1,36 Mg m⁻³ e menores valores de porosidade total (Pt) em sistema de integração lavoura-pecuária em experimento realizado em Latossolo de textura argilosa, entretanto o autor relaciona a variação destes atributos ao tráfego de máquinas e não só ao pisoteio animal.

Com base nos resultados da porosidade total (Pt), verificou-se que a mesma obteve maior valor na área cultivada com o capim elefante (0,39 m³ m⁻³), nos primeiros 0,10 m (Figura 2). Esse comportamento, provavelmente, deve estar associada a maior co-

bertura vegetal proporcionada por essa gramínea, já a menor porosidade foi observada na área cultivada com Nim que variou de 0,28 a 0,30 m³ m⁻³, confirmando o efeito do pisoteio do gado nos atributos

físicos do solo, corroborando com Matias et al. (2012) ao observarem Pt de 0,48 m³ m⁻³ em área com pastagem.

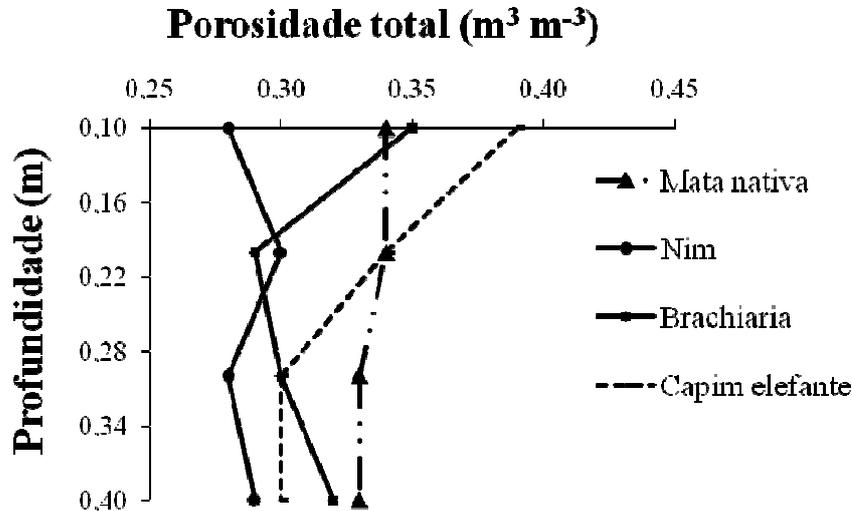


Figura 2. Porosidade total do solo em várias coberturas vegetais e profundidades.

Comportamento semelhante foi observado na área manejada com *Brachiaria decumbens*. Este resultado demonstra a relação entre a perda da qualidade física do solo e pisoteio do gado, que segundo Genro et al. (2009) e Moreira et al. (2012), pode prejudicar a penetração das raízes em profundidade e o desenvolvimento da planta, refletindo também na diminuição do fluxo de água e ar (ROSSETTI et al., 2012). Isso demonstra que a compactação ou a diminuição da aeração do solo está diretamente relacionada à menor quantidade de poros, concordando com Matias et al. (2012) e Bortolini et al. (2013). A mata nativa apresentou uma porosidade constante ao longo do perfil indicando ausência de intervenção antrópica, e possivelmente melhor desenvolvimento das raízes.

A macroporosidade (Figura 3), também foi maior na área cultivada com Capim Elefante, principalmente nas profundidades mais superficiais (0-0,20 m), reflexo do aporte de resíduos, comportamento das raízes da planta e, possivelmente, do teor de matéria orgânica que ocorre nas camadas mais superficiais, confirmando o resultado obtido na Ds (Figura 1), o qual proporcionou melhores condições físicas ao solo, por meio da agregação e aumento da porosidade do solo (Decomposição dos vegetais). Esse resultado é confirmado também por Kondo et al. (2012) que observaram melhor estruturação do solo, por meio da macroporosidade em Latossolo ao avaliar o efeito de coberturas vegetais sobre atributos do solo e características agrônômicas do sorgo granifeiro.

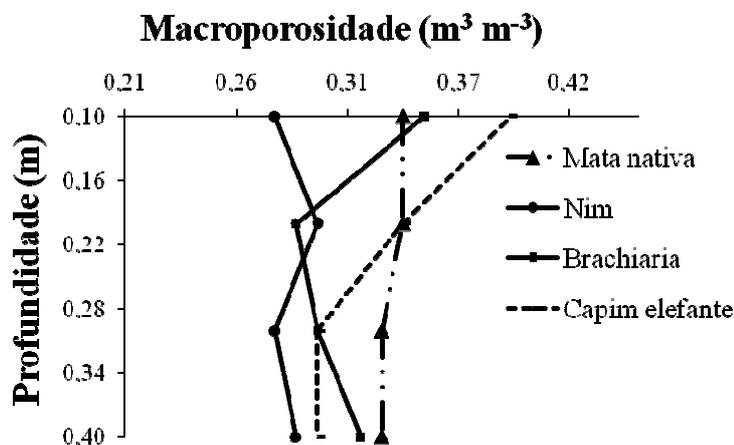


Figura 3. Macroporosidade do solo em várias coberturas vegetais e profundidades.

