

Atributos edáficos em pastagens da região noroeste do estado do Rio de Janeiro

Flávio Couto Cordeiro¹, Marcos Gervasio Pereira^{2*}, Lúcia Helena Cunha dos Anjos², Everaldo Zonta², Arcângelo Loss³, Juliano Bahiense Stafanato³

¹ Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil

² Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil, *Autor correspondente, e-mail: gervasio@ufrj.br

³ Doutorado em Agronomia-Ciência do Solo, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação sazonal dos atributos indicadores da qualidade do solo em áreas de pastagens plantadas com as gramíneas Braquiária, Tifton 85 e Suázi, no município de Itaperuna, RJ. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com seis repetições. As amostras de solo foram coletadas no período seco (agosto de 2004) e no período chuvoso (dezembro de 2004). Nestas foram avaliados a estabilidade dos agregados, por meio do diâmetro médio ponderado (DMP) e da proporção de agregados estáveis (% AGRI) em água > 2,00 mm, o teor de carbono orgânico total (COT), o carbono da fração humina (C-HUM), carbono da fração ácidos húmicos (C-FAH) e fulvicos (C-FAF). Além disto, também foram coletadas amostras do sistema radicular para quantificação da massa seca (MS). A área com Braquiária apresentou maiores valores de DMP e % AGRI >2,00 mm no período seco, sendo este padrão observado para área de Tifton 85, no período chuvoso. Os maiores teores de COT e C-HUM foram encontrados na área de Braquiária, nos dois períodos avaliados. A gramínea Tifton 85 apresentou menor valor de MS de raiz (10-30 cm). Para as condições do presente estudo, na época seca, a Braquiária apresenta-se como planta de cobertura mais eficiente para promover melhorias nos atributos avaliados (DMP, % AGRI > 2,00 mm e COT) independente da profundidade avaliada. Para a época chuvosa, este padrão foi observado para o Tifton 85. As coberturas de Braquiária e Tifton-85 acarretam em maiores valores de massa seca de raiz na profundidade de 10-30 cm quando comparadas com a cobertura de Suázi, independente da estação, demonstrando potencial dessas gramíneas para utilização em projetos de recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: agregação do solo, substâncias húmicas, carbono orgânico

Pasture edaphic attributes in northwest region of Rio de Janeiro State, Brazil

Abstract

The aim of this study was to evaluate the seasonal variation of the attributes of soil quality indicators in areas of pasture planted with Brachiaria, Tifton 85 and Suazi in the municipality of Itaperuna, RJ, Brazil. The experimental design was completely randomized split plot with six replications. Soil samples were collected during the dry season (August 2004) and the rainy season (December 2004). These were evaluated in relation aggregate stability, using the mean weight diameter (MWD) and the proportion of stable aggregates (% AGRI) in water > 2.00 mm, the total organic carbon (TOC), the carbon from the humin fraction (C-HUM), carbon of humic acid fraction (C-FAH) and fulvic (C-FAF). In addition, samples were also collected for quantification of root dry matter (DM). The area with Brachiaria had higher MWD and % AGRI > 2.00 mm in the dry season, a pattern that is observed for Tifton 85 area, the rainy season. The highest TOC and C-HUM were found in area of Brachiaria in the two periods. The Tifton 85 had the lowest root of DM (10-30 cm). For the study conditions in the dry season, Brachiaris a cover plant more efficient to promote improvements in attributes (MWD, AGRI%> 2.00 mm and TOC) evaluated independente of the depth. For the rainy season, this pattern was observed for Tifton 85. The coverage of Brachiaria and Tifton 85 lead in higher root dry weight at a 10-30 cm soil depth compared with the coverage of Suazi, regardless of the season, demonstrating the potential of these grasses for use in projects of recovery of degraded areas.

Key words: soil aggregation, humic substances, organic carbon, grasses

Recebido: 15 Agosto 2009

Aceito: 22 Julho 2010

Introdução

As áreas de pastagens apresentam, depois de anos de exploração com pastejo de animais, limitações químicas e físicas para manutenção da capacidade produtiva. Este efeito é evidenciado mais rapidamente quando o manejo da área é feito inadequadamente. Nas regiões tropicais, onde os agentes climáticos atuam sobre a superfície do solo com grande intensidade, é necessário um manejo adequado dos animais e da área como um todo (Cordeiro, 2006; Cordeiro et al., 2008).

O monitoramento de uma área de pastagem deve ser periódico, evitando assim que ocorra a degradação da pastagem e prejuízos econômicos e ambientais. Uma das formas de monitorar esta área é avaliando os atributos edáficos, importantes para a sustentabilidade dos sistemas pastoris. Tais atributos devem ser sensíveis frente a modificações impostas pelo manejo e bem correlacionados com as funções desempenhadas pelo solo (Doran & Zeiss, 2000), numa escala de tempo que permita a avaliação de possíveis modificações (Rossi et al., 2005).

