

MODELAGEM DA TRANSFERÊNCIA DAS PRESSÕES APLICADAS NA SUPERFÍCIE DE UM ARGISSOLO DO TABULEIROS COSTEIROS

DAVI SOUZA DE SANTANA¹, MARIANA DIAS MENESES², EDSON PATTO PACHECO³, WELINGTON GONZAGA DO VALE⁴, MARCOS VINÍCIUS DE SOUZA CHAVES⁵, ADILSON MACHADO ENES⁶

¹ Engenheiro agrícola, Universidade Federal de Sergipe

² Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, (79) 998194773, mari_dias19@yahoo.com.br.

³ Pesquisador Dr., Embrapa Tabuleiros Costeiros, (79) 988371374, edson.patto@embrapa.br.

⁴ Professor Dr., Universidade Federal de Sergipe, (79)981180573, valewg@gmail.com.

⁵ Especializando em Gestão do Agronegócio, Universidade Metropolitana de São Paulo, (79)988685368, xavesmarcosvinicius96@gmail.com.

⁶ Professor Dr., Universidade Federal de Sergipe, (79)98224381, adilsonenes@gmail.com.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: o horizonte subsuperficial coeso dos Argissolos de Tabuleiros Costeiros, reduz a profundidade efetiva desses solos, comprometendo a produtividade e longevidade das lavouras de culturas perenes. Essa limitação pode ser potencializada quando a pressão aplicada na superfície do horizonte Ap, durante o tráfego de máquinas agrícolas é transmitida para horizontes mais profundos, AB ou Bt, em níveis superiores a capacidade de suporte de carga dessas camadas. Objetivou-se com esta pesquisa modelar matematicamente a transferência de pressões aplicadas à superfície do horizonte Ap de um Argissolo para camadas subsuperficiais buscando relacionar a pressão aplicada com a umidade do perfil de solo, para isso os testes foram realizados em duas áreas diferentes, considerando cinco espessuras do horizonte Ap e três umidades diferentes. Com concluiu-se com o experimento que a umidade apresenta efeito de amortecimento sobre a pressão transmitida de camadas superiores para subsuperfície, a pressão transmitida para subsuperfície apresenta comportamento exponencial com correlação negativa em função da profundidade, independente da pressão aplicada na superfície e o aumento da área de contato para aplicação de pressões na superfície do solo, atenua a transmissão de pressão para camadas inferiores, quando é comparado à mesma pressão aplicada em áreas menores.

PALAVRAS-CHAVE: horizonte Ap, compactação sub superficial, suporte de cargas.

MODEL OF THE PRESSION TRANFER APPLY ON AN ALFISOL OF TABULEIROS COSTEIROS

ABSTRACT: The cohesive subsurface horizon of the Arfisol of Tabuleiros Costeiros reduces the effective depth of these soils, compromising the yield and longevity of the perennial crops. This pedogenetic limitation can be potentiated when the pressure applied on the surface of the Ap horizon, during the traffic of agricultural machinery is transmitted to deeper horizons, AB or Bt, at higher levels the load-bearing capacity of these layers. The objective of this research was to mathematically model the transfer of pressures applied to the surface of the Ap horizon of an Alfisol for subsurface layers, relating the pressure applied to the soil

profile moisture. For this, the tests were performed on two different areas, considering five thicknesses of the Ap horizon and three different humidity levels. With the experiment it was concluded that moisture has a damping effect on the pressure transmitted from upper layers to subsurface; the pressure transmitted to the subsurface shows an exponential function with negative correlation as a function of depth, independent of the applied pressure on the surface. The increase in the contact area for the application of pressures on the soil surface attenuates the transmission of pressure to lower layers when compared to the same pressure applied in smaller areas.

KEYWORDS: Ap horizon, subsurface compaction, load support.

INTRODUÇÃO: os solos dos Tabuleiros Costeiros que incluem os Argissolos são em geral, pobres em nutrientes, em matéria orgânica e são caracterizados pela presença de camadas adensadas (camadas coesas) localizadas quase sempre entre 20 e 60 cm de profundidade (Jacomine, 2001). A cana-de-açúcar dos estados da Bahia, Sergipe e Alagoas está assentada predominantemente em Argissolos e Latossolos Amarelos. Assim, apesar do grande potencial dos Tabuleiros Costeiros para a exploração agrícola, relacionado à topografia favorável, à mecanização e à proximidade de grandes centros consumidores, há limitações edafoclimáticas que comprometem a produtividade da cultura. A baixa fertilidade desses solos e a má distribuição das chuvas, associada aos horizontes coesos, destacam-se dentre as principais limitações à produção de cana nos Tabuleiros Costeiros (Rezende et al., 2015). A compactação e o adensamento decorridos de uma alteração dos poros do solo acarretam em uma série de problemas que afetam direta ou indiretamente a produção agrícola ao causarem restrição do crescimento e desenvolvimento radicular (Lima et al., 2015). Entretanto, Cintra (1997) sugere que a camada coesa exerce ação benéfica, favorecendo o armazenamento da água no solo e amenizando o estresse hídrico da planta no início da estação seca.

