



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

INTERVALO HÍDRICO ÓTIMO (IHO) DO HORIZONTE AB DE UM ARGISSOLO AMARELO DE TABULEIROS COSTEIROS

Ismar Lima de Farias⁽¹⁾; Edson Patto Pacheco⁽²⁾; Jorge Luiz de Sousa Lima Junior⁽³⁾; Pedro Roberto Almeida Viêgas⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestrando em Agroecossistemas – Bolsista FAPTEC-SE; NEREN/Departamento de Agronomia; Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, S/N, CEP 49.100-000, São Cristóvão – SE; e-mail: ismarfarias@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros; Avenida Beira Mar, 3.250, Jardins, 49.025-040, Aracaju – SE; patto@cpatc.embrapa.br ⁽³⁾ Graduando em Agronomia - Bolsista PIBIC/CNPq/EMBRAPA; Departamento de Agronomia - Universidade Federal de Sergipe; ⁽⁴⁾ Professor; Departamento de Agronomia - Universidade Federal de Sergipe

Resumo – O Intervalo Hídrico Ótimo (IHO) corresponde ao intervalo de umidade do solo em que não há restrição ao desenvolvimento radicular das plantas provocado pela baixa aeração do solo (θ_{pa}) (aeração mínima $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e nem resistência mecânica à penetração (RP), dentro do intervalo de água disponível as plantas, que é, entre a capacidade de campo (θ_{cc}) e o ponto de murcha permanente (θ_{pmp}). Este trabalho teve como objetivo determinar o IHO e a densidade crítica do horizonte AB de um Argissolo Amarelo de tabuleiros costeiros, por meio do gráfico de limite de umidade volumétrica em função de diferentes densidades do solo. Para o presente estudo, foi considerada a profundidade de 0,20-0,40m, representativo do horizonte AB do Argissolo Amarelo. As diferentes densidades do solo (1,40; 1,45; 1,50; 1,55; 1,60 e $1,65 \text{ Mg. m}^{-3}$) foram obtidas por meio do confinamento de amostras, com estrutura não preservada, em anéis volumétricos de PVC com altura e diâmetro de 0,02 e 0,052 m, respectivamente. O aumento da densidade do Argissolo na profundidade de 0,20 a 0,40 m teve pouca influência na água disponível. A compactação diminuiu o IHO do horizonte AB do Argissolo Amarelo estudado. A densidade crítica, para o solo do horizonte AB do Argissolo estudado, foi determinada pela θ_{rp} e θ_{pa} . O valor elevado para densidade crítica obtido indica a necessidade da realização de estudos sobre o efeito de ciclos de umedecimento e secagem, sobre a estabilização da resistência a penetração de amostras com estrutura não preservada.

Palavras-Chave: Resistência à penetração, capacidade de campo, densidade do solo, porosidade de aeração, ponto de murcha permanente.

INTRODUÇÃO

O tráfego intenso com máquinas agrícolas, utilizadas desde a implantação de lavouras até a colheita, pode resultar na compactação do solo, alterando de forma indesejada o seu comportamento hidrológico, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas.

Processos biológicos que ocorrem nos solos variam significativamente com o conteúdo de água (Reichert et al., 2010). Quando os níveis de água são muito baixos limitam esses processos pela pouca disponibilidade ou pela alta resistência do solo à penetração, já quando os níveis são altos limitam pela baixa aeração do solo.

Um determinado solo pode ser considerado quimicamente adequado para o cultivo de plantas e produzir abaixo da expectativa esperada em razão das limitações físicas que comprometam o desenvolvimento de raízes, a absorção de água e de nutrientes (Dias Junior, 2000; Reichert et al., 2007).

A qualidade física dos solos pode ser avaliada por vários indicadores, entre eles, o Intervalo Hídrico Ótimo (IHO), que foi definido por Tormena et al. (1998) como uma região delimitada em seu limite superior e inferior pela disponibilidade de água com o mínimo de restrição ao crescimento radicular, porém não considerando somente como limite a água disponível, mas também, a aeração e a resistência do solo à penetração.

