

## Densidade e porosidade total do Argissolo Amarelo submetido a níveis de carga de diferentes tratores agrícolas de pneus

**Antonio Pereira Patrocínio Filho<sup>(1)</sup>; Wisy Alves Pimenta<sup>(1)</sup>; Jorge Wilson Cortez<sup>(2)</sup>; Hideo de Jesus Nagahama<sup>(3)</sup>; Fernando Antonio Melo da Costa<sup>(4)</sup>, Renato Lima Ramos<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante de Engenharia Agrônoma da UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco (Rodovia BR 407 - KM 12 - Lote 543 PSNC, s/nº - C1) Petrolina - PE, Fone: (87) 2101-4833, e-mail: [ap.patrocinio@hotmail.com](mailto:ap.patrocinio@hotmail.com)

<sup>(2)</sup> Professor Adjunto da UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Rua João Rosa Góes, 1761 - Vila Progresso. Caixa Postal 322, Dourados - MS, CEP: 79.825-070. e-mail: [jorgecortez@ufgd.edu.br](mailto:jorgecortez@ufgd.edu.br) Bolsista de Produtividade do CNPq.

<sup>(3)</sup> Eng. Agrônomo, Mestre, da UNIVASF, Av. Antonio Carlos Magalhães, 510 - Santo Antônio, CEP: 48902-300 - Juazeiro/BA. e-mail: [hideo.nagahama@univasf.edu.br](mailto:hideo.nagahama@univasf.edu.br)

<sup>(4)</sup> Estudante de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, Av. Antonio Carlos Magalhães, 510 - Santo Antônio, CEP: 48902-300 - Juazeiro/BA.

**RESUMO:** O presente trabalho analisou três tratores (Valtra 585, New Holland TT3840, Valtra 785) de massas distintas, com o objetivo de avaliar a densidade e porosidade total do Argissolo Amarelo em função dos níveis de carga. O trabalho foi realizado na UNIVASF, Petrolina, PE. Os níveis de carga foram obtidos pela quantidade de vezes que o trator trafegou na área. Com duas passadas do trator na área os valores de porosidade total do solo foram iguais ao maior nível de carga aplicada (oito passadas do trator). Com os menores valores de porosidade concentrados na camada superficial. De maneira geral o trator de maior massa apresentou os maiores valores de porosidade. Pode-se concluir que o trator de menor massa apresentou os maiores valores de densidade; que os valores de porosidade do solo não se modificam a partir de cargas sucessivas.

**Termos de indexação:** compactação, tráfego de máquinas, mecanização agrícola.

### INTRODUÇÃO

O tráfego de máquinas agrícolas é considerado a principal causa da compactação do solo, que foi intensificada pela modernização da agricultura brasileira, expresso pelo aumento da massa das máquinas e equipamentos e da intensidade de uso do solo (RICHART ET al., 2005). Conforme Silva et al. (2004) a utilização intensiva de máquinas e implementos agrícolas tem contribuído para modificar as propriedades físicas e dinâmicas dos solos tendo despertado o interesse dos pesquisadores por estudos de compactação e dinâmica do solo. Segundo Streck et al., (2004), o tráfego de máquinas resulta em significativas alterações nas propriedades físicas do solo, sendo evidenciado o aumento da densidade e da resistência do solo à penetração. A tensão no solo é função da tensão superficial ou da tensão diretamente abaixo do pneu, a qual depende das

características do pneu, pressão de inflação do pneu e carga da roda, bem como das condições do solo (Keller & Arvidsson, 2004).

O objetivo do trabalho foi avaliar a densidade e porosidade total do Argissolo Amarelo em função dos níveis de carga de três tratores agrícolas de pneus.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Campus das Ciências Agrárias em Petrolina - PE, que se localiza a uma latitude 09°23' sul e a uma longitude 40°30' oeste, a uma altitude de 376 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima desta área apresenta-se como tropical semiárido, tipo BshW, seco e quente na parte norte e semiárido quente estípico na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas. A área de instalação do experimento possui sistema linear de irrigação.

