

Qualidade física do solo em área de adubação com resíduo de caju medida por meio da densidade do solo e porosidade⁽¹⁾.

Régis dos Santos Braz⁽²⁾; Raimundo Nonato de Assis Júnior⁽³⁾; Jaedson Cláudio Anunciato Mota⁽⁴⁾; Gildivan dos Santos Silva⁽⁵⁾; Tiago da Costa Silva⁽⁶⁾; Bruno Lúcio Meneses Nascimento⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-graduação em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará (UFC).

⁽²⁾ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará - UFC; Fortaleza, Ceará; Bolsista CAPES; regismta@hotmail.com.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto, UFC; Fortaleza, Ceará; assisjr@ufc.br; ⁽⁴⁾ Professor Adjunto, UFC; Fortaleza, Ceará; jaedsonmota@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas; UFC; Fortaleza, Ceará; Bolsista CNPq; gildivanldp@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas; UFC; Fortaleza, Ceará; Bolsista CAPES; tcs3@hotmail.com; ⁽⁷⁾ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental; UFC; Fortaleza, Ceará; Bolsista CNPq; brunoimpma@hotmail.com.

RESUMO: O solo quando mantido seu estado original, apresenta características físicas consideradas adequadas, porém, com o uso e manejo pode diferenciar quanto a suas características. Com isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física do solo em área de aplicação de resíduo de caju após três anos, por meio da Ds, Pt, Mac e Mic. O experimento seguiu o DBC, quatro blocos e cinco tratamentos, T1=0, T2=16, T3=32, T4=48 e T5=64 t ha⁻¹ do resíduo. Foram coletadas amostras com estrutura preservada e não preservada para a determinação da granulometria, Ds, Dp, Pt, Mac e Mic. Para análise estatística foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov e de variância. A Ds apresentou médias acima do estabelecido para solos arenosos, a Mac foi maior que a Mic, porém nenhuma dessas variáveis, mais a Pt, tiveram diferença significativa. Fatores como a não incorporação ao solo, resistência do material em se decompor e quantidade baixa contribuíram para que não houvesse alterações significativas.

Termos de indexação: matéria orgânica, geometria porosa.

INTRODUÇÃO

O solo quando mantido seu estado original, sob vegetação nativa, apresenta características físicas, como densidade do solo (Ds) e porosidade consideradas adequadas (Andreola et al., 2000), porém, de acordo com o uso e manejo, como a adição de resíduos orgânicos, o solo pode diferenciar quanto a essas características.

A aplicação de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo intensifica a atividade biológica, à medida que esse material se incorpora, os produtos de decomposição e de síntese proporcionam

alterações na geometria porosa da matriz do solo, promovendo mudanças em diversas propriedades e características do solo.

A Ds reflete um importante indicador das alterações decorrentes desse tipo de manejo do solo. Pois, a introdução da ação antrópica no meio, é capaz de provocar perda ou ganho de qualidade do solo, sendo a Ds é uma propriedade sensível a essas mudanças, como no caso de práticas como a aração e o pisoteio animal, que podem destruir os agregados e causar compactação do solo, com isso aumentar a Ds, com redução da porosidade total (Pt), da macroporosidade (Mac), além de promover mudanças na continuidade e distribuição de poros.

Já a adição de matéria orgânica (MO) ao solo pode promover melhorias a sua estrutura, reduzindo a Ds, pois a MO influencia de forma direta e indireta todas as suas características. De modo que a diminuição do carbono orgânico total está relacionada à degradação física dos solos, e sua adição através do manejo adequado modifica a capacidade de carga destes (Viana et al., 2011).

A mensuração da porosidade do solo é utilizada para caracterizar a estrutura do solo, uma vez que influencia inúmeras funções deste. Uma função importante é a transmissão de água, como a infiltração, que afeta diretamente a produtividade das plantas e do ambiente (Lipiec et al., 2006). A porosidade é de grande importância para o conhecimento das condições ambientais do solo no desenvolvimento e na produção vegetal. No entanto, conhecer apenas a porosidade não é suficiente, o conhecimento a respeito da distribuição dos poros por tamanho é mais importante e permite muito mais inferências acerca das relações solo-planta (Amaro Filho et al., 2008).