O IHO integra as propriedades físicas do solo que diretamente influenciam o desenvolvimento das culturas (Pacheco, 2010).

Este trabalho teve como objetivo determinar o IHO e a densidade crítica do horizonte AB de um Argissolo Amarelo de tabuleiros costeiros, por meio do gráfico de limite de umidade volumétrica em função de diferentes densidades do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado foi retirado de uma área cultivada com cana-de-açúcar durante 14 anos na fazenda Progresso, Usina Coruripe-AL, com latitude $10^{\circ} 01' 39,5''$ S e longitude $36^{\circ} 12' 30,7''$ W, pluviosidade média anual de aproximadamente 1.400 mm e temperatura média de $24,4^{\circ}\text{C}$. O solo avaliado foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico, relevo plano, textura média (leve)/argilosa.

Para o presente estudo, foi considerada a profundidade de 0,20-0,40m, representativo do horizonte AB do Argissolo Amarelo. As diferentes densidades do solo (1,40; 1,45; 1,50; 1,55; 1,60 e $1,65 \text{ Mg. m}^{-3}$) foram obtidas por meio do confinamento de amostras, com estrutura não preservada, em anéis volumétricos de PVC com altura e

diâmetro de 0,02 e 0,052 m, respectivamente. As amostras referentes a três repetições para cada densidade, foram submetidas a seis potenciais matriciais (-0,006; -0,010; 0,033; -0,100; -0,500 e -1,5 MPa), perfazendo um total de 108 amostras. A distribuição do tamanho de poros (Macro e Micro) foi determinada por meio da água retida nas amostras submetidas à tensão de -0,006 MPa. Após a estabilização da umidade, as amostras foram submetidas ao ensaio de resistência a penetração em laboratório, utilizando um penetrógrafo de bancada da marca Marconi, equipado com célula de carga contendo haste com cone de 4 mm de diâmetro e ângulo de 45°. A velocidade de penetração constante foi calibrada para 10 mm min⁻¹, tendo cada ensaio uma duração de 80 segundos. Para o cálculo da resistência à penetração média, de cada ensaio, foram considerados os dados de força de penetração entre 40 e 80 s, sendo que, o equipamento registra, por meio de software e PC, um dado de força de penetração (kgf) a cada segundo. A resistência à penetração foi calculada conforme equação citada por Pacheco (2010).

Para obtenção do gráfico de intervalo hídrico ótimo (IHO), foram determinados os modelos exponenciais (Dias Junior, 2000) de resistência do solo à penetração em função do teor de umidade volumétrica ($RP = a e^{b\theta}$) (Tabela 1), por meio das quais, foram calculados os valores de umidade volumétrica, para qual a resistência do solo a penetração é $\geq 2,0$ MPa ($\theta_{rp} = [\ln(2000/a)]/b$), para cada densidade do solo consideradas no estudo.

Tabela 1. Coeficientes de ajuste "a" e "b" e coeficiente de determinação (R^2), das regressões de resistência do solo à penetração determinada em laboratório (RP), em função da umidade volumétrica do solo (θ), para seis níveis de densidade do solo (Ds).

Ds (Mg m ⁻³)	RP = f (θ) $\rightarrow$ RP = a e ^{bθ}		
	a	b	R ²
1,40	11063,00	-31,46	0,91
1,45	8402,60	-26,51	0,85
1,50	22508,00	-31,55	0,86
1,55	9083,80	-21,58	0,81
1,60	10611,00	-20,24	0,99
1,65	17871,00	-22,91	0,89