O solo foi classificado como Argissolo Amarelo, textura arenosa, por Amaral et al., (2006) utilizando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006). Na **tabela 1** são apresentados os dados de textura do solo. O solo apresenta valor de capacidade de campo de 0,12 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

**Tabela 1.** Granulométrica e umidade (U) do Argissolo Amarelo na área experimental.

Camada	Argila	Areia	Silte	U
m	-----kg kg <sup>-1</sup> -----			%
0,00-0,10	0,090	0,878	0,032	7,40
0,10-0,20	0,100	0,883	0,017	7,75
0,20-0,30	0,080	0,852	0,068	7,74
0,30-0,40	0,140	0,807	0,053	6,96

Fonte: Adaptado de Cortez et al. (2011)

Os equipamentos para o preparo do solo foram:

- Arado de aiveca da marca Maschietto, modelo ARH2, fabricado em 1995, peso de 570 kg

com duas aivecas recortadas. Profundidade de trabalho de 0,40 m.

- Grade leve em Tandem marca Marchesan TATU, modelo: GH, fabricada em 1999, com 7 discos em cada seção (quatro), sendo recortados na dianteira de 20" (50,8 cm) e lisos na traseira com mesmo diâmetro e distância entre discos de 19 cm. Profundidade de trabalho de 0,10 m.

Como fonte de carga foram utilizados os tratores:

- Valtra, modelo 585 com 40,5 kW (55 cv) de potência nominal no motor, e pneus dianteiros 6.00-16 F2 e traseiros 14.9 – 24 R1. Com massa de 2.650 kg (**Figura 1a**).
- New Holland, modelo TT3840 – TDA (tração dianteira auxiliar) novo, com 41 kW (55 cv) de potência nominal no motor, com pneus dianteiros 9.5-24 R1 e traseiros 16.9-28 R1, massa sem operador de 2355 kg, mais lastros dianteiros de 240 kg e traseiros de 200 kg, no total de 2.795 kg (**Figura 1b**).
- Valtra, modelo 785 TDA (tração dianteira auxiliar) com 55,20 kW (75 cv) de potência nominal no motor, e pneus dianteiros 12.4-24 R1 e traseiros 18.4 – 30 R1. Com massa de 3.540 kg (**Figura 1c**).



**Figura 1** – Tratores utilizados para obtenção dos níveis de carga. A – Valtra 585; B – New Holland TT3840; C – Valtra 785 TDA

O solo foi preparado com arado de aivecas para fazer a inversão da fatia do solo. Depois o mesmo submetido a duas gradagens leve para destorroamento e nivelamento. Após estas etapas o trator trafegou na área conforme os tratamentos estabelecidos para obtenção dos níveis de carga: uma passada (N1); duas passadas (N2); quatro passadas (N3); seis passadas (N4) e oito passadas (N5).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado no esquema fatorial de três fatores, sendo três tratores agrícolas, seis níveis de carga (passadas do trator) e as camadas de solo avaliadas (0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m), com quatro repetições.

As amostras indeformadas para avaliação de densidade foram coletadas utilizando-se um amostrador de anéis volumétricos que apresentam uma das bordas cortantes. Após serem coletadas, as amostras de solo foram secadas na estufa à temperatura de 105-110°C até a massa constante, segundo metodologia citada por Embrapa (1997).

Depois de serem secadas e esfriadas as amostras foram pesadas, para a obtenção dos valores necessários utilizados durante o cálculo da densidade do solo.

$$D_s = \frac{M}{V}$$

Em que,

$D_s$  é a densidade em [g.cm<sup>-3</sup>];

$V$  é o volume total do anel [cm<sup>3</sup>], e

$M$  é a massa do solo [g].

