

## Comissão 3.3 - Manejo e conservação do solo e da água

# PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO BREJO PARAIBANO<sup>(1)</sup>

Antonio Sousa Silva<sup>(2)</sup>, Ivandro de França da Silva<sup>(3)</sup>, Leonardo Elias Ferreira<sup>(4)</sup>, Lucas Borchardt<sup>(4)</sup>, Mayara Andrade Souza<sup>(4)</sup> & Walter Esfrain Pereira<sup>(3)</sup>

### RESUMO

A substituição da vegetação nativa no Brejo Paraibano, inicialmente por cana-de-açúcar e mais recentemente por pastagens, em relevo fortemente ondulado, causaram sérios problemas de degradação do solo. Atualmente, partes dessas pastagens estão dando lugar ao plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). Objetivou-se, neste trabalho, analisar o efeito dessas mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo e no desenvolvimento das raízes. O experimento foi conduzido no município de Areia, PB, em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico. Os tratamentos foram representados por três diferentes usos: mata secundária, cultivo de sabiá e pastagem com braquiária (*Brachiaria decumbens*). As amostras de solo foram coletadas nas diferentes áreas, em três posições da encosta: parte superior, mediana e inferior. Em cada posição, coletou-se solo em três diferentes pontos em quatro profundidades: 0,0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10,0; e 10,0-20,0 cm, para análises físicas e de raízes. Foram feitas amostras compostas para as análises químicas e do conteúdo de argila. O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no espaço. Observou-se que a agregação, densidade e a porosidade total apresentaram melhores resultados na área de mata nativa secundária. A substituição da área de pasto por sabiá prejudicou a agregação, mas não alterou a densidade e a porosidade total do solo. Os teores de nutrientes foram maiores na área de sabiá, embora sejam significativos apenas para o K e a saturação por bases. As mudanças no uso do solo sempre causam degradação de suas propriedades físicas e químicas, mas, quando essa substituição é feita por um sistema menos agressivo, é difícil perceber modificações em pouco tempo de uso.

**Termos de indexação:** agregação, carbono, mata nativa, *Mimosa caesalpiniaefolia*, pastagem.

---

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor. Recebido para publicação em 12 de abril de 2012 e aprovado em 23 de maio de 2013.

<sup>(2)</sup> Professor do Instituto Federal Baiano, Campus Senhor do Bonfim. Rua Professora Maria da Penha, 26. CEP 48970-000, Bairro Bosque, Senhor do Bonfim (BA), Brasil. E-mail: sousaantonio@bol.com.br

<sup>(3)</sup> Professor Associado do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). CEP 58397-000 Areia (PB), Brasil. E-mail: ivandro@cca.ufpb.br; wep@cca.ufpb.br

<sup>(4)</sup> Mestres em Agronomia pelo Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA/CCA/UFPB). E-mail: l.elias@yahoo.com.br; lucasborchartt@yahoo.com.br; mayarandrade@hotmail.com

## SUMMARY: SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES UNDER DIFFERENT USES OF MARSHLAND

*The substitution of the native vegetation of marshlands in Paraiba, initially by sugarcane and more recently by pastures, in a strongly undulated relief, has caused serious problems of soil degradation. Currently, some of these pastures are being replaced by plantations of sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). The objective was to analyze the effect of these changes on the soil physical and chemical properties and root development. The experiment was conducted in Areia-PB, in a dystrophic Ultisol. The three treatments were represented by three land uses: secondary native forest, sabiá plantation, and brachiaria pasture grass (*Brachiaria decumbens*). Soil samples were collected from three slope positions: top, middle, and bottom. For physical properties and root studies, in each position soil was collected at three different points and in four depths (0.0-2.5, 2.5-5.0, 5.0-10.0, and 10.0-20.0 cm). Composite samples were made to assess the chemical properties and clay content. The experiment was conducted in a completely randomized design with repeated measures in space. The results showed better aggregation, density, and porosity in the area of native secondary forest. The replacement of pasture by sabiá lead to a decrease in the aggregation but did not affect bulk density or soil's total porosity. Nutrient levels were higher in the sabiá area, although statistically different just for K and saturation of exchangeable bases. Changes in land use invariably degrade soil physical and chemical properties, but when a less aggressive system is introduced, changes are hardly detectable in the short term.*

*Index terms: aggregation, carbon, native forest, Mimosa caesalpiniaefolia, pasture.*

## INTRODUÇÃO

A microrregião do Brejo Paraibano apresenta relevo ondulado a fortemente ondulado, com áreas de vegetação nativa de florestas subperenifolia. Essa vegetação, em grande parte, foi substituída por cana-de-açúcar (Brasil, 1972), mas com o declínio do sistema sucroalcooleiro, no início da década de 1990, começou a introdução das pastagens. Nos últimos anos, com o intuito de produzir estacas e mourões para cercas, foi introduzido o cultivo de sabiá em áreas de pastagens. Em razão da elevada declividade, modificações no uso podem favorecer a erosão e degradação do solo. Para entender essa degradação no Brejo Paraibano, o estudo das propriedades físicas e químicas em áreas de mata, sabiá e pasto precisa ser efetuado (Santos et al., 2010).