Os valores da umidade volumétrica para porosidade de aeração (θ_{pa}) (0,10 m³ m⁻³) (Silva et al., 2010), capacidade de campo (θ_{cc}) (potencial matricial de -0,010 Mpa), e ponto de murcha permanente (θ_{pmp}) (com amostras submetidas a -1,5 MPa), também foram determinados para cada densidade. Por meio de modelos de regressão linear, foram ajustadas as curvas de θ_{rp} , θ_{pmp} , θ_{cc} e θ_{pa} em função da densidade do solo. Todos os coeficientes de ajuste das equações de regressão

foram obtidos utilizando o programa SAEG 9.1, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A medida que foram impostos incrementos na Ds, observou-se um aumento dos valores da sua umidade para que a resistência à penetração fosse $\geq 2,0$ MPa (θ_{rp}) (Tabela 2). Esse comportamento mecânico está relacionado com o maior atrito entre as partículas sólidas, devido à diminuição e distribuição de poros na matriz do solo. Segundo Lebert & Horn (1991), a densidade afeta o ângulo de atrito interno por estar relacionada ao arranjo espacial das partículas, ou seja, o número de pontos de contato entre as mesmas, sendo que, para o mesmo material o atrito é tanto maior quanto maior for a densidade. Além disso, a água também afeta o ângulo de atrito interno por constituir-se em um agente lubrificante entre as partículas sólidas, consequentemente, quanto maior for a densidade, maior poderá ser a quantidade de agente lubrificante (água) para que a $\theta_{rp} \geq 2,0$ MPa.

Com o aumento da Ds, observou-se uma diminuição da umidade da porosidade de aeração (θ_{pa}), bem como, um aumento na umidade do ponto de murcha permanente (θ_{pmp}) e da capacidade de campo (θ_{cc}) (Tabela 2). Isso ocorre porque a capacidade de armazenamento de água do solo está relacionada com o tamanho dos seus poros, que pode ser drasticamente reduzido em função do incremento da Ds, que reflete a compactação de solos cultivados, convergindo com resultados obtidos por (Borges et al., 1999).

Observou-se que as alterações na porosidade total do horizonte AB do Argissolo estudado, devido à compactação (aumento da Ds), teve maior relação com a macroporosidade do que com a microporosidade (Tabela 2). Esses resultados corroboram com Silva & Kay (1997), que afirmam que a microporosidade do solo é fortemente influenciada pela textura, teor de carbono orgânico e muito pouco influenciada pelo aumento da densidade do solo, originada do tráfego de máquinas e implementos, ou seja, as alterações na porosidade de um solo estão mais relacionadas com a estrutura (agregação) que forma os macroporos.

A crescente densidade do solo provocou incremento semelhante para a θ_{cc} e a θ_{pmp} , ou seja, essas duas variáveis apresentaram pequena diferença entre seus coeficientes angulares ($b = 0,0846$ e $0,0663$, respectivamente) para as equações de regressão linear, o que proporcionou uma pequena variação da água disponível ($AD = \theta_{cc} - \theta_{pmp}$), com o aumento da densidade do solo (Figura 1). Por apresentar uma maior variação em função da densidade, ou seja, maior coeficiente angular (0,1625), a θ_{rp} cruza as retas de θ_{cc} , θ_{pmp} e θ_{pa} , determinando os limites de intervalo hídrico ótimo (IHO) para o horizonte AB desse solo (Figura 1). A partir da Ds = 1,55 Mg m⁻³, a quantidade de água no solo, limitante para o desenvolvimento de raízes, passa a ser a θ_{rp} e não a θ_{pmp} . Desse ponto em diante, a AD deve ser substituída pelo IHO que diminui até o ponto de encontro entre as retas de θ_{rp} e θ_{pa} , onde o IHO passa a ser zero, correspondendo a densidade do solo crítica ($D_{sc} = 1,97$ Mg m⁻³) ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Figura 1). No entanto, a Dsc encontrada pode ser

considerada muito alta, pois é praticamente igual a densidade máxima obtida pelo o teste de Proctor, para o mesmo solo, por Pacheco (2010).