Com isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física do solo em área de aplicação de doses de resíduo de caju após três

anos por meio de indicadores físicos de qualidade, Ds, Pt, Mac e microporos (Mic).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, município de Pacajus-CE. É uma região de transição entre o litoral leste e o semiárido, pertencente ao grupo climático tropical chuvoso, Aw' (Köppen, 1948), possui vegetação caatinga arbustiva densa e complexo vegetacional da zona litorânea, pluviosidade anual de 791,4 mm (IPECE, 2004) e solo classificado como Argissolo Acinzentado distrófico arênico (Ribeiro et al., 2007).

A pesquisa foi desenvolvida em pomar de caju anão precoce CCP 76 cultivado em sequeiro, com ensaio de adubação com resíduo de caju, aplicado em abril de 2009. O resíduo empregado é constituído do pedúnculo, parte da polpa do falso fruto, resultante do processamento do caju para extração do suco. A aplicação do resíduo foi feita manualmente sob a projeção da copa, ao redor da planta numa distância de 1 m do caule em uma faixa de 1 m de largura sem incorporação ao solo.

O experimento foi disposto em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e quatro blocos, sendo os tratamentos a testemunha mais quatro doses do resíduo de caju: T1=0, T2=16, T3=32, T4=48 e T5=64 t ha⁻¹.

A amostragem foi realizada em julho e novembro de 2012, no período seco. Foram coletadas amostras com estrutura preservada (utilizando-se amostrador do tipo Uhland com anéis de aço de 5x5 cm) e não preservada dentro da faixa de aplicação do resíduo de caju, na profundidade de 0-10 cm.

A análise granulométrica foi determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997). A densidade do solo de acordo com Blake & Hartge (1986a). Para a densidade de partículas utilizou-se o método do balão volumétrico (Blake & Hartge, 1986b). A porosidade total do solo pelo método indireto, EMBRAPA (1997). Para a macroporosidade utilizou-se o funil de Haines, aplicando-se tensão de 6 kPa (Danielson & Sutherland, 1986). Já a microporosidade foi conhecida pela diferença entre a porosidade total e macroporosidade.

Para testar a normalidade dos dados foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov, análise de variância para verificar a significância entre tratamentos e entre blocos e análise de regressão para averiguar o comportamento das variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Solos arenosos, de acordo com a literatura, apresentam Ds entre 1,25 a 1,40 g cm⁻³, porém nesse caso verificou-se os valores médios (**tabela 2**) são superiores aos limites estabelecidos para essa classe textural (**tabela 1**).

Tabela 2 - Médias de densidade do solo (Ds) para tratamentos e blocos.

Densidade do solo			
----- g cm ⁻³ -----			
Tratamentos	Blocos		
T1	1,53	B1	1,51
T2	1,49	B2	1,53
T3	1,52	B3	1,50
T4	1,52	B4	1,50
T5	1,50	-	-

A quantidade de areia bastante elevada nesse caso, 920 g kg⁻¹ (**tabela 1**), em detrimento as outras partículas primárias, silte e argila, tem relação com essa maior Ds. Pois quanto maior a quantidade de areia de um solo maior será sua Ds. A presença significativa de areia, quando associada a baixa quantidade de MOS, proporciona uma menor predisposição para a formação de agregados, reduzindo a Pt e promovendo uma maior Ds.

Observando-se a **tabela 3**, verifica-se que não houve diferença estatística, o que indica que as doses do resíduo aplicadas não promoveram alterações sobre a Ds. Podendo esse fato ser atribuído a não incorporação ao solo, fazendo com que a decomposição ocorresse mais lentamente, logo os produtos de composição ainda não foram satisfatórios para promover alterações significativas no solo, não sendo suficientes para reduzir a Ds.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para densidade do solo (Ds).