Santos et al. (2010) e Souza (2010) observaram que a agregação, densidade do solo e porosidade total foram prejudicadas nas áreas de pastagem no Brejo Paraibano e, em razão do tráfego de animais, do excesso de pastejo e da inaptidão agrícola, os solos entraram em processo de erosão e degradação. Com a perda de C e argila pelo processo erosivo e o impedimento do desenvolvimento das raízes pelo adensamento do solo, a formação e estabilização de agregados ficaram comprometidos. Segundo Six et al. (2000), quando o teor de matéria orgânica e argila do solo diminui, os valores de agregados estáveis em água decrescem. Já a baixa densidade de raízes, com crescimento pouco agressivo, diminuirá sua ação para formação e estabilização dos agregados (Silva & Mielniczuk, 1997, 1998; Silva et al., 2011; Vezzani & Mielniczuk, 2011).

A fertilidade do solo sofre com essas mudanças, pois a substituição da vegetação nativa por sistemas

de produção, em geral, não recebem reposição de nutrientes nem de corretivos (Santos et al., 2010). Segundo Portugal et al. (2010), a pastagem tende a degradar o solo, pois promove grande ação exportadora de nutrientes da área pelo pastoreio do gado e pela maior erosão do solo nesse sistema, que o expõe parcialmente. Porém, quando um sistema intensivo dá lugar a um menos intensivo, há tendência de recuperação das propriedades físicas e químicas do solo (Bayer & Mielniczuk, 2008). Atualmente, o cultivo de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) vem sendo bastante utilizado na microrregião do Brejo Paraibano para produção de estacas; por ser perene, oferece boa proteção ao solo, além do fornecimento de serapilheira, que eleva o teor de carbono (C) no solo, tornando os nutrientes mais acessíveis às plantas (Zaia et al., 2008).

Este trabalho teve por objetivo avaliar as mudanças no uso do solo na microrregião do Brejo Paraibano e a influência dessas na agregação, na densidade, na porosidade, na densidade de raízes e nos teores de C e argila na fertilidade, em uma área de mata nativa secundária, cultivo de sabiá e pastagem plantada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Morada Nova, na Chã de Lagoinha, município de Areia, PB. A fazenda por décadas foi explorada com cana-de-açúcar, que era queimada antes do corte. Nos últimos 15 anos, essas áreas deram lugar às pastagens. Há sete anos, parte da pastagem foi retirada para o cultivo de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). Ao lado da

fazenda, localiza-se o Engenho Jussara, onde existe uma mata secundária, preservada há mais de 50 anos. A mata fica a 1 km de distância dessas áreas.

A área de pastagem é explorada com uma pressão de pastejo, variando de 0,5 a 2,0 UA/ha. Os animais permanecem na pastagem por até 30 dias, seguido de um período de repouso de 50 a 60 dias. Quando necessário, se faz a limpeza do pasto pela retirada das invasoras, usando implementos manual de corte. Na implantação do cultivo de sabiá, uma área de 1 ha de pasto foi retirada para o plantio das mudas. A área foi capinada com enxadas e as covas foram abertas no espaçamento de 1,0 x 1,0 m. O solo da fazenda nunca recebeu a aplicação de adubos ou corretivos.

O solo local foi classificado por Brasil (1972) como Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e na nova classificação, como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (Embrapa, 2006). Os tratamentos utilizados foram representados por três sistemas de uso: mata secundária, cultivo de sabiá e pastagem com braquiária (*Brachiaria decumbens*). Nas áreas estudadas, por meio de um clinômetro, foram determinadas as declividades das encostas na mata = 30 %, no sabiá = 20 % e no pasto = 25 %, sendo as áreas classificadas por Brasil (1972) como fortemente onduladas. Para avaliação, em cada sistema, utilizou-se área de 1 ha.

As amostras de solo foram coletadas em cada área, em três posições na encosta: superior, mediana e inferior, distantes uma da outra em 25 m. Em cada posição, foram coletadas amostras em três diferentes pontos, distando um do outro em 25 m, em quatro profundidades, a saber: 0,0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10,0; e 10,0-20,0 cm, perfazendo um total de 108 amostras para análises físicas e de raízes. Para as análises químicas, foi feita uma amostra composta, juntando-se os três diferentes pontos de cada posição da encosta em suas respectivas profundidades, num total de 36 amostras compostas. As amostras de solo foram analisadas no Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER) do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da UFPA.