A matéria orgânica do solo (MOS), assim como as frações químicas (as substâncias húmicas) e físicas (a fração leve livre) que a compõem, possui potencial para ser utilizada como atributo chave da qualidade do solo (Vezzani & Mielniczuk, 2009), pois além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando na infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (Gregorich et al., 1994). Sendo também considerada um importante agente para a formação e estabilidade dos agregados do solo.

A agregação do solo é o processo pelo qual as partículas primárias de diferentes tamanhos são unidas e soldadas por diferentes materiais orgânicos e inorgânicos (Six et al., 2004). Os agregados podem ser classificados quanto ao tamanho, de acordo com a teoria da hierarquização de agregados (Tisdall & Oades, 1982), sendo separados em microagregados, que são aqueles menores que 250 µm, e macroagregados, que são aqueles maiores que 250 µm.

Segundo Campos et al. (1999), Weding et al. (2005), Salton et al. (2008) e Loss et al. (2009), as características edáficas, principalmente a agregação do solo, podem apresentar modificações temporárias, demonstrando a variação cíclica provocada pelo manejo do solo. Além disso, os processos físicos relacionados às estações do ano, tais como a precipitação pluviométrica, umidade e temperatura, podem promover a variação sazonal dos atributos do solo.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a variação sazonal dos atributos indicadores da qualidade do solo em áreas

de pastagens plantadas com as gramíneas Braquiária, Tifton 85 e Suázi, no município de Itaperuna, RJ.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no município de Itaperuna, localizado no noroeste do estado do Rio de Janeiro, sendo conduzido na Fazenda Pau Ferro. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (Cordeiro, 2006). A área foi dividida, quanto à incidência solar, em duas faces de exposição, face soalheira e face noruega de uma encosta de relevo forte-ondulado, sendo os estudos realizados na face soalheira. Antes da implantação do projeto (2001) observava-se na área o predomínio de pastagens de *Brachiaria* sp. com baixo grau de cobertura do solo e, em algumas áreas, com processo erosivo acentuado, representando esta fase o ponto de referência do estudo. Em abril de 2002, a área foi subdividida em três piquetes de 2 ha, onde foram implantados os capins *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf.; Tifton 85 (*Cynodon* spp. cv. Tifton 85) e Suázi (*Digitaria swazi/andensis* Stent). Cada piquete de 2 ha foi subdividido para manejo dos animais.

A área foi manejada em sistema rotacionado, com períodos de 9 dias de pastejo e 19 dias de descanso. Os animais foram novilhos mestiços das raças Holandesa e Zebu, com peso médio inicial de 209 kg. Na formação dos pastos foram aplicados 80 kg de P_2O_5 por hectare (Superfosfato simples). Como adubação de manutenção, foram feitas, anualmente, aplicações em cobertura da fórmula 20-05-20 (200 kg ha⁻¹), correspondendo a um total de 80 kg N, 20 kg P_2O_5 e 80 kg K_2O por hectare.

A amostragem do solo foi realizada nas profundidades 0-10 e 10-30 cm, em função da distribuição dos horizontes e do sistema radicular das espécies de gramíneas cultivadas, com maior desenvolvimento do sistema radicular efetivo nestas profundidades. Foram abertas três mini-trincheiras em cada piquete e coletadas amostras simples na face soalheira em três seções de cada piquete (parte superior, média e inferior do piquete, com 2 repetições de campo em cada trincheira, totalizando seis repetições).

As coletas deste trabalho foram realizadas nos meses de agosto de 2004 (período seco) e dezembro de 2004 (período chuvoso), onde foram avaliadas as variações sazonais. O estudo foi avaliado como um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com seis repetições de campo. As parcelas foram constituídas pelas gramíneas (plantas de coberturas) e as subparcelas, pelas épocas de coletas (variação sazonal). No período de estudo, a região apresentou um período seco bem pronunciado, que se estendeu de fevereiro a outubro, e um período chuvoso, que ocorreu

de novembro até o final de janeiro (Figura 1).

