



Distribuição do tamanho de poros de um Latossolo e um Planossolo sob diferentes manejos

Marcondes de Oliveira Silva¹, Alexsandro dos Santos Brito², Washington Dias de Carvalho¹, Sandra Santos Teixeira¹, Marcelo Couto de Jesus¹

¹ Estudante do curso Técnico em Agropecuária integrado e bolsista ICJ do IFBaiano/Campus Guanambi. E-mail: marcondes.pma@gmail.com

² Professor Efetivo, Doutor em Ciências/Solos e Nutrição de Plantas, IFBaiano, Campus Guanambi; E-mail: alexsandro.brito@guanambi.ifbaiano.edu.br

Resumo: A qualidade estrutural dos solos tem sido o principal objetivo das intervenções agrícolas, uma vez que se relaciona diretamente com o desenvolvimento vegetal e com aspectos ambientais, sendo a distribuição do tamanho de poros a peça chave uma atividade sustentável. O objetivo do trabalho foi avaliar se as condições impostas pelos sistemas de manejo implicam em uma redução da qualidade física de um Latossolo e um Planossolo, por meio da densidade do solo, porosidade total, macro e microporos. O delineamento experimental foi o inteiramente aleatorizado, com quatro tratamentos (T₁ e T₂ – atributos físicos do Latossolo nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente, e T₃ e T₄ – atributos físicos do Planossolo nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente) e 10 repetições. No Latossolo, as amostras com estrutura indeformada foram coletadas em uma área cultivada com mandioca e a área do Planossolo encontrava-se em pousio, utilizando-se um extrator de Uhland, com cilindros volumétricos de aproximadamente 0,05 m de diâmetro e altura. Após a devida saturação, as amostras foram estabilizadas nas tensões de 1; 2; 3; 4; 5 e 6 kPa, possibilitando avaliar a retenção de água na porção mais úmida da curva de retenção e determinar a quantidade de macro e micro poros. A porosidade total foi calculada utilizando a densidade do solo e das partículas. Com essas determinações foi possível verificar que o Latossolo possui uma densidade maior nas duas camadas avaliadas. Observa-se ainda que o Planossolo e o Latossolo avaliados diferem quanto a percentagem dos tipos de poros. No Planossolo, a porosidade total foi maior na camada superficial, entretanto, a quantidade de macro e microporos foram estatisticamente iguais. Já no Latossolo, a porosidade total, macro e microporos não diferiram.

Palavras chave: mesa de tensão, porosidade do solo, potencial mátrico

1.INTRODUÇÃO

O solo é o compartimento do sistema agrícola com a função de retenção da água, de adsorção dos nutrientes essenciais e benéficos, fornecimento de calor, oxigênio e de sustentação das plantas. Quanto aos aspectos estruturais do solo, as propriedades fortemente correlacionadas com o espaço poroso do solo são muito importantes, principalmente porque têm ação direta no desenvolvimento vegetal: é pelo espaço poroso que ocorre o deslocamento de água e ar para a rizosfera das plantas, além de ser o espaço de crescimento radicular preferencial (BRITO, 2010)

Nos processos de fluxo desses fluidos no solo, a distribuição do tamanho e a conectividade dos poros são muito importantes, uma vez que os macroporos são drenados naturalmente pela força da gravidade, permitindo que ar atmosférico ocupe rapidamente esse espaço e, havendo conexões entre esses poros e os de menores diâmetros (mesoporo e microporo), as trocas gasosas entre a atmosfera do solo e o ar atmosférico são mais eficientes. Por outro lado, uma distribuição que contemple uma adequada proporção dos poros de menor diâmetro é importante para a retenção da água e sua disponibilização para as plantas (BRITO, 2010).

A estrutura do solo define uma geometria de poros, que influencia decisivamente a movimentação da água e do ar no perfil. Como a macroporosidade é a primeira fração de poro afetada pelas atividades antrópicas, torna-se necessária uma atenção especial quanto ao manejo a ser adotado.



O volume, o tamanho, a forma e o tipo de poros do solo, bem como a conectividade e a distribuição são usadas para predição de propriedades do solo, como é o caso da condutividade hidráulica (AMER et al., 2009).

O sistema de manejo do solo também é um aspecto importante, pois modifica substancialmente a distribuição do tamanho dos poros, fazendo com que haja impedimento ao movimento de água e ar no perfil do solo, quando é feito de forma inadequada (CAVALIERI et al., 2009). Este efeito é agravado quando a estrutura do solo é fraca, podendo acarretar aumento de 40% na densidade do solo e reduzindo a condutividade hidráulica do solo saturado em 10 vezes, por causa do cultivo convencional, ou seja, ocasionando uma situação mais prejudicial do que o não revolvimento do solo (ALLETO; COQUET, 2009).