A porosidade total determinada ( $P_t$ ) foi calculada utilizando os anéis volumétricos com a amostra depois de seca em estufa à temperatura de 105 - 110°C até a massa constante, segundo metodologia citada por Embrapa (1997). Os anéis foram colocados em uma bandeja com água até saturação total e novamente pesados, e assim conforme a equação abaixo, se obtêm a porosidade total.

$$P_t = \frac{(V_t - V_s)}{V_t} \times 100$$

em que  $V_s = V_t \times V_v$

em que,

$P_t$  é a porosidade total determinada [%];

$V_t$  é o volume total [g];

$V_s$  é o volume de sólidos [g];

$V_v$  é o volume de vazios [g].

A análise dos dados em fatorial foi realizada pela análise de variância e posteriormente com o teste de Tukey para comparação de médias, densidade do solo e porosidade total. Utilizou-se para análise o software ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a análise de variância para a densidade do solo foi possível identificar que os fatores nível de carga, tratores e camadas foram significativos, e também a interação nível de carga e tratores (**Tabela 2**). Com relação as camadas avaliadas verifica-se que a de 0,0-0,10 m e 0,10-0,20 m apresentaram valores de  $D_s$  1,62 e 1,63 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente, e não diferiram entre si. Essas diferiram das camadas de 0,20-0,30 m e 0,30-0,40 m, com valores de 1,56 e 1,48 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente.

No desdobramento da interação nível de carga e tratores (**Tabela 2**), verifica-se que os valores da densidade, para a testemunha diferem em relação a quantidade de carga exercida nos tratores Valtra 585 e NHTT3840. Para o trator Valtra 585 os valores de densidade do solo elevaram-se desde o nível de carga de uma passada até a passada número 8. Para o trator NHTT3840 os valores de densidade também foram elevando-se ao decorrer da

quantidade de tráfego, porém as passadas 1, 6 e 8 não possuem diferença estatística. Para o trator Valtra 785 os valores de densidade são estatisticamente iguais a testemunha, diferindo apenas na passada número 1. Ao verificar a passada número 1 e 2, percebe-se que o valor de densidade para o trator Valtra 785 foi o único que diferiu. Na passada de número 4 percebe-se que o trator Valtra 585 possui maior valor de densidade e os demais foram estatisticamente idênticos. Para a passada número 6 observou-se que os valores de densidade foram regredindo na sequência dos tratores: Valtra 585, NH TT3840 Valtra 785. Na passada número 8 os tratores NH TT3840 e Valtra 785 possuem valores de densidade estatisticamente iguais, sendo maior no Valtra 585.

**Tabela 2** – Valores de densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) em função do nível de carga e dos tratores agrícolas de pneus.

	Valtra 585	NH TT3840	Valtra 785
<b>Nível de carga</b>			
1 passada	1,53 bD	1,52 bAB	1,71 aA
2 passadas	1,69 aBC	1,63 aA	1,39 bB
4 passadas	1,71 aBC	1,50 bB	1,49 bB
6 passadas	1,82 aAB	1,61 bAB	1,38 cB
8 passadas	1,85 aA	1,53 bAB	1,43 bB
Testemunha	1,65 aCD	1,36 cC	1,49 bB

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha comparam as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a porosidade total do solo (**Tabela 3**) no desdobramento da interação nível de carga e tratores verifica-se que para os tratores Valtra 585 e Valtra 785 na passada número 1 diferiram da testemunha. Para o nível de carga de 2 passadas o trator Valtra 785 possui maior valor de porosidade e os demais não diferem estatisticamente. No nível de carga 4, o trator Valtra 585 possui menor valor de porosidade e conseqüentemente difere dos demais, o mesmo ocorre para as passadas 6 e 8. Quando se analisa o trator Valtra 585 verifica-se que as passadas 2 e 4 são estatisticamente iguais a testemunha, e as passadas 6 e 8 não diferem entre si. Para o Trator NH TT3840 as passadas 1, 4, 6 e 8 possuem valores próximos a testemunha. Para o trator Valtra 785 a passada número 1 é a única que difere das demais inclusive da testemunha.