FV	GL	Teste F
Densidade do solo		
Blocos	3	2,5865 ^{ns}
Tratamentos	4	1,9577 ^{ns}
Resíduo	12	-
Total	19	-
CV (%)	-	1,60

^{ns} Não significativo

Os resultados encontrados corroboram com Camilotti et al. (2006) que verificaram que não houve alterações na Ds após a aplicação de lodo de esgoto. Em trabalho realizado no qual se avaliou a aplicação de doses de biossólido de até 40 t ha⁻¹ após cinco anos em um Latossolo cultivado com eucalipto Andrade et al. (2005) não verificaram alterações nos valores de Ds.

Por outro lado, Andreola et al. (2000) constataram a redução da Ds na profundidade de 0-10 cm nos

tratamentos onde foi recebido adubo orgânico (esterco de aves de corte e cama de maravalhas). No entanto, nessa ocasião o material adicionado foi incorporado através do uso de arado de disco, fazendo com que o resíduo tivesse maior contato com o solo, facilitando a ação dos microrganismos, e assim, podendo os produtos da decomposição atuar de forma mais efetiva alteração das características e propriedades do solo.

Dados quantitativos necessitam de análise de regressão, no entanto a ANOVA mostrou que não houve diferenças significativas (**tabela 3**), logo não é necessário a realização de análise de regressão, pois o comportamento dos dados será sempre uma reta. O teste de hipóteses para os parâmetros do modelo, também não revelou significância para nenhum dos tipos de regressão.

Na **tabela 4** observa-se que não houve diferença significativa, esses resultados se devem, além do fato já citado da não incorporação do material orgânico, às doses de resíduo aplicadas, que podem ter sido baixas, não sendo suficientes para promover alterações na Pt. Pois, a MO, juntamente com outros fatores, é responsável pela agregação do solo e grau de estabilidade, refletindo diretamente na Pt.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis, porosidade total (Pt), macroporosidade (Mac) e microporosidade (Mic).

FV	GL	Teste F		
		Pt	Mac	Mic
Blocos	3	0,2532 ^{ns}	1,7341 ^{ns}	1,6013 ^{ns}
Tratamentos	4	1,0842 ^{ns}	1,4214 ^{ns}	2,2968 ^{ns}
Resíduo	12	-	-	-
Total	19	-	-	-
CV (%)	-	3,52	20,56	32,57

^{ns} Não significativo

Como a porosidade do solo pode ser de origem estrutural ou textural, e os poros resultam do arranjo das partículas elementares do solo (Beutler et al., 2005), esperava-se que as doses aplicadas promovessem alterações na estrutura do solo, através do seu efeito na agregação, pois a porosidade estrutural pode ser alterada pelo manejo como a adição de resíduos orgânicos, o que poderia ser caracterizado principalmente pelo aumento da Pt e alterações na relação entre Mac e Mic.

Melo et al. (2004) em trabalho realizado com adição de material orgânico verificaram que a aplicação de 50 t ha⁻¹ de biossólido durante cinco anos não promoveu efeito algum na Pt. Resultado também encontrado por Camilotti et al. (2006) que não verificaram diferenças com aplicações de lodo de esgoto e ou vinhaça.

Na **tabela 5** se observa uma predominância dos Mac (espaços inter-agregados, responsáveis aeração, infiltração e a drenagem da água no solo) sobre os Mic. Como nesse estudo o solo é arenoso, é característica a quantidade relativamente inferior de Mic em detrimento dos Mac, evidenciando a presença de uma estrutura mais frágil, pois solos bem estruturados possuem agregados estáveis, e com isso, a Mic cresce, uma vez que esse tipo de poro compreende os espaços internos, intra-agregados.

Ainda na **tabela 5**, observa-se que a Mac e Mic também não apresentaram resultados significativos, mostrando que a aplicação de doses de até 64 t ha⁻¹ de resíduo não surtiram efeitos sobre essas variáveis analisadas.

Mesmo resultado encontrado por Melo et al. (2004) em avaliação de dois Latossolos com aplicação de 47,5 t ha⁻¹ de biossólido, que verificaram que a Mic não sofreu alteração.