A separação dos agregados secos e a determinação do diâmetro médio ponderado por via seca (DMPAs) foram realizadas, utilizando-se amostras com aproximadamente 50 g de agregados, com diâmetro inferior a 9,52 mm, passadas em peneiras de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25; 0,106; e 0,053 mm de malha em um vibrador Produtest, durante 1 min (Silva & Mielniczuk, 1997). A separação por via úmida e a determinação do diâmetro médio ponderado de agregados por via úmida (DMPAu) seguiram o método de Tisdall et al. (1978), modificado por Carpenedo & Mielniczuk (1990). O índice de estabilidade de agregados em água foi obtido por meio da relação entre o DMPAu/DMPAs (Silva & Mielniczuk, 1997).

A densidade do solo (DS) foi determinada pelo método do torrão parafinado; a densidade de partículas (DP), pelo método do balão volumétrico; e a porosidade total

(PT) foi estimada a partir dos valores de DS e DP. O teor de argila foi determinado pelo método do hidrômetro, utilizando como dispersante NaOH 1,0 mol L<sup>-1</sup> na proporção de 10 mL para 40 g de TFSA, seguindo métodos contidos em Embrapa (1997).

Para as análises químicas, o solo foi destorroado e passado em peneira de 2,0 mm. As determinações efetuadas foram de pH em água, na relação 1:2,5, e teores de cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, alumínio e carbono, realizadas conforme Embrapa (1997), e calculadas a soma de bases (SB), CTC potencial e efetiva, saturação por bases e saturação por alumínio.

O volume de solo analisado para as raízes foram de 500 cm<sup>3</sup>, para as duas primeiras profundidades (2,5 x 10 x 20 cm); 1.000 cm<sup>3</sup>, para a terceira profundidade (5 x 10 x 20 cm); e 2.000 cm<sup>3</sup>, para a última profundidade (10 x 10 x 20 cm), sendo o primeiro número a profundidade avaliada; o segundo, a largura; e o terceiro, o comprimento do bloco de solo avaliado. As raízes avaliadas mediam até 2 mm de diâmetro. As amostras de solo foram colocadas dentro de um balde com água. Depois de 10 min, a amostra foi destorroada e despejada em uma peneira com malha de 1,0 mm para separação das raízes. As raízes, depois de limpas, foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar e depois, pesadas em balança de precisão.

O experimento foi realizado num delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no espaço. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando as variáveis foram estatisticamente diferentes, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 %. As análises foram realizadas, utilizando o programa estatístico SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área sob mata apresenta resultados de DMPAs e DMPAu superiores aos das áreas de sabiá e de pasto em todas as profundidades, com valores da relação (DMPAu/DMPAs) mais próximos da unidade (Quadro 1). Segundo Silva & Mielniczuk (1998), quanto mais próximo de 1, maior a estabilidade dos agregados em água. Pesquisadores têm informado que maiores teores de C, argila e produção de raízes resultam em maiores valores de DMPA (Silva & Mielniczuk, 1997; Vezzani & Mielniczuk, 2011) e que na área de mata existem os maiores valores de C e argila. Souza (2010) observou menor DMPA na pastagem em relação à vegetação nativa. A redução na área de pastagem pode ter ocorrido em razão de pisoteio animal, pouca cobertura do solo e menores teores de C e argila.

A mata apresenta diferença em profundidade no DMPAu, sendo a camada superficial inferior às demais; na camada de 0-2,5 cm encontrou-se o menor teor de argila. Silva et al. (2011) e Vezzani &

Mielniczuk (2011), pesquisando a agregação em um Argissolo franco-argiloarenoso, informaram que a predominância de silte e areia e a baixa atividade da argila, característica dos Argissolos, promoveram fragilidade natural dos agregados. As raízes tendem a diminuir seu desenvolvimento em profundidade, provavelmente por causa de os teores de C e nutrientes diminuir. Costa et al. (2009), avaliando a densidade das raízes em razão do K, perceberam concentração na superfície e ambos diminuíram em profundidade. Reinert et al. (2008) informaram que a habilidade de as raízes penetrarem no perfil diminui quando a densidade e a resistência do solo aumentam.

Houve correlação significativa entre o DMPAu e DMPAs e os teores de C e argila (Figura 1). A mata apresentou melhor agregação em razão dos maiores teores de C e argila e da melhor proteção pela vegetação. A ação do C e da argila na agregação do solo apresentou correlação positiva, sendo significativa a 1 %. As pesquisas têm demonstrado o efeito positivo do C e da argila na formação e estabilização dos agregados (Silva & Mielniczuk, 1997, 1998; Six et al., 2000; Santos et al., 2010; Cardoso et al., 2011; Vezzani & Mielniczuk, 2011).

A substituição da vegetação nativa por pastagem resulta em erosão e degradação do solo, observadas na menor estruturação do solo e diminuição dos teores de C e argila. Na implantação do sabiá, em substituição ao pasto, o novo revolvimento do solo influenciou ainda mais a agregação. De acordo com Vezzani & Mielniczuk (2011), o revolvimento do solo resulta na diminuição da agregação. Cardoso et al.

(2011) informaram que a substituição da vegetação nativa por pastagem causa degradação da qualidade física do solo.

