

## SUSCETIBILIDADE DE COMPACTAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE E MATÉRIA ORGÂNICA.

*Jorge Luis de Oliveira Pinto Filho*

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN Professor da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN E-mail: jorgefilho-uern@bol.com.br

*Valter Bezerra Dantas*

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA Estudante de Pós-Graduação de Mestrado em Ciências do Solo E-mail: valter.fisic@hotmail.com

*Joaquim Odilon Pereira*

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA E-mail: jodilon@ufersa.edu.br

**Resumo** - A compactação do solo provocada por cargas superficiais é, atualmente, um dos principais problemas relativos ao manejo de solos no sistema plantio direto ou plantio convencional. O Preparo do solo deve ser feitos de forma, não quebrar excessivamente os torrões deixando o Máximo possível de resíduos vegetais na superfície, atingir profundidade suficiente para quebrar o adensamento e permitindo uma boa infiltração de águas no solo. Neste experimento foi levado em consideração o teor de umidade, Matéria orgânica e tipo de solo. Foi realizado o experimento em campo com o auxílio do perfilometro determinou o afundamento, método do anel volumétrico o teor de umidade e densidade do solo. Em Campo foram selecionadas três parcelas de solo e em todas as foram efetuada 1, 5, 10 passada com três repetições no mesmo ponto e em dia e teor de umidade diferente, para verificar o acúmulo da compactação ao longo do tempo e em diferentes teores de umidade. O experimento realizado no campo experimental da UNIOESTE nos dias 19/07, 23/08 e 17/10/2007 nestas datas foram determinados o teor de umidade afundamento e densidade.

**Palavras-chaves:** Compactação; Cultivo direto; densidade do solo.

## SUSCEPTIBILIDAD DE COMPACTACIÓN DEL SUELO EN DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD Y MATERIA ORGÁNICA.

**Resumen** - La compactación del suelo provocada por cargas superficiales es, actualmente, uno de los principales problemas relativos al manejo de suelos en el sistema cultivo directo o cultivo convencional. Lo Preparo del suelo debe ser hechos de forma, no quebrar excesivamente los terrones dejando el Máximo posible de residuos vegetales en la superficie, alcanzar profundidad suficiente para quebrar el adensamento y permitiendo una buena infiltración de aguas en el suelo. En este experimento fue llevado en consideración el contenido de humedad, Materia orgánica y tipo de suelo. Fue realizado el experimento en campo con lo auxílio del perfilometro determinó el afundamento, método del anillo volumétrico el contenido de humedad y densidad del suelo. En Campo fueron seleccionadas tres partes de suelo y en todas las fueron efectuada 1, 5, 10 pasada con tres repeticiones en el mismo punto y en día y contenido de humedad diferente, para verificar lo acúmulo de la compactación al largo del tiempo y en diferentes contenidos de humedad. El experimento realizado en el campo experimental de la UNIOESTE los días 19/07, 23/08 y 17/10/2007 en estas fechas fueron determinados el contenido de humedad hundimiento y densidad.

**Palabras-llaves:** Compactación; Cultivo directo; densidad del suelo.

## SUSCEPTIBILITY OF SOIL COMPACTION IN DIFFERENT LEVELS OF MOISTURE AND ORGANIC MATTER

**Summary** The compact of flooring provoked by superficial charges are, nowadays, one of the problems comparative chief to handling of grounds in the system direct cultivation and/or aged cultivation. In the making of ground must be facts of form, than have breach all-fired of the lump by leaving the possible maximum of detritus vegetables awash,

achieve sufficient deep to breach the sunken and allowing a good infiltration of waters in the ground. In this experiment went taken in regard the wordings of damp, Organic matter and the kind of flooring. Did fulfill - if the experiment a field with the backups of perfilo metro, this determined the sunken. With the method of volumetric ring determined -if the moisture content and the compactness of flooring. Field was culled three parcel of flooring and in each was effected-if 1, 5, 10 past with three iterations in the even dot and up to date and moisture content different, for check-up of accumulation of the compact throughout of time and in different wordings of damp. The experiment did fulfill-if a field experiential of the UNIOESTE NEEA in 19/07, 23/08 and 17/10/2007 at these dates went particular the moisture content sinking and denseness and the profile of ground.