Os Latossolos são caracterizados pelo avançado estágio de intemperização, muito evoluído, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Quanto à drenagem, variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram variedades que tem cores pálidas, característica relacionada a drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenados. Por sua vez, os Planossolos são imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela detenção de lençol d'água sobreposto (suspensão), de existência periódica e presença variável durante o ano (EMBRAPA, 1999).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi verificar se as condições impostas pelos sistemas de manejo implicam em uma redução da qualidade física do solo, avaliada pela densidade do solo, porosidade total, macro e microporos, nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m de um Latossolo e um Planossolo do ecossistema Caatinga, região sudoeste da Bahia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi (coordenadas geográficas: 14°13'30'' de latitude sul, 42°46'53'' de longitude oeste e altitude de 525 m), a qual é utilizada para cultivos de olerícolas, culturas anuais, fruticultura e pastagens, além de experimentos científicos nos últimos 15 anos. A precipitação pluvial anual média de 663,69 mm e a temperatura de 26° C.

Os solos escolhidos para o estudo foram o Latossolo e o Planossolo, sendo que o Latossolo estava cultivado com mandioca e o Planossolo encontrava-se em pousio, mas com presença de gramíneas.

Para as avaliações de densidade e distribuição do tamanho dos poros foram coletadas amostras com estrutura indeformada, utilizando um extrator tipo Uhland, com cilindros volumétricos de aproximadamente 0,05 m de diâmetro e altura. Essas dimensões dos cilindros foram medidas em triplicata, utilizando um paquímetro digital, possibilitando o cálculo do volume médio. Para a coleta das amostras, procedeu-se a remoção de restos vegetais e nivelamento da superfície, além do umedecimento prévio, com o objetivo de tornar a consistência do solo friável. Após esse procedimento, coletou-se as amostras nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m.

No laboratório de Física do Solo do IFBaiano/Campus Guanambi as amostras passaram pela remoção do excesso de terra, nas quais foi fixada um recorte de papel mata-borrão, com o mesmo diâmetro do cilindro volumétrico, afim de que o contato com o papel mata-borrão da mesa de tensão foi o mais perfeito possível, além de evitar a perda de partículas. Com isso, as amostras foram saturadas em uma bandeja por 24 horas, na qual adicionou-se água destilada gradativamente, até alcançar 2/3 da altura dos cilindros.

As amostras devidamente saturadas foram colocadas para estabilizar na mesa de tensão, na qual se procedeu a aplicação das tensões de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 kPa. Dessa maneira, procedeu a distribuição entre macro e microporos levando-se em conta a tensão de 3,0 kPa diretamente e por meio do ajuste da curva de retenção pelo modelo proposto por van Genuchten (1980). Para esse ajuste, utilizou-se o programa computacional TableCurve 2D (Jandel Scientific, Copyright 1989-1994), versão 5.01 (Trial).



A distribuição do tamanho de poros dos solos avaliados foi feita segundo a classificação proposta por Koorevaar et al. (1983), na qual os macroporos são poros com raio maior do que 50 μm , cuja principal função é a aeração do solo e a condução de água durante o processo de infiltração; mesoporos são aqueles com raio entre 15 e 50 μm , com a função principal de conduzir a água durante o processo de redistribuição e microporos são caracterizados por possuírem raio menor do que 15 μm , tendo a função principal de retenção e armazenagem de água no solo. Entretanto, a classificação foi simplificada para uma distribuição entre macro e microporos.

Para tanto, usou-se o conteúdo de água equilibrada na tensão (τ) de 3,0 kPa ($=0,30 \text{ m de água}$), pois no momento em que as amostras estiveram estabilizadas (paralisação do gotejamento), os poros com raio (r) maior que 50 μm estavam esvaziados de água, conforme equação de Kelvin(1), com $R = r$:

$$r = \frac{2\sigma}{\rho_a g \tau}, \quad (1)$$

na qual as constantes σ , ρ_a e g (coeficiente de tensão superficial da água, densidade da água e aceleração da gravidade, respectivamente) são iguais a $\sigma = 0,072 \text{ N m}^{-1}$, $\rho_a = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ e $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$.