No quadro 2, são observados os melhores resultados na mata, relativos à densidade do solo (DS) e de partículas (DP), à porosidade total (PT) e ao teor de C. A DS nessa área é menor em todas as profundidades, em razão da ausência de pisoteio e do maior teor de C. Jakelaitis et al. (2008) e Portugal et al. (2008) observaram menor DS na área de mata, em relação à pastagem. Santos et al. (2010) informaram que essa menor DS na área de mata deve-se ao fato de essa área possuir maior teor de C e diversidade biológica, por causa da deposição de dejetos (Gama-Rodrigues et al., 2008). Nas áreas de sabiá e pasto, a DS na camada superficial sobressai sobre as demais, provavelmente em razão da ação das raízes no pasto e da ausência de pisoteio no sabiá (Quadros 1 e 2).

A DP não apresentou diferença significativa entre as áreas. Santos et al. (2010) não encontraram diferenças ao comparar a DP na vegetação nativa secundária com a pastagem no Brejo Paraibano. Portugal et al. (2010) também não encontraram diferenças entre a mata nativa, laranja, cana e pastagem, na profundidade de 0-20 cm. Segundo Silva et al. (2011), essa igualdade deve-se ao fato de a DP estar mais ligada à gênese do solo. Porém, houve diferença entre a camada superficial e a última, na área de mata, em razão do maior teor de C na primeira camada avaliada.

A PT apresentou-se maior na área de mata, em todas as profundidades, provavelmente por causa da

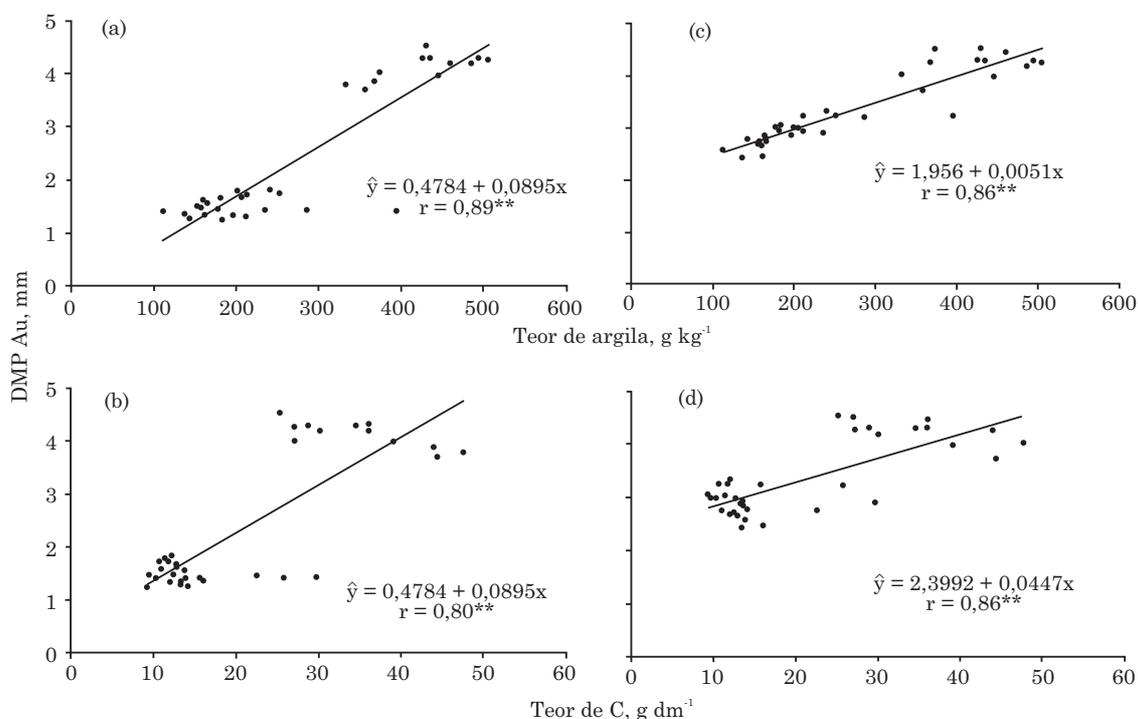
**Quadro 1. Diâmetro médio ponderado de agregados obtidos por peneiragem via seca (DMPAs) e úmida (DMPAu), sua relação DMPAu/DMPAs, teor de argila e massa e densidade de raízes, sob área de mata, sabiá e pasto, em diferentes profundidades do solo**