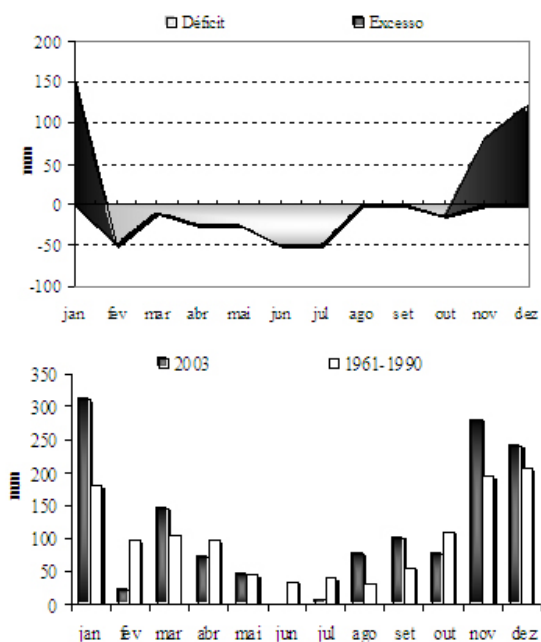


Figura 1. Balanço hídrico e precipitação pluviométrica do município Itaperuna, no Rio de Janeiro (Fonte: PROJETO RADEMA-Relatório Anual, 2003).

Foram realizadas as determinações da estabilidade dos agregados, carbono orgânico total (COT) e o fracionamento químico da matéria orgânica do solo (MOS). Para a avaliação da estabilidade de agregados estáveis em água foram coletados blocos indeformados com auxílio de espátula. Após esta etapa, as amostras foram secas ao ar e, em seguida, passadas por peneiras de 8 e 4 mm de diâmetro de malha, segundo Embrapa (1997). Para a avaliação da distribuição dos agregados, foram pesadas 25 g das amostras que ficaram retidas na peneira de 4 mm. Posteriormente, as amostras foram transferidas para um jogo de peneiras com malhas de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm, umedecidas com pulverizador, sendo submetido à agitação vertical no aparelho de Yooder, durante 15 min. Após o tempo determinado, o material retido em cada peneira foi retirado, separado com o auxílio de jato d'água, colocado em placas de pétri, secadas em, estufa a 60°C, até que atingissem massa constante.

Após a secagem, obteve-se a massa dos agregados retida em cada peneira. Com os dados de massa de agregados foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) e a porcentagem de agregados estáveis (% AGRI) em água >2,00 mm. Por meio da massa dos agregados também avaliou-se a distribuição dos agregados por classes de diâmetro médio, sendo macroagregados (>0,25 mm) e microagregados (<0,25 mm).

O carbono orgânico total foi determinado por oxidação com solução de dicromato de potássio em meio ácido (Embrapa, 1997). Para o

fracionamento químico da MOS, quantificou-se o carbono das frações humina (C-HUM), ácidos húmicos (C-FAH) e ácidos fúlvicos (C-FAF) segundo técnica de solubilidade diferencial estabelecida pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (Swift, 1996), conforme adaptação por Benites et al. (2003). Para tal, pesou-se uma massa de solo igual a 1,0 g, submetendo-a ao contato com 20 ml de NaOH 0,1 mol L⁻¹ por 24 horas. A separação entre o extrato alcalino (EA = C-FAF + C-FAH) e o resíduo (C-HUM) foi feita por centrifugação a 5000 g por 30 minutos. Seguiu-se mais uma lavagem com a mesma solução anterior, juntando-se o extrato com o anteriormente obtido, resultando em volume final de aproximadamente 40 ml. O resíduo foi retirado dos tubos da centrífuga, acondicionados em placa de petri e secado a 65 °C (secagem completa). O pH do EA foi ajustado a 1,0 (±0,1) com H₂SO₄ 20%, seguido de decantação por 18 horas em geladeira. O precipitado (C-FAH) foi separado da fração solúvel (C-FAF) por filtragem e ambos os volumes aferidos a 50 ml, com água destilada.

A quantificação do carbono orgânico nas frações C-FAF e C-FAH foi feita usando-se alíquotas de 5,0 ml de extrato, 1,0 ml de dicromato de potássio 0,042 mol L⁻¹ e 5,0 ml de H₂SO₄ concentrado, em bloco digestor a 150 °C (30 min) e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,0125 mol L⁻¹. No resíduo seco em estufa, foi determinado o C-HUM, adicionando-se 5,0 ml de dicromato de potássio 0,1667 mol L⁻¹ e 10,0 ml de H₂SO₄ concentrado, em bloco digestor a 150 °C (30 min) e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,25 mol L⁻¹ e indicador ferroin (Yeomans & Bremmer, 1988).

Também foi quantificada a massa seca de raiz das gramíneas, sendo também abertas três trincheiras com 1,0 m de profundidade x 1,5 m de largura. As amostras das raízes foram coletadas na parede do perfil, com auxílio de monólito metálico. Em cada coleta foram retirados blocos de formato retangular, contendo 1,0 dm³ de solo (0,1 x 0,2 x 0,05 m), sendo estes representativos das profundidades 0-10 e 10-30 cm. Em cada trincheira foram realizadas duas amostragens totalizando seis repetições por tratamento. No laboratório as amostras foram processadas, seguindo-se o protocolo de rotina descrito em Brasil et al. (2000).