Desse modo, objetivou-se com este trabalho desenvolver e avaliar a eficiência de um método laboratorial para estimar a transferência de pressões aplicadas na superfície do solo para camadas subsuperficiais.

MATERIAL E MÉTODOS: foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições, no esquema fatorial 5x3x6, totalizando 90 tratamentos e 4 repetições sendo realizados 360 ensaios, foram realizados dois ensaios, com 2 duas áreas diferentes, totalizando 720 ensaios, sendo consideradas cinco espessuras do horizonte Ap: 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25 m, três níveis de umidades do solo com base na capacidade de campo (θ_{cc}): solo seco, 25% da θ_{cc} e 50% da θ_{cc} e seis níveis de pressão aplicadas no topo do corpo de prova: 25, 50, 100, 150, 200 e 250 kPa. As cinco espessuras do horizonte Ap (EHAp) foram obtidas por meio da contenção de uma massa de solo, em cilindros de PVC com diâmetro de 0,10 m e com alturas variadas. A massa de solo foi calculada conforme o volume de solo necessário, para obter uma densidade do solo de 1,42 mg.ton⁻³, avaliada por meio de amostras indeformadas coletados com trado de Huland.

Para os três níveis de umidade do solo (θ) foram considerados solo seco a sombra e adição de água ao solo seco para obtenção das umidades volumétricas de 25% e 50% da θ_{cc} . Os seis níveis de pressão na superfície (PS) foram obtidos por meio de uma prensa mecânica de acionamento manual. Dois discos de metal de 20,43 e 65,04 cm² de área os quais foram posicionados no topo do corpo de prova e sobre ele aplicada cargas que corresponderam aos seis níveis de pressão preestabelecidos. A manivela da prensa foi acionada até que o micrômetro digital atingisse a leitura correspondente à carga desejada no ensaio em questão.

A leitura da força transmitida até a base do corpo de prova foi medida por meio de uma célula de carga com capacidade de 20 kgf, que conectada ao “datalogger” do penetrógrafo de

bancada, da marca Marconi, registrou a força em kgf transmitida a cada segundo. Utilizando software específico, os dados de força foram registrados em um arquivo '.txt', do qual foi selecionado o maior valor registrado. Esse valor foi utilizado para calcular a pressão transmitida do topo para a base do corpo de prova, conforme equação a seguir:

$$PTPS = (FMS/6,16) * 98,0665 \quad (1)$$

em que,

PTPS - pressão transmitida para subsuperfície (kPa)

FMS - força máxima na subsuperfície (kgf)

6,16 - área de contato da célula de carga com a subsuperfície (cm²)

98,0665 - transformação de kgf.cm⁻² para kPa

Após a determinação das PTPS para cada ensaio, foi elaborado um modelo, por meio de regressão, para estimativa da PTPS em função da espessura do horizonte Ap (EHA_p), θ e PS. O modelo buscou adequar os pontos à Equação 2 estimando as constantes 'a' e 'b' do mesmo.

$$y = a * e^{(-b * x)} \quad (2)$$

em que,

y - eixo das abcissas, representando os valores de média das pressões transferidas (kPa)