**Words-key:** compacting; direct cultivation; density of the ground.

## INTRODUÇÃO

A compactação do solo induzida pelas máquinas agrícolas nos sistemas de cultivos ocorre principalmente como resultado do tráfego de máquinas pesadas em conexão com o sistema de cultura, mas também pode ser causada por veículos usados com outros objetivos.

As depressões com baixa relação entre profundidade e largura tendem representar compactação do solo próximo a superfície e àquelas com maior relação entre profundidade e largura causam compactação em maiores profundidades. Desta forma, tem-se assumido que o volume de espaços porosos perdidos de solos agrícolas através da compactação por equipamentos é igual ao volume da depressão produzida. Então para uma dada profundidade do solo, compactação pode ser estimada pela observação da profundidade de depressão feita pelo veículo. A compactação tanto na superfície como no interior do solo são maiores quanto mais pesados forem os implementos ou as máquinas. Quanto mais úmido for o solo no momento do cultivo (NOLLA, 1982, p. 64), a compactação pelas máquinas e implementos agrícolas torna um problema. NGUNIJI e SIEMENS (1993) observaram o aumento na densidade de partícula superficial do solo de 0,96 a 1,31 g cm<sup>3</sup> como resultado da primeira passagem do pneu, em estudo dos efeitos do tráfego das rodas com múltiplas passadas.

O estudo da compactação com várias profundidades é de fundamental importância para a tomada de decisões na realização de práticas agrícolas e para elaboração de estratégias de conservação do solo.

A densidade específica, afundamento da roda, e a seção transversal de depressão, têm sido utilizados para medir o nível de compactação do solo. Para Adam (1995), se o volume de espaços porosos perdidos de solos agrícolas através da compactação por equipamentos é igual ao volume de depressão produzida, então comenta o autor, para uma dada profundidade de solo, a compactação pode ser estimada pela observação da profundidade de depressão feita pelos rodados dos veículos. A avaliação quantitativa da compactação do solo pode ser feita por meio da determinação da densidade do solo, porosidade, infiltração de água e resistência à penetração. Quando ocorre compactação, razoável quantidade de umidade é perdida por escoamento e quando duas considerações assumem importância: a perda

de água poderia penetrar no solo e ser utilizada pelas plantas, e a remoção do solo escapa com demasiada rapidez por erosão (Brady, 1983, p. 241). Pode se afirmar com bastante segurança à determinação da densidade do solo se constitui no melhor método de avaliação da compactação, tanto pela excelente correlação que apresenta com a resposta da planta, quanto pela simplicidade de determinação (Ferreira, 1999, p. 25).