Os resultados obtidos foram submetidos a tratamento estatístico utilizando-se o programa SAEG (Ribeiro Júnior, 2001). Foram realizados os testes de normalidade (Teste de Lilliefors) e de homogeneidade das variâncias (Cochran e Bartlett) e posteriormente submetidos à análise de variância através do teste de F (p < 0,05). Havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05). Também foi feita a correlação entre a massa de agregados e o COT.

Resultados e Discussão

Agregação do solo

Na profundidade de 0-10 cm, entre as coberturas de solo, a área de Braquiária apresentou maiores valores de DMP e de % AGRI > 2,0mm no período seco, em relação às demais gramíneas. No período chuvoso, este padrão foi verificado na área de Tifton 85. Em relação ao período avaliado, as áreas de Braquiária e Suázi apresentaram os menores valores de DMP e % AGRI > 2,00 mm na época chuvosa.

Tabela 1. Índices de agregação avaliados nas diferentes coberturas de solo nas profundidades de 0-10 e 10-30 cm, coletados nos períodos seco e chuvoso.

Período avaliado	Coberturas de solo					
	Braquiária		Tifton 85		Suázi	
	DMP mm	AGRI >2,0mm %	DMP mm	AGRI >2,0mm %	DMP mm	AGRI >2,0mm %
0-10 cm						
Seco	4,21 Aa	83,32 Aa	3,75 Bb	73,09 Bb	3,58 Ba	73,82 Ba
Chuvoso	3,51 Bb	66,96 Bb	3,99 Aa	77,80 Aa	3,42 Bb	65,06 Bb
10-30 cm						
Seco	4,13 Aa	80,94 Aa	3,81 Ba	73,17 Bb	3,49 Ca	70,60 Ba
Chuvoso	3,45 Bb	67,06 Bb	3,89 Aa	75,48 Aa	3,25 Cb	61,33 Cb

Valores seguidos de mesma letra maiúscula na linha para cobertura, em cada período, e valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna para período, em cada cobertura, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

Na profundidade de 10-30 cm, entre as coberturas de solo, a área de Braquiária também apresentou maiores valores de DMP, seguida da área de Tifton 85 e da área com Suázi, que apresentou os menores valores de DMP para a época seca. No período chuvoso, assim como observado na profundidade de 0-10 cm, área de Tifton 85 apresentou os maiores valores de DMP e % AGRI > 2,00 mm, destacando-se que na área com Suázi foram verificados os menores valores para estes parâmetros. Entre as épocas, verificou-se padrão semelhante ao observado na profundidade de 0-10 cm, com maiores valores dos índices de agregação nas áreas de Braquiária e Suázi, no período seco.

Os índices de agregação encontrados refletem o padrão dos agregados > 2,0 mm, onde nas áreas das forrageiras estudadas os valores encontrados para estes índices foram relativamente altos, se for comparado aos valores obtidos no início do projeto, em 2001, com média de 59,75% de AGRI > 2,0 mm (Cordeiro, 2006). Estes resultados indicam o efeito benéfico do sistema radicular destas gramíneas, favorecendo a formação de agregados estáveis em água, culminando em maior % de AGRI > 2,00 mm, conseqüentemente, maior DMP. Este padrão pode ser observado nas áreas de Braquiária e Tifton (Tabela 1), na profundidade de 10-30 cm, onde essas áreas apresentaram maiores valores de massa seca de raiz (Figura 3) quando comparadas com a área de Suázi, independente do período avaliado. Resultados semelhantes são relatados por Campos et al. (1999), Wohlenberg et al. (2004) e Salton et al. (2008), trabalhando com diferentes tipos de forrageiras.

A Figura 2 apresenta a distribuição de macroagregados (> 0,25 mm) e microagregados (< 0,25 mm) nos diferentes períodos de coleta em função da cobertura vegetal. É possível observar que independente da cobertura vegetal, houve a predominância de macroagregados nas duas profundidades amostradas. Os valores de macroagregados foram maiores que 20 gramas, o que representa mais de 80% de agregados maiores que 0,25 mm. Este padrão reflete o bom desempenho do manejo adotado, que prioriza as práticas conservacionistas, favorecendo o desenvolvimento radicular das gramíneas e, conseqüentemente, maior absorção de nutrientes, o que contribui para uma maior cobertura do solo, protegendo este dos efeitos erosivos da chuva.