x - eixo das ordenadas representando os valores de profundidade da camada

Após estabelecidas as cargas a serem aplicadas para obter-se a pressão desejada, o experimento prosseguiu aplicando as cargas por meio dos discos de área de contato 20,43 e 65,04cm². A curva característica de cada uma das tensões para o delineamento de cada umidade foi obtida por regressão da Equação 2 e as equações de regressão foram obtidas por meio do software Excel, considerando os três níveis de umidade e seis níveis de pressão aplicadas no topo do corpo de prova (PS), simulando pressões aplicadas na superfície do solo durante o tráfego de máquinas agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: para os ensaios realizados com pressão aplicada com o disco de menor área, pode-se observar um comportamento distinto quando as pressões foram aplicadas ao solo com umidade de 50 % CC, sendo que, para a profundidade de 15 cm a PSS não atingiu 100 kPa, mesmo para uma pressão de 250 kPa aplicada na superfície do corpo de prova. A explicação para esse comportamento é o menor atrito entre as partículas do solo proporcionado pela água, fazendo que o corpo de prova apresente uma maior deformação durante a aplicação da pressão na sua superfície, funcionando como um amortecedor, consequentemente, diminuindo as pressões transmitidas para camadas mais profundas. Isso pode ser comprovado por meio da diminuição do coeficiente "b" das equações de regressão, chegando a -0,088 para a curva referente à PS de 150 kPa, para umidade do solo de 50% CC. Comparando as duas áreas de contato observa-se que o aumento da área de contato para aplicação da pressão na superfície, resultou em uma diminuição das pressões transmitidas para as camadas inferiores. Logo como observado por Oswald Filho et al. (2015), a água ainda teve um papel de lubrificante entre as partículas do solo, funcionando como um amortecedor das pressões aplicadas na superfície. Para os corpos de prova com teor de água de 50% CC, a pressão transmitida para subsuperfície não atinge 50 kPa mesmo para a pressão de 250 kPa aplicada na superfície, valor que é ultrapassado na profundidade de 15 cm quando a pressão era aplicada no solo com umidade de 0 e 25% CC. O teor de água teve importância na atenuação das pressões transferidas, no entanto, o aumento da área de contato foi mais expressivo, para pressões constante, reduzindo a PSS de aproximadamente 100 kPa para 50 kPa na profundidade de 15 cm, quando a pressão aplicada no topo dos corpos de prova era de 250 kPa.

Diferente de Gubiani et al. (2017), que propôs uma abordagem alternativa, este trabalho adaptou de maneira simples os resultados, tendo boa correlação dos dados de transmissão e umidade por uma regressão a uma curva exponencial. Com o aumento da área de contato a

pressão que chega aos horizontes subsuperficiais é menor, devido à melhor distribuição das forças. Segundo Fernandes et al. (2013), a diminuição do prejuízo de compactação é efetivamente obtida quando se reduz a pressão aplicada por unidade de área e eleva-se a área de contato por meio da utilização de esteiras ou de pneus mais largos com menor pressão de inflação. Um exemplo são os pneus radiais de baixa pressão e alta flutuação destinados aos veículos de transporte de cana-de-açúcar e carretas agrícolas que tem como características maior capacidade de carga com baixas pressões de calibragem, possibilitando o transporte de cargas pesadas em baixas pressões do pneu sobre o solo.

CONCLUSÕES: o aumento da umidade do solo apresenta efeito de amortecimento sobre a pressão transmitida de camadas superiores para subsuperfície. A pressão transmitida para subsuperfície apresenta comportamento exponencial com correlação negativa em função da profundidade, independente da pressão aplicada na superfície. O aumento da área de contato para aplicação de pressões na superfície do solo, atenua a transmissão de pressão para camadas inferiores, quando é comparado à mesma pressão aplicada em áreas menores.

AGRADECIMENTOS: agradecemos o apoio da Universidade Federal de Sergipe, do Departamento de Engenharia Agrícola e da Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo incentivo à pesquisa dos alunos e servidores executantes do trabalho, bem como ao CNPq pela concessão da bolsa de fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS:

CINTRA, F.L.D. Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. Tese Doutorado 90p. ESALQ/USP. Piracicaba, 1997.

GUBIANI, P. I., REINERT, D. J., REICHERT, J. M., GOULART, R. Z., FONTANELA, E. Excel add-in to model the soil compression curve. Engenharia Agrícola, 37(3), 603-610, 2017.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: CINTRA, F. L. D., ANJOS, J. L.; IVO, W. M. P. M. Workshop Coesão em Solos dos Tabuleiros Costeiros, 2001, Aracaju. Anais. Aracaju: EMBRAPA-CPATC. p.19-46, 2001.

LIMA, L. B., PETTER, F. A., LEANDRO, W. M. Desempenho de plantas de cobertura sob níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 19(11), 1064-1071, 2015.

OSWALDO FILHO, J. V., SOUZA, Z. M., SILVA, R. B., LIMA, C. C., PEREIRA, D. M. G., LIMA, M. E., SOUSA, A. C. M., SOUZA, G. S. Capacidade de suporte de carga de Latossolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar e efeitos da mecanização no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 50(4), 322-332, 2015.

REZENDE, J.O., SHIBATA, R. T., SOUZA, L. S. Justificativa e recomendações técnicas para o "plantio direto" dos citros nos Tabuleiros Costeiros; Ênfase na citricultura dos Estados da Bahia e Sergipe. 1. ed. Cruz das Almas, Bahia: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, v. 1. 240p., 2015.