A menor macroporosidade foi observada nas áreas cultivadas com Nim e *Brachiaria*, no entanto, com maior valor na área com *Brachiaria*. No geral, a redução da macroporosidade nas áreas cultivadas, provavelmente, está relacionada com o tipo de manejo, conforme Matias et al. (2012). Segundo Costa et al. (2012) e Kondo et al. (2012), a baixa quantidade de macroporos leva ao menor alongamento radicular, diminuindo a movimentação da água dentro do perfil do solo e as trocas gasosas, prejudicando com isso toda a atividade biológica no solo. Em relação à Mata Nativa (MN), os resultados foram semelhantes para as profundidades analisadas, a exemplo do ocor-

rido para a microporosidade.

A microporosidade (Figura 4) foi pouco influenciada pelo manejo. Esse comportamento corrobora com Matias et al. (2009) e Dalchiavon et al. (2011), os quais indicam que a microporosidade é fortemente influenciada pela textura e pelo conteúdo de matéria orgânica e muito pouco pelo efeito do manejo. Isso demonstra também que a compactação ou a diminuição da aeração do solo está diretamente relacionada à menor quantidade de macroporosidade, concordando com Costa et al. (2012), Matias et al. (2012) e Moreira et al. (2012).

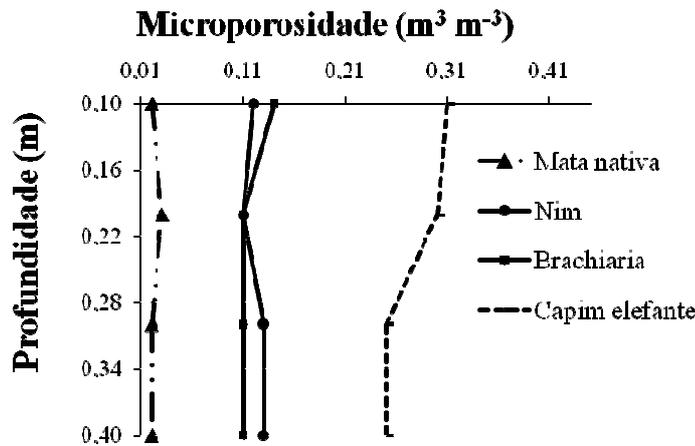


Figura 4. Microporosidade do solo em várias coberturas vegetais e profundidades.

Observa-se na Figura 5, que o maior valor da Resistência do solo à penetração (RP) foi obtido na área com Nim na profundidade de 0,10 – 0,30 m (3,50 MPa), indicando que apesar dos cinco anos de plantio do Nim na área, ainda não foi possível eliminar ou diminuir o grau de compactação ocorrido em decorrência do tráfego de animais. Os valores observados para RP (acima de 2,0 Mpa) na área com Nim são considerados por vários autores (MATIAS et al.,

2009, COSTA et al., 2012, MOREIRA et al., 2012), como prejudiciais ao desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, diminuição do fluxo de água e ar no solo. No entanto, Dalchiavon et al. (2011), concluíram no seu trabalho que valores superiores a 2,0 MPa não afetaram seriamente o desenvolvimento da cultura da soja, indicando que valores acima de 2,0 MPa, não prejudica o desenvolvimento das plantas de forma linear.

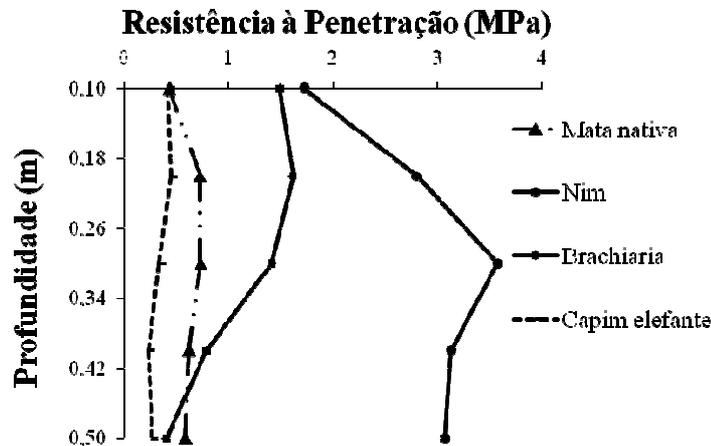


Figura 5. Resistência à penetração do solo em várias coberturas vegetais e profundidades.

Estudando diferentes formas de pastejo em sistemas agrossilvopastoril em consórcio de soja, milho e aveia, Moreira et al. (2012) concluíram que os valores de RP acima de 2,5 MPa seriam reflexo do pisoteio do gado que estariam ocasionando aumento da compactação do solo e, conseqüentemente, restrições ao desenvolvimento radicular e produtividade das culturas (COSTA et al., 2012). O Capim Elefante e a mata nativa apresentaram os menores valores de RP refletindo o comportamento de um solo em condição natural. Em outro estudo, Magalhães et al. (2009) obtiveram os menores valores de RP em área cultivada com pastagem e mata nativa em relação ao cultivo de cana-de-açúcar com colheita mecanizada, comprovando o aumento da RP com a intensificação do uso do solo.