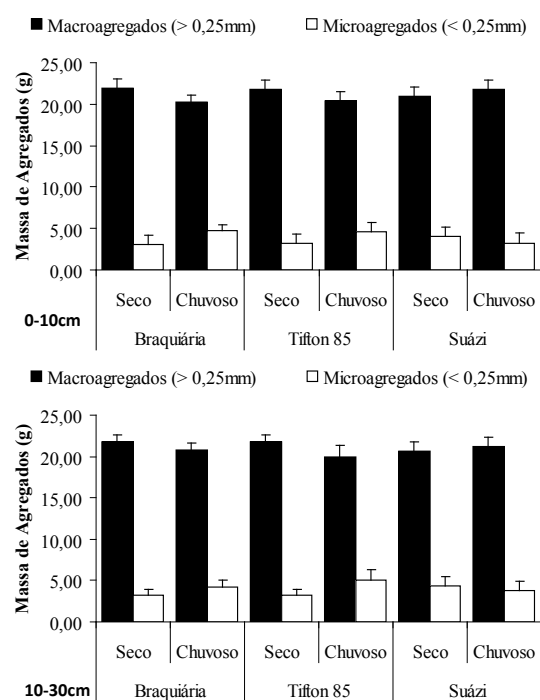


Figura 2. Distribuição de macro e microagregados em função dos períodos de coleta para as diferentes coberturas vegetais, nas duas profundidades estudadas.

Os efeitos destas coberturas na agregação parecem ser devidos a ação conjunta das raízes e ao efeito da parte aérea sobre a camada superficial, protegendo o solo da ação desagregadora das gotas da chuva, além de preservá-lo contra a erosão, aumentando a reserva de matéria orgânica e melhorando as propriedades físicas do solo (Campos et al., 1999).

Comparando as alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho em área de Cerrado com lavoura contínua e pastagem de Braquiária, Salton et al. (2008) verificaram maiores valores de DMP e % AGRI > 2,00 mm nas áreas com pastagens, atribuindo tais resultados à importância da pastagem (isolada ou em rotação com a lavoura) em conferir melhorias

na estrutura do solo, devido ao agressivo e abundante sistema radicular que propicia a formação de macroagregados.

Trabalhando no sistema de plantio direto (PD) com rotação milho (silagem)/soja; PD milho (grão)/soja; PD Tifton (feno), sistema convencional e mata nativa, Wendling et al. (2005) observaram que o tifton foi mais eficiente em aumentar a estabilidade dos agregados, nos índices calculados (DMP e % AGRI > 2,0mm), principalmente na profundidade de 10-20 cm, onde os autores observaram maiores valores destes atributos para a área com tifton, sendo igual a área de mata nativa.

Flutuações na agregação do solo podem ocorrer em períodos curtos (meses) e podem ser relativamente grandes quando comparadas às mudanças em tempos longos (anos) (Perfect et al., 1990). Segundo Campos et al. (1999) a agregação do solo pode ter modificações temporárias, demonstrando a variação cíclica provocada pelo manejo do solo. A variação estacional da estabilidade estrutural do solo modifica-se com os processos físicos relacionados ao preparo do solo e pisoteio animal, clima e crescimento vegetal (Kay, 1990).

De acordo com os parâmetros elencados acima, no presente estudo, as variações encontradas para os valores de DMP e % AGRI >2,00 mm são decorrentes exclusivamente do período avaliado, pois o manejo do solo e a carga animal foram os mesmos para todas as áreas. Portanto, para as condições do presente estudo, na época seca, a braquiária apresenta-se como planta de cobertura mais eficiente para promover melhorias nos atributos avaliados, independente da profundidade avaliada. Para a época chuvosa, este padrão foi observado para o Tifton 85.

Massa seca (MS) de raízes

A área de Braquiária apresentou maiores valores de MS de raiz quando comparada com as áreas de Tifton 85 e Suázi, na profundidade de 0-10 cm, independente do período avaliado (Figura 3). A área com Suázi, no período chuvoso, apresentou os menores valores de MS em detrimento às demais gramíneas. Quando se compara os períodos avaliados, observa-se que para as três áreas estudadas, o período seco (0-10 cm) foi o que apresentou maiores valores de MS de raiz. Este padrão se deve as épocas de coleta, que foram realizadas logo no início desse período, refletindo o longo período de estiagem a que as áreas foram submetidas (Figura 1). Entretanto, no período chuvoso, a menor MS de raiz se deve a pouca disponibilidade de água no período que antecedeu a coleta, o que desfavoreceu o acúmulo de matéria seca, na profundidade de 0-10 cm. Já para a profundidade de 10-30 cm, as áreas com Braquiária e Tifton 85 não apresentaram diferenças, tanto para os períodos estudados quanto entre áreas. Todavia, a área com Suázi

foi a que apresentou os menores valores de MS de raiz nos períodos seco e chuvoso.