Denominando o conteúdo de água de θ e a porosidade total do solo de α , temos que $\theta / \alpha = V_a / V_p$, onde V_a e V_p são os volumes de água e de poros, respectivamente. Lembrando que $V_p = V_a + V_{ar}$, onde V_{ar} é o volume de ar, então, evidentemente, $\theta / \alpha = (V_p - V_{ar}) / V_p$. Desse modo, quando $\theta / \alpha = 1$, tem-se que $V_{ar} = 0$ ou que todos os poros do solo estão cheios de água. Portanto, para $\tau = \tau_0 = 0 \text{ m de água}$, $\theta = \theta_s =$ conteúdo de água volumétrico no solo saturado. Para $\tau = \tau_1 = 0,3 \text{ m de água}$ ($r_1 = 50 \mu\text{m}$), a frequência acumulada $\theta / \alpha = \theta_l / \alpha$ (poros de $r < r_1 = 50 \mu\text{m}$) correspondeu ao volume de poros do solo que estava cheio de água, ou seja, a quantidade de microporos (LIBARDI, 2010). A frequência acumulada de macroporos é igual à frequência acumulada do solo saturado menos a frequência acumulada quando da aplicação da tensão de 0,30 m de água.

A densidade do solo (ρ) foi determinada pelo método do cilindro volumétrico:

$$\rho = \frac{m_s}{V_c}, \quad (2)$$

na qual m_s e V_c são a massa de solo seco e o volume médio do cilindro volumétrico, respectivamente. Para tanto, as massas do recorte de papel mata-borrão e do cilindro volumétrico também foram previamente medidas, para que se fosse possível removê-las da massa da amostra de solo. Para obtenção da massa do solo seco, as amostras foram colocadas em estufa (105°C, por 48 horas), e pesadas em balança de precisão.

Com a densidade do solo determinada, calculou-se a porosidade total do solo (α):

$$\alpha = 1 - \left(\frac{\rho}{\rho_s} \right), \quad (3)$$

na qual ρ_s é a densidade das partículas, considerada como a densidade média das partículas ($\rho_s = 2.650 \text{ kg m}^{-3}$).

O delineamento experimental foi o inteiramente aleatorizado, com quatro tratamentos (T_1 e T_2 – percentual de macroporos do Latossolo nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente, e T_3 e T_4 , – percentual de macroporos do Planossolo nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente) e 10 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do solo é um atributo que se relaciona com o processo de consolidação e compactação do solo. Observa-se que a camada superficial dos solos avaliados possuem uma densidade bem menor que a camada subjacente (0,1-0,2 m), provavelmente por causa do preparo



superficial do solo. O Latossolo possui uma densidade levemente maior nas duas camadas de solo (figura 1).

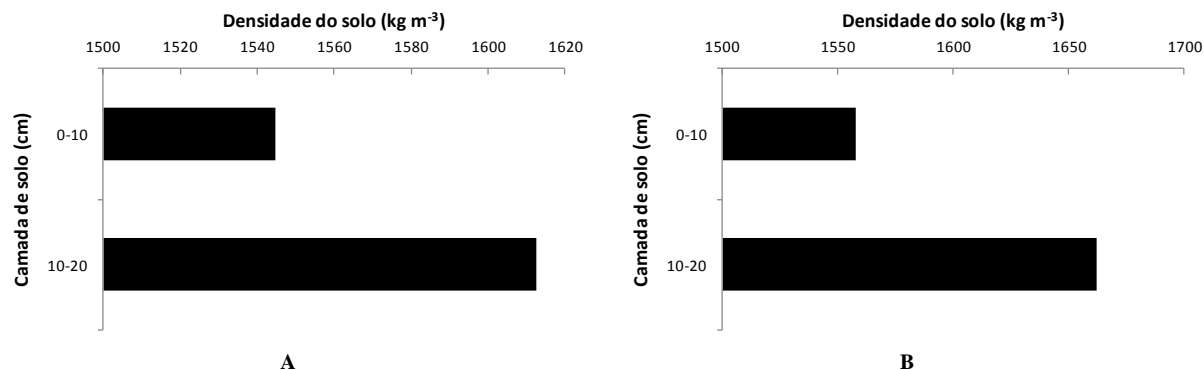


Figura 1. Densidade do solo em função das camadas estudadas no Planossolo (A) e Latossolo (B).

Quanto ao espaço poroso, observa-se que o Planossolo e o Latossolo (camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m) avaliados diferem quanto a percentagem dos tipos de poros. No Planossolo, a porosidade total foi maior na camada superficial, entretanto, a quantidade de macro e microporos foram estatisticamente iguais. Já no Latossolo, a porosidade total, macro e microporos não diferiram entre as camadas. Analisando os dois solos, observa-se que a porosidade total da camada superficial foi maior no Planossolo, não havendo diferenças quanto aos tipos de poros. Na camada subsuperficial dos solos, verifica-se que a porosidade total do Latossolo foi superior a do Planossolo e que os macro e microporos foram semelhantes. A maior porosidade total na camada superficial é devido à menor densidade do solo apresentada, principalmente para o Planossolo (Figura 2).