Área	Prof.	DMPAs	DMPAu	Relação	Argila	Raiz
	cm	mm			g kg <sup>-1</sup>	mg cm <sup>-3</sup>
Mata	0,0-2,5	3,906 aA	3,833 bA	0,904 aA	379 aA	7,54 aA
	2,5-5,0	4,289 aA	4,160 abA	0,888 aA	410 aA	4,38 bAB
	5,0-10,0	4,318 aA	4,229 aA	0,904 aA	481 aA	2,82 bcA
	10,0-20,0	4,439 aA	4,275 aA	0,857 aA	437 aA	1,95 cA
Média		4,238 a	4,124 a	0,888 a	427 a	4,17 a
Sabiá	0,0-2,5	2,740 aB	1,443 aB	0,529 aB	169 aB	2,80 aB
	2,5-5,0	2,787 aB	1,378 aB	0,501 aB	203 aB	2,33 aB
	5,0-10,0	3,034 aB	1,403 aB	0,471 aB	257 aB	1,71 aA
	10,0-20,0	3,076 aB	1,438 aB	0,467 aB	216 aB	1,14 aA
Média		2,909 b	1,415 b	0,492 c	211 b	1,99 b
Pasto	0,0-2,5	2,638 aB	1,374 aB	0,522 aB	146 aB	8,74 aA
	2,5-5,0	2,817 aB	1,605 aB	0,576 aB	170 aB	6,08 bA
	5,0-10,0	2,920 aB	1,684 aB	0,580 aB	191 aB	2,70 cA
	10,0-20,0	3,189 aB	1,660 aB	0,521 aB	210 aB	1,20 cA
Média		2,891 b	1,581 b	0,550 b	179 b	4,68 a

Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas entre as áreas, nas respectivas profundidades, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 %.

melhor agregação, menor DS, maior teor de C e ausência de pisoteio. Carneiro et al. (2009) e Portugal et al. (2010) observaram que a vegetação nativa apresentou maior PT, quando comparada à área de pastagem, em razão principalmente da ausência do

pisoteio. As áreas de sabiá e pasto são semelhantes e, embora os valores de PT sejam inferiores nessas áreas, com redução de  $0,09 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , em relação à mata, os resultados não são impeditivos ao desenvolvimento do pasto e do sabiá.



**Figura 1.** Correlação linear entre DMPAu e argila (a), DMPAu e carbono (b), DMPAs e argila (c) e DMPAs e carbono (d).

**Quadro 2.** Densidade do solo (DS) e de partículas (DP), porosidade total (PT) e teor de carbono (C), sob áreas de mata, sabiá e pasto, em diferentes profundidades do solo

Área	Prof. cm	DS		DP		PT $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$	Teor de C $\text{g dm}^{-3}$
		$\text{kg dm}^{-3}$		$\text{kg dm}^{-3}$			
Mata	0,0-2,5	1,12	aA	2,60	aA	0,57	aA
	2,5-5,0	1,17	aA	2,63	abA	0,56	aA
	5,0-10,0	1,17	aA	2,65	abA	0,56	aA
	10,0-20,0	1,18	aA	2,66	bA	0,56	aA
Média		1,16	a	2,63	a	0,56	a
Sabiá	0,0-2,5	1,34	aB	2,62	aA	0,49	aB
	2,5-5,0	1,40	bB	2,62	aA	0,47	abB
	5,0-10,0	1,43	bB	2,63	aA	0,46	bB
	10,0-20,0	1,43	bB	2,65	aA	0,46	bB
Média		1,40	b	2,63	a	0,47	b
Pasto	0,0-2,5	1,38	aB	2,66	aA	0,48	aB
	2,5-5,0	1,42	abB	2,65	aA	0,46	abB
	5,0-10,0	1,45	bB	2,66	aA	0,45	bB
	10,0-20,0	1,44	bB	2,67	aA	0,46	abB
Média		1,42	b	2,66	a	0,47	b

Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas entre as áreas, nas respectivas profundidades, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 %.

Os maiores teores de C ocorrem na mata, em todas as profundidades. Para Portugal et al. (2008) e Loss et al. (2009), os maiores teores de C na vegetação nativa são decorrentes do maior aporte de serapilheira. Costa Júnior et al. (2011) observaram redução de 21 % de C na área de pastagem em relação à vegetação nativa, na camada de 0-20 cm. A área com sabiá esboçou aumentos nos teores de C na camada superficial, embora ainda não seja estatisticamente diferente do pasto. A presença da serapilheira do sabiá talvez fosse a causa desse comportamento. O pastejo contínuo promoveu menor aporte de resíduos e contribuiu para menores teores de C. Costa Júnior et al. (2011) informaram que a diminuição nos estoques de C na pastagem foi atribuída à baixa produtividade e adição insuficiente de resíduos vegetais.

Os teores de Ca, Mg, K, P, SB e V estão apresentados no quadro 3. De modo geral, os teores de K e V são mais elevados na área de sabiá. Entretanto, para Ca, Mg, P e SB, não diferem estatisticamente entre si. O solo é naturalmente pobre e, segundo Carneiro et al. (2009), a baixa fertilidade deve-se à natureza distrófica do solo. Jakelaitis et al. (2008) também perceberam a natureza distrófica do Argissolo Vermelho-Amarelo, resultando em pobreza nutricional. Para Portugal et al. (2010), os teores de nutrientes mais baixos na mata explicam-se, em parte, pelo fato de que grande parte dos nutrientes está alocada na vegetação e em razão da pobreza natural dos Argissolos, que apresentam caráter distrófico. Os autores ainda afirmaram que a pastagem não alterou os teores de nutrientes em relação à mata, o que compromete sua sustentabilidade por causa da grande

ação exportadora pelo pastoreio do gado, bem como pela maior erosão nesse sistema, que expõe parcialmente o solo. As áreas de sabiá e pasto nunca receberam adubação ou correção do solo, prática tal que, segundo Cardoso et al. (2011), promovem a perda da qualidade química do solo.