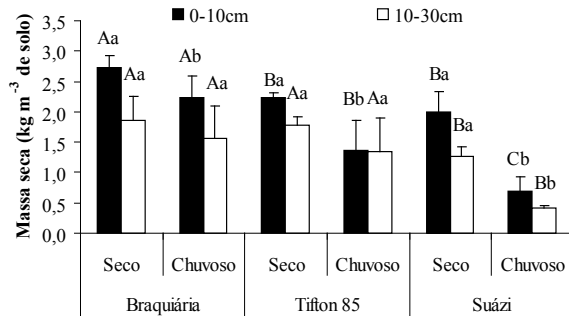


Figura 3. Massa seca de raiz das gramíneas Braquiária, Tifton 85 e Suázi, em função dos períodos seco e chuvoso, nas profundidades estudadas. (Médias seguidas de mesma letra maiúscula para as coberturas em cada período, e minúsculas para os períodos dentro de cada cobertura, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

Carbono Orgânico Total (COT)

A área de Braquiária apresentou os maiores valores de COT quando comparada às áreas de Tifton 85 e Suázi, independente do período avaliado e da profundidade, com exceção ao período seco, na camada de 10-30 cm, onde não foram constatadas diferenças entre as áreas (Tabela 2). Estes maiores valores de COT estão relacionados ao maior valor de MS de raiz encontrado nesta área, com destaque para a profundidade de 0-10 cm (Figura 3). Nesta profundidade, verificou-se uma tendência de maiores valores de COT em comparação à profundidade de 10-30 cm, em todas as coberturas, o que está associado não somente ao sistema radicular das plantas, mas também ao acúmulo de material senescente na superfície do solo.

Tabela 2 Carbono orgânico total (COT) nas diferentes coberturas de solo e nas profundidades de 0-10 e 10-30 cm, coletados nos períodos seco e chuvoso.

Período avaliado	Coberturas de solo		
	Braquiária	Tifton 85	Suázi
	COT (g kg ⁻¹)		
	----- 0-10 cm -----		
Seco	21,03 Aa	19,44 Ba	19,73 Ba
Chuvoso	19,13 Ab	16,71 Cb	18,07 Bb
	----- 10-30 cm -----		
Seco	14,00 Aa	13,98 Aa	13,78 Aa
Chuvoso	13,46 Ab	11,60 Cb	12,68 Bb

Valores seguidos de mesma letra maiúscula na linha para cobertura, em cada período, e valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna para período, em cada cobertura, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

No período chuvoso, nas duas profundidades avaliadas, as três áreas apresentaram diferenças entre si, sendo na área de Braquiária observado os maiores valores de COT, seguidos da área com Suázi e, os menores valores foram encontrados na área com Tifton 85. Entre as épocas avaliadas, constataram-se maiores valores de COT no período seco, em ambas profundidades coletadas. No período seco (estação do inverno) têm-se temperaturas mais brandas e menores intensidades de chuvas (Figura 1), o que ocasiona uma menor

velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo (MOS). Consequentemente tem-se maiores teores de COT nesta época do ano em detrimento ao período chuvoso. Além de também estar relacionado com os maiores valores de MS de raiz encontrados no período seco. Estes resultados são corroborados por Loss et al. (2010) avaliando os teores de COT em áreas com diferentes sistemas de uso do solo (Plantio direto, preparo convencional, sistema agroflorestal) nas estações do inverno e verão em Seropédica, RJ. Os autores relataram que para a estação do inverno (período com menor disponibilidade de água e menores temperaturas) tem-se uma diminuição da velocidade de mineralização da MOS decorrente das diferenças de temperatura e precipitação ocorridas durante o inverno em detrimento a estação do verão.

Na Figura 4 é apresentada a correlação entre a massa de agregados e o COT, sendo possível perceber a influência da MOS na agregação do solo. Este padrão é um processo dinâmico que necessita de um aporte contínuo de carbono orgânico para a manutenção de uma agregação adequada ao desenvolvimento das plantas. Observa-se existir quase 60% de correlação entre a massa de agregados e o COT, demonstrando a grande influência da matéria orgânica como agente cimentante, o que favorece a transformação de agregados menores em agregados maiores, e conseqüentemente, culmina na melhoria da agregação dos solos.

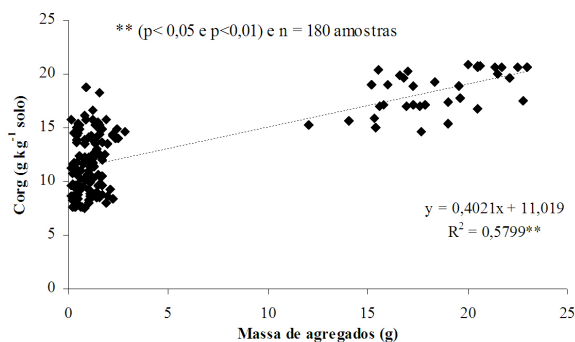


Figura 4. Correlação da massa de agregados e carbono orgânico.