O percentual adequado de macroporos em um solo deve ser de pelo menos 10%. Nota-se que os solos apresentam percentual maior que 10%, ou seja, os solos não apresentam restrição física ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas agrícolas quanto à macroporosidade. Entretanto, apesar da densidade do solo na camada de 0,1-0,2 não representar compactação, devido a textura mais arenosa, a mesma encontra-se elevada, o que reflete num menor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, uma vez que a resistência do solo à penetração se eleva.

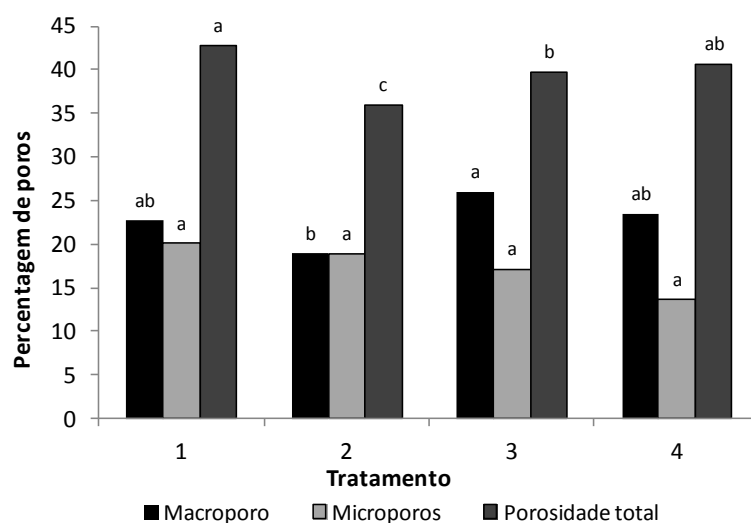


Figura 2. Percentagem de poros total e macro e microporos nas camadas de 0-0,1 (T₁) e 0,1-0,2 m (T₂) no Planossolo e nas camadas de 0-0,1 (T₃) e 0,1-0,2 m (T₄) no Latossolo. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.



Esses resultados podem ser explicados pelo manejo do solo e da cultura, uma vez que o preparo do solo foi superficial no caso do Latossolo e por está no estágio final da cultura da mandioca, enquanto o Planossolo encontra-se em pousio.

Para comparar a porosidade total determinada por meio da densidade do solo e das partículas, construíram-se curvas de retenção de água no solo (Figura 3).