Os teores de K são significativamente maiores na área de sabiá em relação à da sob mata, nas duas primeiras camadas. Portugal et al. (2010) encontraram teores semelhantes de K e Carneiro et al. (2009) observaram que os teores de K foram maiores na pastagem, em relação à mata. Os teores de K são considerados alto, médio e baixo para as áreas de sabiá, pasto e mata, respectivamente (Alvarez V. et al., 1999). Em relação ao P, Zaia et al. (2008) observaram que em sistemas que mantêm elevado teor de C no solo, o P orgânico está mais lábil; por isso, os teores de P foram maiores na mata em relação ao pasto, embora não significativos. Carneiro et al. (2009) e Portugal et al. (2010) encontraram maiores teores de P na pastagem, em relação à vegetação nativa.

Notou-se que os teores de nutrientes não diferiram em profundidade, havendo diferença significativa apenas para o K nas áreas de sabiá e pasto e SB no sabiá. Portugal et al. (2010) observaram comportamento diferente para os nutrientes nas áreas de mata nativa, cana-de-açúcar e pastagem, onde as concentrações na superfície foram maiores; o que se deve, provavelmente, à adubação nas áreas de exploração agrícola. A SB tendeu a diminuir com o aumento da profundidade, sendo significativa apenas na área de sabiá. Essa diminuição também ocorreu com os nutrientes usados

**Quadro 3. Teores de Ca, Mg, K, P, soma de bases (SB) e saturação por bases (V), sob áreas de mata, sabiá e pasto, em diferentes profundidades do solo**

Área	Prof.	Ca	Mg	K	P	SB	V
	cm	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%
Mata	0,0-2,5	0,75 aA	0,75 aA	0,09 aB	5,57 aA	1,69 aA	12,75 aB
	2,5-5,0	0,42 aA	0,65 aA	0,08 aB	4,07 aA	1,23 aA	9,93 aB
	5,0-10,0	0,20 aA	0,38 aA	0,07 aA	3,61 aA	0,73 aA	6,45 aB
	10,0-20,0	0,17 aA	0,23 aA	0,06 aA	3,19 aA	0,52 aA	5,05 aB
Média		0,38 a	0,50 a	0,07 b	4,11 a	1,05 a	8,54 b
Sabiá	0,0-2,5	2,22 aA	0,82 aA	0,28 aA	6,70 aA	3,57 aA	46,31 aA
	2,5-5,0	1,52 aA	1,10 aA	0,23 bA	6,14 aA	3,07 abA	42,58 aA
	5,0-10,0	1,47 aA	1,02 aA	0,18 cA	4,32 aA	2,83 abA	43,88 aA
	10,0-20,0	1,08 aA	0,60 aA	0,17 cA	3,61 aA	2,02 bA	35,75 aA
Média		1,57 a	0,88 a	0,21 a	5,19 a	2,87 a	42,13 a
Pasto	0,0-2,5	0,83 aA	0,75 aA	0,20 aAB	3,49 aA	1,96 aA	42,13 aA
	2,5-5,0	0,72 aA	0,65 aA	0,15 bAB	3,31 aA	1,65 aA	36,61 aAB
	5,0-10,0	0,72 aA	0,58 aA	0,12 bA	3,10 aA	1,54 aA	33,11 aAB
	10,0-20,0	0,72 aA	0,43 aA	0,10 bA	2,82 aA	1,36 aA	29,41 aAB
Média		0,75 a	0,60 a	0,14 ab	3,18 a	1,63 a	35,32 a

Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas entre as áreas, nas respectivas profundidades, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 %.

para o cálculo da SB. Esse decréscimo também foi observado por Cardoso et al. (2011).

A saturação por bases (V) é significativamente menor na área de mata em relação às áreas de sabiá e pasto, na primeira camada. Como o sabiá é uma leguminosa, o potencial dela em ciclar nutrientes é maior entre as áreas estudadas. Notou-se, à medida que se aprofundou no solo, que a saturação por bases diminuiu. Esse comportamento é explicado, segundo Portugal et al. (2010), pela diminuição dos teores de matéria orgânica, à medida que se aprofunda no solo. Essa diminuição da saturação por bases chega a 31 %. Ressalta-se a capacidade de ciclar nutrientes promovida pela cultura do sabiá, visto que o nutriente K e a saturação por bases (V) apresentaram teores maiores nessa área. A substituição da pastagem por plantio de sabiá, prática adotada pelos produtores rurais na microrregião do Brejo Paraibano, pode elevar os teores desses nutrientes no solo em apenas sete anos.