Nas pastagens estudadas, os valores de DMP encontrados (Tabela 1) estão associados ao conteúdo de COT dos agregados estáveis (Cordeiro, 2006; Salton et al., 2008), principalmente os maiores que 2,00 mm, demonstrando que este ecossistema assemelha-se a uma pastagem nativa. Este padrão demonstra que quando um ecossistema é bem manejado sob o aspecto ambiental, os processos que nele ocorrem são semelhantes àqueles que acontecem de forma natural, antes da ação antrópica.

Fracionamento químico da matéria orgânica do solo

A quantificação do carbono das substâncias húmicas nos diferentes períodos avaliados e coberturas do solo para a camada

de 0-10 cm é apresentada na Tabela 3. Não foram verificadas diferenças entre coberturas e períodos avaliados para a camada de 10-30 cm (dados não apresentados)

Tabela 3. Carbono das substâncias húmicas nas diferentes coberturas de solo e na profundidade de 0-10 cm, coletados nos períodos seco e chuvoso.

Período avaliado	Coberturas de solo	Carbono das substâncias húmicas (g kg ⁻¹)		
		C-FAH	C-FAF	C-HUM
Seco	Braquiária	2,29 Aa	2,27 ns ns	9,66 Aa
	Tifton 85	1,34 Bb	1,94 ns ns	8,93 Bb
	Suázi	1,97 Aa	1,99 ns ns	8,62 Bb
Chuvoso	Braquiária	2,29 Aa	2,15 ns ns	11,37 Aa
	Tifton 85	2,19 Aa	1,68 ns ns	7,77 Bb
	Suázi	1,47 Bb	1,35 ns ns	7,51 Bb

Valores seguidos de mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) entre os períodos, para cada cobertura, e valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) entre as coberturas, para cada período. ns - não significativo. C-FAH - carbono da fração ácido húmico, C-FAF - carbono da fração ácido fúlvico, C-HUM - carbono da fração húmica.

A área de Braquiária não apresentou diferença entre os períodos seco e chuvoso para C-FAH. Para a área de Tifton 85 houve um aumento de C-FAH do período seco para o chuvoso. Já para a área de Suázi houve um decréscimo desta fração da MOS. No período seco, as áreas de Braquiária e Suázi apresentaram maiores valores de C-FAH, e, no período chuvoso, as áreas de Braquiária e Tifton 85 apresentaram os maiores valores de C-FAH. Para o C-FAF não foram constatadas significância (teste F) entre as áreas e os períodos avaliados. Entretanto, verificou-se uma tendência de maiores valores para a área de Braquiária.

Para o C-HUM, a área de Braquiária apresentou os maiores valores para ambos os períodos estudados, quando comparada às demais áreas. Não foram verificadas diferenças entre os períodos avaliados para nenhuma das coberturas estudadas.

É possível observar que dentre as frações da MOS estudadas, o C-HUM foi a que apresentou maiores valores. Diversos trabalhos realizados em clima tropical (Leite et al., 2003; Fontana et al., 2006; Loss et al., 2010) corroboram com os dados encontrados e podem ser atribuídos aos processos e grau de humificação deste material, uma vez que maiores teores de carbono e nitrogênio, menor teor de oxigênio, maior grau de condensação e aromaticidade tendem a expressar-se de forma crescente na ordem C-FAF, C-FAH e C-HUM (Stevenson, 1994). Para o C-HUM, a área de Braquiária apresentou maiores valores de carbono para ambos os períodos, quando comparados às demais áreas.

O padrão apresentado nas áreas estudadas (maior proporção do C-HUM em detrimento ao C-FAF e C-FAF) pode ser devido ao denso sistema radicular proporcionado pelas gramíneas, que em contato com as partículas minerais promove o aumento da quantidade e qualidade da matéria orgânica adicionada ao solo, favorecendo o incremento das frações mais humificadas (Pinheiro et al., 2003), principalmente na área da Braquiária. Em estudos sobre estoque

de carbono e nitrogênio em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo, no Município de Morrinhos, GO, D'Andréa et al. (2004) verificaram que a pastagem, principalmente de Braquiária, é um sistema promissor em promover aumentos nos estoques de COT do solo, consequentemente, de C-HUM, pois mais de 70 a 80% dos estoques de COT são constituídos de C-HUM (Leite et al., 2003; Loss et al., 2010).

Conclusão

Os valores de DMP, % AGRI >2,00 mm, COT e massa seca de raiz se mostraram mais sensíveis frente às modificações impostas pela cobertura vegetal e as variações sazonais quando comparados com o carbono das substâncias húmicas.

Para as condições do presente estudo, na época seca, a Braquiária apresenta-se como planta de cobertura mais eficiente para promover melhorias nos atributos avaliados (DMP, % AGRI > 2,00 mm e COT) independente da profundidade avaliada. Para a época chuvosa, este padrão foi observado para o Tifton 85.