**Tabela 3** – Valores de porosidade total do solo ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) em função do nível de carga e dos tratores agrícolas de pneus.

	Valtra 585	NH TT3840	Valtra 785
<b>Nível de carga</b>			
1 passada	0,37 aA	0,37 aA	0,28 bB
2 passadas	0,32 bB	0,33 bB	0,40 aA
4 passadas	0,30 bB	0,38 aA	0,37 aA
6 passadas	0,26 cC	0,35 bAB	0,40 aA
8 passadas	0,25 bC	0,35 aAB	0,38 aA
Testemunha	0,32 bB	0,38 aA	0,40 aA

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha comparam as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a porosidade total do solo (**Tabela 4**) no desdobramento da interação nível de carga e camadas, verifica-se que somente na camada de 0,0-0,10 m ocorreu variação em função do nível de carga. E que após a segunda passada do trator os valores de porosidade foram os mesmos até o maior nível de carga.

**Tabela 4** – Valores de porosidade total do solo ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) em função do nível de carga e camadas avaliadas.

	Camada(m)				
	NC	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
1 passada		0,35 aA	0,35 aA	0,33 aA	0,34 aA
2 passadas		0,33 bB	0,34 abA	0,35 abA	0,37 aA
4 passadas		0,33 bB	0,34 bA	0,36 abA	0,38 aA
6 passadas		0,33 aB	0,33 aA	0,33 aA	0,35 aA
8 passadas		0,32 aB	0,31 aA	0,33 aA	0,35 aA
Test.		0,40 aA	0,35 bA	0,36 abA	0,37 abA

NC: nível de carga; Test.: testemunha.

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha comparam as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Os maiores valores de densidade do solo estiveram nas camadas superficiais. O trator de menor massa apresentou os maiores valores de densidade do solo.

Com duas passadas do trator na área os valores de porosidade total do solo foram iguais ao maior nível de carga aplicada (oito passadas do trator). Com os menores valores de porosidade concentrados na camada superficial.

De maneira geral o trator de maior massa apresentou os maiores valores de porosidade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CRAD – Centro de Recuperação de Áreas Degradadas, pela cessão de uso do trator Valtra 585 para a condução do experimento. Os autores agradecem ao CEMA-FAUNA - Centro de Conservação e Manejo da Fauna pela cessão de uso do trator New Holland TT3840 para a condução do experimento.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, F.C.S.; SILVA, E.F.; MELO, A.S. Caracterização pedológica e estudos de infiltração da água no solo em perímetros irrigados no Vale do São Francisco. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 104p.

CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. S.; MOURA, R. D.; OLSZEWSKI, N.; NAGAHAMA, H. J. Atributos físicos do Argissolo amarelo do semiárido nordestino sob sistemas de preparo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:1207-1216, 2011.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro: 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2006. 370p.

RICHART, A.; FILHO, J.T.; BRITO, O.R.; LLANILLO, R.F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. Ciências Agrárias, v. 26, p. 321-344, 2005.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C.A.V. de. A new version of the Assistat -Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006, Orlando. Proceedings... Reno, RV: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

SILVA, R. B.; DIAS JÚNIOR, M. S.; SANTOS, F. L.; FRANZ, C. A. B. Resistência ao cisalhamento de um Latossolo sob diferentes uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa,v.28, p.165-173, 2004.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. Ciência Rural, Santa Maria, v. 4, n. 3, p. 775-760, Mai-Jun. 2004.

KELLER, T.; ARVIDSSON, J. Technical solutions to reduce the risk for subsoil compaction: effect of dual wheels, tandem axles and tyre inflation pressure on stress propagation in soil. Soil Till. Res., 79: 191–205, 2004.