Esses resultados apontam a necessidade de realizar estudo com amostras com estrutura não preservadas submetidas a diferentes ciclos de umedecimento e secagem, para verificar o efeito na estabilização da matriz do solo, quando tem sua estrutura perturbada (Petean et al., 2010)

CONCLUSÕES

1. O aumento da densidade do Argissolo na profundidade de 0,20 a 0,40 m teve pouca influencia na água disponível.
2. A compactação diminuiu o IHO do horizonte AB do Argissolo Amarelo estudado
3. A densidade crítica, para o solo do horizonte AB do Argissolo estudado, foi determinada pela θ_{rp} e θ_{pa} .
4. O valor elevado para densidade crítica obtido indica a necessidade da realização de estudos sobre o efeito de ciclos de umedecimento e secagem, sobre a estabilização da resistência a penetração de amostras com estrutura não preservada.

AGRADECIMENTOS

A Usina Coruripe pela disponibilização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, bem como, pelo apoio logístico na extração das amostras do horizonte AB de um Argissolo Amarelo distrófico.

REFERÊNCIAS

- BORGES, A.L.; KIEHL, J.C. & SOUZA, L.S. Alteração de propriedades físicas e atividade microbiana de um latossolo amarelo álico após o cultivo com fruteiras perenes e mandioca. R. Bras. Ci. Solo, 23:1019-1025, 1999.
- DIAS JUNIOR, M.S. Compactação do solo. Tópicos em Ciência do Solo, Viçosa, 1:56-94, 2000.
- LEBERT, M.; HORN, R. A. Method to predict the mechanical strenght of agricultural soils. Soil & Tillage Research, v.19, p.275-286, 1991.
- PACHECO, E. P. Estudo da compressibilidade e qualidade de um argissolo amarelo cultivado com cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros de Alagoas. Recife: UFRPE, 2010. 116p. Tese Doutorado.
- PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J. Intervalo hídrico ótimo de um latossolo vermelho distroférrico sob plantio direto em sistema de integração lavoura-pecuária. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 34, n. 5, out. 2010.
- REICHERT, J.M.; REINER, D.J; SUSUKI, L.E.A.S.; HORN, R. S. Mecânica do solo. In: VAN LIER, Q.J., Física do solo. 1.ed. Viçosa, SBCS, 2010. p.29-102.
- SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; DIAS JUNIOR, M.S.; OMHOFF, S.; KLEIN, V.A. Indicadores da qualidade física do solo. In: VAN LIER, Q.J., Física do solo. 1.ed. Viçosa, SBCS, 2010. p.241-282.
- REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: Tópicos de Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.49-134, 2007.
- SILVA, A.P. & KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. Soil Sci. Soc. Am. J., 61:877-883, 1997.
- TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.22, p.573-581, 1998.

Tabela 2. Umidade volumétrica do solo: na qual a resistência do solo à penetração $\geq 2,0$ MPa (θ_{rp}), ponto de murcha permanente (θ_{pmp}), capacidade de campo (θ_{cc}) e porosidade de aeração (θ_{pa}), para seis níveis de densidade do solo (Ds).

Ds (Mg m ⁻³)	θ_{rp} (m ³ m ⁻³)	θ_{pmp} (m ³ m ⁻³)	θ_{cc} (m ³ m ⁻³)	θ_{pa} (m ³ m ⁻³)	Macro (m ³ m ⁻³)	Micro (m ³ m ⁻³)
1,40	0,05434	0,067	0,116	0,364	0,32	0,15
1,45	0,05415	0,068	0,116	0,344	0,30	0,15
1,50	0,07673	0,073	0,121	0,325	0,28	0,15
1,55	0,07013	0,076	0,130	0,306	0,25	0,15
1,60	0,08237	0,079	0,139	0,287	0,23	0,16
1,65	0,09560	0,083	0,130	0,268	0,22	0,15