Esse fato implica diretamente em influências sobre dinâmica da água no solo, pois os microporos, considerados os espaços intra-agregados, são responsáveis pela retenção de água. E em solos arenosos, que naturalmente possuem baixa capacidade de retenção de água, um aumento na sua Mic é extremamente desejável, para que possa ocorrer melhoria na retenção.

No tocante à Mac, Camilotti et al. (2006) também não encontraram alterações utilizando aplicações de lodo de esgoto e/ou vinhaça.

Além dos fatores já citados, a composição do próprio material tem relação com os resultados encontrados. Pois, além da umidade, temperatura e atividade microbiana, a constituição do resíduo também determina a velocidade de decomposição. Materiais ricos em lignina e celulose tendem a necessitar um prazo mais longo para se decompor, assim levam mais tempo para que os produtos da decomposição do resíduo provoquem mudanças significativas no solo, como por exemplo, na distribuição de poros por tamanho.

Em análise do resíduo do pedúnculo do caju para o resíduo desidratado Almeida & Ferreira Filho (2005) encontraram 15,6% de hemicelulose e 35,5% de lignina, compostos de difícil decomposição.

CONCLUSÕES

A aplicação de resíduo de caju não promove mudanças significativas sobre a densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade.

Fatores como a não incorporação do resíduo ao solo, resistência do material em se decompor e quantidade baixa contribuem para que não haja alterações significativas na qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. & FERREIRA FILHO, J. R.; Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. *Bahia Agrícola*, 7:50-56, 2005.

AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R. N. & MOTA, J. C. A. Física do solo: conceitos e aplicações. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2008. 290 p.

ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA, C. & CERRI, C. C. Qualidade da matéria orgânica e estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo tratado com biossólido e cultivado com eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:803-816, 2005.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M. O. et al. Atributos físicos de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar após aplicações de lodo de esgoto e vinhaça. *Engenharia Agrícola*, 26:738-747, 2006.

DANIELSON, R. E. & SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. ed. *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1986. p.443-461.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de Análises de Solo*. 2 ed., Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil básico municipal - Pacajus*. Fortaleza: IPECE, 2004. 10p.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M. & OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 857-865, 2000.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S. et al. Efeito da compactação do solo na estabilidade de agregados e no conteúdo gravimétrico de água. *Maringá*, 27:193-198, 2005.

BLAKE, G. R. & HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. ed. *Methods of soil analysis*. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1986a. p.363-375.

BLAKE, G. R. & HARTGE, K. H. Particle density. In: KLUTE, A. ed. *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1986b. p.377-382.

LIPIEC, J.; KUS, J.; SŁOWIN'SKA-JURKIEWICZ, A. et al. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. *Soil & Tillage Research*, 89:210-220, 2006.

MELO, V. P.; BEUTLER, A. N.; SOUZA, Z. M. et al. Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:67-72, 2004.

RIBEIRO, K. A.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S. et al. Qualidade do solo na cultura do cajueiro anão precoce cultivado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:341-351, 2007.

VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. A. et al. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:2105-2114, 2011.

Tabela 1 - Análise granulométrica e classificação textural.

Prof.	Granulometria						Silte	Argila	Classe Textural
	Areia*					Total			
	MG	G	M	F	MF				
cm	----- g kg ⁻¹ -----								
0-10	15	78	459	296	72	920	48	32	Areia

*MG = muito grossa (2,00 - 1,00 mm), G = grossa (1,00 - 0,50 mm), M = média (0,50 - 0,25 mm), F = fina (0,25 - 0,10 mm), MF = muito fina (<0,10 - 0,05 mm).

Tabela 5 - Médias da porosidade total (Pt), macroporosidade (Mac) e microporosidade (Mic) para os tratamentos e blocos.

Tratamentos	Blocos						
	%			%			
	Pt	Mac	Mic	Pt	Mac	Mic	
T1	46,16	25,18	20,98	B1	45,03	23,94	21,09
T2	46,21	28,78	17,53	B2	45,86	31,91	13,95
T3	45,82	27,50	18,32	B3	45,65	28,21	17,44
T4	44,30	34,44	9,85	B4	45,63	30,38	15,25
T5	45,11	27,13	17,98	-	-	-	-