A variação dos valores de RP de 0,50 a 1,80 MPa nas profundidades estudadas para os tratamentos mata nativa, *Brachiaria* e Capim Elefante são classificadas como moderadas ($1,0 \leq RP < 2,0$ MPa) conforme Matias et al. (2009) e Costa et al. (2012). A área com *Brachiaria*, promoveu uma diminuição da RP em profundidade, corroborando com resultados obtidos por Kondo et al. (2012) que estudando rotações de culturas e plantas de coberturas, respectivamente, verificaram uma diminuição da RP com associação de gramíneas com *Brachiaria brizantha*, provavelmente, devido ao sistema radicular fasciculado, que permite uma penetração e estruturação do solo mais rápida, em média nos primeiros 0,40m. Costa et al. (2011) observaram que a rotação de cultura promove uma redução da RP na profundidade de 0,025 a 0,20 m, além do aumento da macroporosidade e porosidade total Costa et al. (2012).

CONCLUSÕES

O capim elefante e a mata nativa obtiveram os menores valores de resistência à penetração e densidade do solo, maiores valores de porosidade total e macroporosidade, refletindo uma melhor condição física do solo;

A área com Nim e *Brachiaria* foi influenciada pelo pisoteio animal, com isso ocorrendo aumento da densidade do solo e conseqüentemente da resistência à penetração.

AGRADECIMENTOS

A UFPI/Campus Bom Jesus pelo apoio logístico do trabalho.

REFERÊNCIAS

AMARAL, F. H. C. et al. Atributos químicos e físicos de um Latossolo Amarelo cultivado com feijão-caupi sob diferentes sistemas de irrigação. **Revista**

Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 6, n. 3, p. 467-473, 2011.

BORTOLINI, D. et al. Altura de manejo de papuã e propriedades de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 535-543, 2013.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. BULK DENSITY. In: Klute, A. (ed.). *Methods of soil analysis*. 2. ed. Madison: **American Society of Agronomy**, 1986a. p. 363-375. v. 1.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H.; PARTICLE DENSITY. In: Klute, A. (ed.). *Methods of soil analysis*. 2. ed. Madison: **American Society of Agronomy**, 1986b. p. 377-382. v. 1.

CAMPOS, M. C. C. et al. Distribuição espacial de atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 2, p. 119-128, 2013.

CHIODEROLI, C. et al. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de consórcio milho e braquiara. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012.

COSTA, M. S. S. M. et al. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 810-815, 2011.

COSTA, M. A. T. et al. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 993-1004, 2012.

DALCHIAVON, F. C. et al. Produtividade da soja e resistência mecânica a penetração do solo sob sistema de plantio direto no cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 8-19, 2011.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: Black, C.A. (ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: **American Society of Agronomy**, 1965. v. 1, p. 545-566.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FERREIRA, R. R. M.; FILHO, J. T.; FERREIRA, V. M. Revisão: Efeitos do sistema de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências**

- ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.
- GENRO JÚNIOR, S.S. et al. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 65-73, 2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2013.
- JACOMINE, P. K. T. **Levantamento-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro: Embrapa SNLCS/SUDENE-DNR, 1986. 782 p.
- JORGE, R. F. et al. Distribuição de poros e densidade em Latossolos submetidos a diversos sistemas de uso e manejo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 159-169, 2012. (Suplemento).
- KONDO, M. K. et al. Efeitos de coberturas vegetais sobre os atributos do solo e características agronômicas do sorgo granífero. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 33-40, 2012. (Suplemento).
- MAGALHÃES, W. M. et al. Determinação da resistência do solo a penetração sob temas de cultivo em um Latossolo sob Bioma Pantanal. **Agrarian**, Douros, v. 2, n. 6, p. 21-32, 2009.
- MATIAS, S. S. R. et al. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 331-338, 2009.
- MATIAS, S. S. R. et al. Influência de diferentes sistemas de cultivo nos atributos físicos e no carbono orgânico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 3, p. 414-420, 2012.
- MOREIRA, W.H. et al. Atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 389-400, 2012.
- OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; MELLO, C. R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da microregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 03, p. 265-270, 2007.
- ROSSETTI, K. V. et al. Atributos físicos do solo em diferentes condições de cobertura vegetal em área de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 3, p. 426-432, 2012.
- SILVA, D. C. et al. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 13, n. 1, p. 77-86, 2011.
- SOUZA, C. H. E. et al. Alterações nas propriedades físicas de um solo do cerrado sob sistemas de manejo na região do Alto Paranaíba-MG. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 16, n. 2, p. 255-264, 2009.
- STOLF, R. Teoria de testes experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 229-235, 1991.
- TORRES, J. L. R. et al. Resistência a penetração em área de pastagem de capim Tifton, influenciada pelo pisoteio e irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 232-239, 2012. (Suplemento).