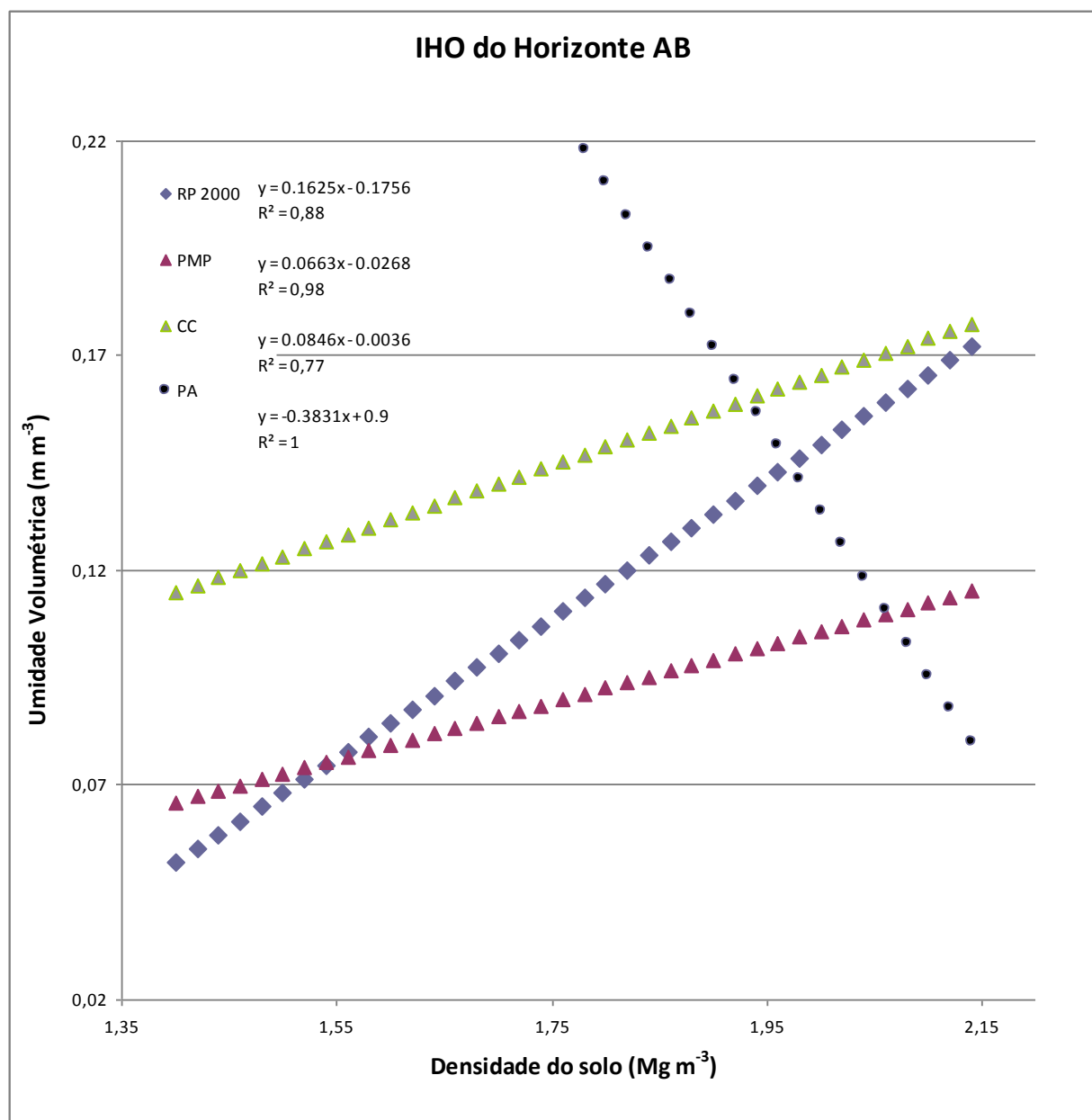


Figura 1: Gráfico do conteúdo de água do solo na capacidade de campo (θ_{cc}), ponto de murcha permanente (θ_{pmp}), porosidade de aeração (θ_{pa}) e resistência do solo a penetração (θ_{RP}), em função da densidade do solo.