As coberturas de Braquiária e Tifton-85 acarretam em maiores valores de massa seca de raiz na profundidade de 10-30 cm quando comparadas com a cobertura de Suázi, independente da estação, demonstrando potencial dessas gramíneas para utilização em projetos de recuperação de áreas degradadas.

Agradecimentos

Ao Projeto RADEMA (Prodetab 106/02/99), de responsabilidade da Embrapa Solos, em parceria com a UFRRJ - IA/DS, PESAGRO-Rio, EMATER-RJ e REBRAJ. À FAPERJ e CAPES pelo auxílio financeiro, ao CPGA-CS pela oportunidade de realização do trabalho.

Referências

Benites, V.M., Madari, B., Machado, P.L.O.A. 2003. *Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado e de baixo custo*. Embrapa, Brasília, Brasil. 7 pp. (Comunicado Técnico 16)

Brasil, F.C., Stocco, F.C., Pessanha, A.L., Souto, R.L., Zonta, E., Rossiello, R.O.P. 2000. Distribuição e variação temporal de características radiculares de *Brachiaria humidicola* em um Planossolo Arenoso. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Viçosa, Brasil. CD-ROM.

Campos, B.C., Reinert, D.J., Nicolodi, R., Cassol, L.C. 1999. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 23: 383-391.

Cordeiro, F.C. 2006. *Indicadores de qualidade do solo em áreas de pastagem degradada no noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. 89f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil.

Cordeiro, F.C., Pereira, M.G., Anjos, L.H.C., Stanfanato, J.B., Zonta, E. 2008. Avaliação de atributos edáficos em áreas de pastagem em relevo movimentado em Itaperuna - RJ. *Caatinga* 21:179-181.

D'andréa, A.F., Silva, M.L.N., Curi, N., Guilherme, L.R.G. 2004. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 179-186.

Doran, J. W., Zeiss, M. R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology* 15: 3-11.

Embrapa. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Embrapa, Rio de Janeiro, Brasil. 212 p.

Fontana, A., Loss, A., Pereira, M.G., Cunha, T.J.F., Salton, J.C. 2006. Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 847-853.

Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M., Ellert, B.H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*. 74: 367-385

Kay, B.D. Rates of changes of soil structure under different cropping systems. *Advances in Soil Science*, 12:1-51, 1990.

Leite, L.F.C., Mendonça, E.S., Neves, J.C.L., Machado, P.L.O.A., Galvão, J.C.C. 2003. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27: 821-832.

Loss, A., Pereira, M.G., Schultz, N., Anjos, L.H.C., Silva, E.M.R. 2010. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. *Bragantia* 69: 1-10.

Loss, A., Pereira, M.G., Schultz, N., Anjos, L.H.C., Silva, E.M.R. 2009. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 68-75.

- Perfect, E., Hay, B.D., Loon, W.K.O. van, Sheard, R.W., Pojasok, T. 1990. Factors influencing soil structural stability within a growing season. *Soil Science Society of America Journal* 54: 173-179.
- Pinheiro, E.F.M., Pereira, M. G., Anjos, L. H.C., Palmieri, Souza R.C. 2003. Matéria orgânica em Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo *Revista Brasileira de Agrociência* 9: 53-56.
- Projeto Radema PRODETAB-106/02/99. 2003. *Relatório técnico*, Janeiro – Dezembro, 31 p.
- Ribeiro Júnior, J.I. 2001. *Análises estatísticas no SAEG*. UFV, Viçosa, Brasil. 301 p.
- Rossi, C., Monteiro, F.A. 2005. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colonião. *Ciência e Agrotecnologia* 29: 719-730.
- Salton, J.C., Mielniczuk, J., Bayer, C., Boeni, M., Conceição, P.C, Fabricio, A.C, Macedo, M.C.M., Broch, D.L. 2008. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32: 11-21.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Deneff, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research* 79: 7 -31.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus: chemistry, genesis, composition, reactions*. 2nd ed. Wiley Interscience, New York, USA. 512 p.
- Swift, R.S. 1996. Organic matter characterization. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Soil Science Society of America: American Society of Agronomy, Madison, USA. p.1011-1020.
- Tisdall, J.M, Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33: 141-163.
- Vezzani, F.M., Mielniczuk, J. 2009. Uma visão sobre qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 33: 43-755.
- Wendling, B., Jucksch, I., Mendonça, E.S., Neves, J.C.L. 2005. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40: 487-494.
- Wohlemberg, E.V., Reichert, J.M., Reinert, D.J, Blume, E. 2004. Dinâmica temporal da agregação de um solo franco arenoso sob diferentes sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28: 881-890.
- Yeomans, J.C., Bremner, J.M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications Soil Science Plant Analysis* 19: 1467-1476.