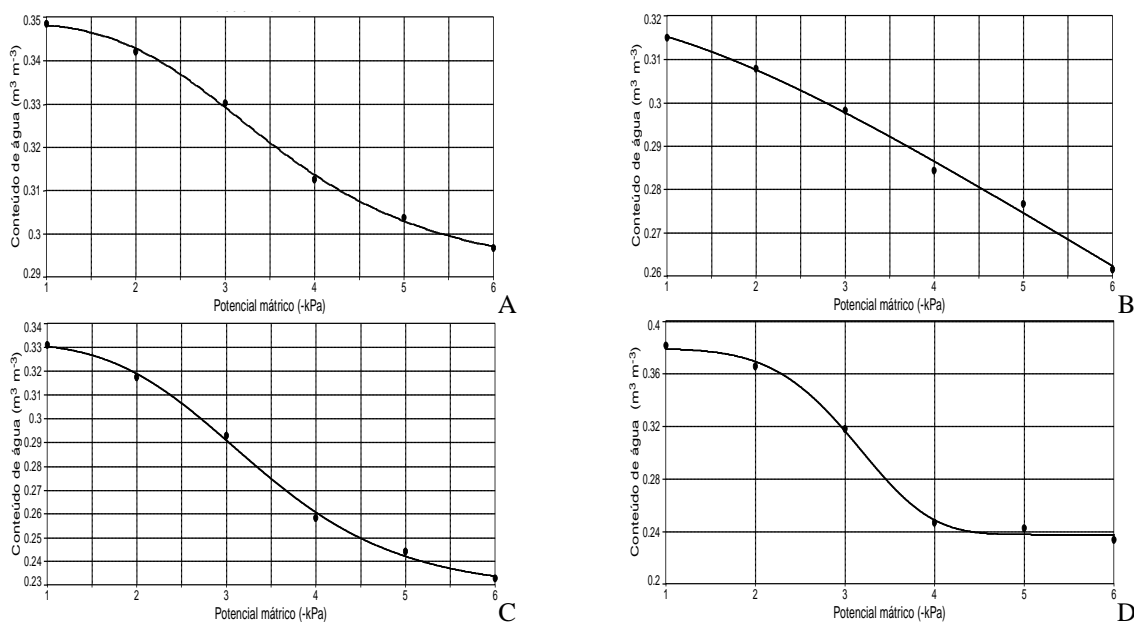


Figura 3. Curvas de retenção da água no solo no Planossolo, camadas de 0-0,1 (A) e 0,1-0,2 m (B), e no Latossolo, nas camadas de 0-0,1 (C) e 0,1-0,2 m (D).

Os parâmetros de ajuste das referidas curvas, segundo o modelo de van Genuchten, são apresentados na Tabela 1. Observa-se que a umidade de saturação (θ_s) corresponde à porosidade total e que pelas curvas de retenção, o maior valor foi de $0,379 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, enquanto as porosidades totais calculadas com as densidades do solo e das partículas foram maiores. Essa divergência é devido, possivelmente, por se ter utilizado a densidade das partículas média (2650 kg m^{-3}) e ao ajuste das curvas, o qual integra a variabilidade espacial dos solos, uma vez que os pontos experimentais dessas curvas de retenção foram obtidas com diferentes amostras de solo. A curva de retenção do Planossolo (camada de 0,1-0,2 m) não apresentou os dois patamares com as demais e os parâmetros de ajuste do modelo de van Genuchten (1980) ficou comprometido, apresentando a umidade residual (θ_r) negativa.

Tabela 1. Parâmetros de ajuste das curvas de retenção nos dois solos e camadas avaliadas segundo o modelo de van Genuchten.

Tratamento	Parâmetros de ajuste da curva de retenção pelo modelo de van Genuchten				
	$\theta_s (\text{m}^3 \text{ m}^{-3})$	$\theta_r (\text{m}^3 \text{ m}^{-3})$	$\alpha (-\text{kPa})$	M	n
Planossolo					
T ₁ (0-0,10 m)	0,348	0,290	0,258	1,210	3,626
T ₂ (0,1-0,2 m)	0,319	-0,409	0,108	0,202	1,637
Latossolo					
T ₃ (0-0,10 m)	0,332	0,228	0,236	1,933	3,548
T ₄ (0,1-0,2 m)	0,379	0,237	0,147	40,650	5,182



4. CONCLUSÕES

O Latossolo possui uma densidade superior ao Planossolo nas duas camadas avaliadas, fazendo com que a porosidade total, sobretudo na camada superficial fosse menor, enquanto na camada subsuperficial o Latossolo apresentou maior porosidade total.

Os solos avaliados não diferiram quanto aos macro e microporos, sendo que ambos a percentagem de macroporos foi superior ao limite crítico ao desenvolvimento do sistema radicular.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao IFBaiano pelo custeio e pelas bolsas de iniciação científica júnior oferecidas, sem os quais não seria possível realizar essa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALLETTO, L.; COQUET, Y. Temporal and spatial variability of soil bulk density and near-saturated hydraulic conductivity under two contrasted tillage management systems. **Geoderma**, Amsterdam, v. 152, n. 1/2, p. 85-94, 2009.

AMER, A.M.M.; LOGSDON, S.D.; DAVIS, D. Prediction of Hydraulic Conductivity as Related to Pore Size Distribution in Unsaturated Soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 174, n. 9, p. 508-515, Sept., 2009.

BRITO, A.S. **Variabilidade espacial da condutividade hidráulica e da permeabilidade ao ar em função dos conteúdos de água e ar no solo**. 2010. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; LEÃO, T. P.; DEXTER, A. R.; HÅKANSSON, I. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in a Rhodic Ferrasol in Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, 103:158-164, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412 p.

LIBARDI, P.L. **Água no Solo**. In: van LIER, Q.J. (editor). Física do solo, Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010, 298 p.

KOOREVAAR, P.; MENELIK, G; DIRKSEN, C. **Elements of soil physics**. Amsterdam: ELSEVIER, 1999. 228 p.

MOLDRUP, P.; OLESEN, T.; KOMATSU, T.; SCHJONNING, P.; ROLSTON, D.E. Tortuosity, Diffusivity, and Permeability in the Soil Liquid and Gaseous Phases. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, n. 3, p. 613-623, 2001.

van GENUCHTEN, M.T.A Closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.