O pH, H+Al, Al, CTC efetiva e potencial e saturação por alumínio (m) podem ser observados no quadro 4. Com relação ao pH do solo, observou-se que a área de pastagem apresentou valor maior que a da mata, que evidenciou acidez elevada, sendo o sabiá com valor intermediário e acidez média, semelhante à área sob pasto (Alvarez V. et al., 1999). Maiores valores de pH contribuí para redução nos teores de acidez potencial (H+Al) e acidez trocável (Al), que são tóxicos às plantas e reduzem à medida que o pH aumenta (Portugal et al., 2010). Os valores foram maiores na superfície e diminuíram com o aumento da profundidade. A pastagem pareceu ter capacidade natural em elevar o valor do pH dos solos, mas sua substituição pelo sabiá

tendeu a diminuí-lo. De fato, Gama-Rodrigues et al. (2008) informaram que a introdução de leguminosas florestais promovem decréscimo no pH. Santos et al. (2010), comparando mata com pastagem, observaram resultados semelhantes, com pH um pouco mais elevado na pastagem, promovendo aumentos na disponibilidade de Al e diminuição na de nutrientes.

A mata apresentou maiores teores de H+Al e Al, o que, segundo Portugal et al. (2010), resultou numa maior acidez potencial, graças ao maior teor de matéria orgânica, que liberou mais íons H. Cardoso et al. (2011) informaram que a matéria orgânica pode se constituir em importante fonte de acidez potencial nos solos tropicais, principalmente nos ambientes com formação e acúmulo de serapilheira. Santos et al. (2010) também observaram maior teor de H+Al e Al na mata nativa em relação à pastagem, na microrregião do Brejo Paraibano. O H+Al e Al são considerados muito alto e alto, respectivamente, para a mata e médio e baixo, respectivamente, para o sabiá e pasto (Alvarez V. et al., 1999). Os valores de H+Al diminuíram em profundidade em razão principalmente da menor presença de C; o teor de Al se elevou com o aumento da profundidade do solo, fato também observado por Portugal et al. (2010), sendo os maiores valores na área sob mata.

A CTC efetiva (t) e a potencial (T) são menores na área de pasto, sendo a CTC(t) maior na área de sabiá e a CTC(T) na de mata. A diferença entre as duas indicaram, segundo Portugal et al. (2010), incremento de cargas negativas no solo pela ação da matéria orgânica. De acordo com Jakelaitis et al. (2008), os valores maiores de H+Al, observados nos solos sob mata, refletiram na maior CTC a pH 7. Portugal et

**Quadro 4. Valores de pH, H+Al, Al, CTC efetiva (t) e potencial (T) e saturação por alumínio (m), sob área de mata, sabiá e pasto, em diferentes profundidades do solo**

Área	Prof. cm	pH	H+Al	Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
					t	T	m
					%		
Mata	0,0-2,5	4,79 aA	11,69 bB	1,37 aB	3,06 aA	13,38 aA	45,28 aB
	2,5-5,0	4,71 aA	11,25 abB	1,43 aB	2,67 aA	12,48 abA	54,58 abB
	5,0-10,0	4,67 aA	10,64 abB	1,45 aB	2,18 aA	11,37 bA	66,51 bcB
	10,0-20,0	4,57 aA	10,04 aB	1,50 aB	2,02 aA	10,56 bA	74,15 cB
Média		4,69 b	10,90 b	1,44 b	2,48 a	11,95 a	60,13 b
Sabiá	0,0-2,5	5,11 aA	3,90 aA	0,15 aA	3,72 aA	7,48 aB	5,13 aA
	2,5-5,0	5,06 aA	3,88 aA	0,23 aA	3,30 aA	6,94 aB	9,29 aA
	5,0-10,0	5,02 aA	3,14 aA	0,33 aA	3,17 aA	5,97 aB	15,58 aA
	10,0-20,0	5,06 aA	3,55 aA	0,35 aA	2,37 aA	5,57 aB	16,49 aA
Média		5,06 ab	3,62 a	0,27 a	3,14 a	6,49 b	11,62 a
Pasto	0,0-2,5	5,46 aA	2,70 aA	0,17 aA	2,13 aA	4,66 aB	7,96 aA
	2,5-5,0	5,28 aA	2,86 aA	0,30 aA	1,95 aA	4,51 aB	15,65 aA
	5,0-10,0	5,26 aA	3,08 aA	0,32 aA	1,86 aA	4,62 aB	18,45 aA
	10,0-20,0	5,15 aA	3,22 aA	0,40 aA	1,76 aA	4,58 aB	24,57 aA
Média		5,29 a	2,96 a	0,30 a	1,93 a	4,59 b	16,66 b

Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas entre as áreas, nas respectivas profundidades, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 %.

al. (2010) encontraram diferenças entre t e T na área de mata com valores de  $8,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , e no pasto, de  $5,48 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . A redução no teor de matéria orgânica pela queimada e pelo revolvimento do solo resultou na diminuição da CTC. Cardoso et al. (2011) observaram que a CTC efetiva foi significativamente reduzida pela conversão da vegetação arbórea em pastagem. Os autores atribuíram o resultado ao menor aporte orgânico e à acelerada decomposição da matéria orgânica. Para a CTC potencial (T), a área de mata apresentou diferença significativa em profundidade. Essa diferença pode ser explicada pela maior concentração de C e H+Al na superfície e que a matéria orgânica do solo pode se constituir em importante fonte de acidez potencial nos solos tropicais.

A saturação por alumínio (m) é significativamente maior na área de mata em todas as profundidades, em razão dos maiores teores de Al, que aumentou em todas as áreas em profundidade. Esse comportamento é explicado, segundo Portugal et al. (2010), pela diminuição dos teores de matéria orgânica à medida que se aprofunda no solo, sendo a saturação por Al na mata muito superior à da de pastagem. De acordo com Alvarez V. et al. (1999), os valores para saturação por Al são altos na mata, muito baixos no sabiá e baixos no pasto.

## CONCLUSÕES

1. A agregação, densidade e porosidade total apresentaram melhores resultados na área de mata nativa secundária. A substituição da área de pasto por sabiá prejudicou a agregação do solo, mas não alterou a densidade e porosidade total do solo.

2. As propriedades químicas do solo apresentaram-se melhor na área de sabiá, embora sejam significativas apenas para o K e a saturação por bases.

3. As mudanças no uso do solo sempre causaram degradação de suas propriedades físicas e químicas, mas quando essa substituição é feita por um sistema menos agressivo é difícil perceber modificações.

## LITERATURA CITADA

- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B. & LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais-MG, 1999. p.25-32.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisas e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, 1972. 683p. (Boletim Técnico, 15; SUDENE. Série Pedologia, 8)
- CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M. & FREITAS, D.A.F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. R. Bras. Ci. Solo, 35:613-622, 2011.
- CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S. & AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, 33:147-157, 2009.
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 14:99-105, 1990.
- COSTA, S.E.V.G.A.; SOUZA, E.D.; ANGHINONI, I.; FLORES, J.P.C. & ANDRIGUETTI, M.H. Distribuição de potássio e de raízes no solo e crescimento de milho em sistemas de manejo do solo e da adubação em longo prazo. R. Bras. Ci. Solo, 33:1291-1301, 2009.
- COSTA JÚNIOR, C.; PICCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P.B.; CERRI, C.C. & BERNOUX, M. Carbono total e  $\delta^{13}\text{C}$  em agregados do solo sob vegetação nativa e pastagem no bioma cerrado. R. Bras. Ci. Solo, 35:1241-1252, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação/Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.
- GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; PAULINO, G.M. & FRANCO, A.A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. R. Bras. Ci. Solo, 32:1521-1530, 2008.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; SANTOS, J.B. & VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. Pesq. Agropec. Trop., 38:118-127, 2008.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; FERREIRA, E.P.; SANTOS, L.L.; BEUTLER, S.J. & FERRAZ JUNIOR, A.S.L. Frações oxidáveis do carbono orgânico em Argissolo Vermelho-Amarelo sob sistemas de aleias. R. Bras. Ci. Solo, 33:867-874, 2009.
- PORTUGAL, A.F.; JUCKSCH, I.; SCHAEFER, C.E.G.R. & WENDLING, B. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em Argissolo Vermelho-Amarelo. R. Bras. Ci. Solo, 32:2091-2100, 2008.

- 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.
- REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C. & ANDRADA, M.M.C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1805-1816, 2008.
- SANTOS, J.T.; ANDRADE, A.P.; SILVA, I.F.; SILVA, D.S.; SANTOS, E.M. & SILVA, A.P.G. Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na microrregião do Brejo Paraibano. *Ci. Rural*, 40:2486-2492, 2010.
- SILVA, A.S.; SILVA, I.F.; SILVA NETO, L.F. & SOUZA, C. Semeadura direta na produção do milho em agricultura de sequeiro na região nordeste do Brasil. *Ci. Rural*, 41:1556-1562, 2011.
- SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:113-117, 1997.
- SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:311-317, 1998.
- SIX, J.; ELLIOTT, E.T. & PAUSTIAN, K. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: A mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biol. Biochem.*, 32:2099-2103, 2000.
- SOUZA, J.M. Dinâmica de atributos físicos e químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em topossequência de pastagem cultivada no brejo paraibano. Areia, Universidade Federal da Paraíba, 2010. 72p. (Dissertação de Mestrado)
- TISDALL, J.M.; COCKROFT, B. & UREN, N.C. The stability of soil aggregates as affected by organic materials microbial activity and physical disruption. *Aust. J. Soil Res.*, 16:9-17, 1978.
- VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:213-223, 2011.
- ZAIA, F.C.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F. & MACHADO, R.C.R. Fósforo orgânico sob agrossistemas de cacau. *R. Bras. Ci. Solo*, 32: 1987-1995, 2008.