Vale destacar também o efeito da vida microbiana no solo, levando em consideração o fato da microbiota do solo atuar também na formação e na estabilidade de agregado e na ciclagem de nutriente sendo um indicador da qualidade do solo. Existe no solo um grande número de pequenos seres vivos animais e vegetais como formigas, besouros, larvas, lesmas, caracóis, minhocas, bactérias, fungos e algas porém, toda microbiologia alimentam-se da matéria orgânica proveniente dos restos de culturas ou restos de animais da microbiologia ao passo que essa relação entre micro e macro, dá fertilidade ao solo, além disso, verificamos uma descompactação do solo ou um relaxamento do solo após passar com o trator. O raio do sol atinge o solo sem cobertura aumentam a temperatura da sua superfície em mais de 50°C e causa destruições dos microorganismos (Mazuchowski, J. Z; Derpsch, R., 1984). A compactação, os raios do sol a ausência da matéria orgânica vai provocar alteração em seu interior, modificada assim, boa parte do ambiente físico no qual se desenvolve a cultura (Ferreira, 1999, p. 24). De acordo com Jorge (1986), citado por Ferreira (1999, P. 24), é fácil reconhecer no campo os sintomas de compactação do solo. Estes sinais aparecem tanto no próprio solo como nas plantas que se desenvolvem sobre ele. A susceptibilidade à compactação, quando avaliada através de passada *in loco* torna-se menor à medida verifica matéria orgânico ao solo. Segundo Erbach (1986) citado por Adam (1995), quando o solo é compactado, a sua densidade aumenta devido às partículas serem mais adensadas.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o grau de compactação do solo a partir da utilização de máquinas pesadas em diferentes parcelas de solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras do solo de cada parcela foram coletadas em quatro profundidades 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm em três épocas: 19 de julho de 2007, 23 de agosto de 2007 e 17 setembro de 2007. Estas três épocas

correspondem a teores de unidade diferente e nível de compactação diferente.

O experimento foi conduzido no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola (NEEA), pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, localizado no município de Cascavel-PR, situado lateralmente no km 95 da BR 467, e com localização geográfica definida pelas coordenadas 24°54' de latitude sul e 53°31' de longitude oeste, a uma altitude de 760 metros. O solo da área experimental classificado como Latossolo Vermelho distroférico relevo plano e textura argilosa. O clima temperado mesotérmico e superúmido, conforme classificação de Köppen.

As amostras pesadas e levadas à estufa à temperatura de 105-110°C. Utilizou-se um perfilômetro de 1,0 m de comprimento, com 50 réguas verticais graduadas em centímetros e dispostas uma da outra 0,02 m antes das passadas e após as passadas, para determinar o perfil de solo em todas as parcelas experimentais foram determinados o teor de água do solo e a densidade do solo pelos métodos gravimétrico padrão e método do anel

volumétrico respectivamente, conforme EMBRAPA, (1979).

Os ensaios de campo foram realizados utilizando-se um trator FORD New Holland 7630 turbo (4x2) com TDA - sendo tração dianteira auxiliar permaneceu desligada - equipado com rodados traseiros 18.4 – 34 inflados a 370 Kpa, submetidos à carga estática de 44,2 kN sobre o eixo motriz. Foram selecionadas três parcelas de 3m de largura e 25m de comprimento de solo sendo uma, cinco e dez passadas com repetições.

Medidos a densidade e o teor de umidade com o método do anel volumétrico antes e depois de cada passada. Também se determinou o afundamento do pneu do trator com perfilômetro mecânico antes e após cada passada (gráfico 1 2 e 3). Medindo-se a densidade, teor umidade do solo e afundamento do solo em três situações diferente: 2 dias após a chuva, 34 dias sem chuva e 26 dias após a chuva e em cada parcela. Mediu-se o teor de umidade e densidade com repetição, buscando-se ampla variação no teor de umidade, densidade (tabela 1 e 2). As amostras foram coletadas em áreas de campo do experimento no rasto do pneu do trator.

#### Primeira Prática de Campo

Tabela 01: Análise das parcelas sem passada e uma passada

Profundidade (cm)	Sem Passada						Uma passada					
	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)			Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)		
	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Méd
0 – 5	1,02	1,12	1,065	34,54	36,03	35,29	1,05	0,92	0,985	38,23	31,37	34,54
5 – 10	1,1	1,09	1,09	34,55	32,59	33,57	1,11	1,15	1,13	36,32	32,93	34,55
10 – 15	1,07	1,18	1,125	35,15	38,16	36,66	1,1	1,19	1,145	36,63	36,12	36,37
15 – 20	1,08	1,13	1,105	36,13	36,26	36,2	1,11	1,17	1,14	36,81	34,57	35,69

Tabela 02: Análise das parcelas com cinco passadas

Profundidade (cm)	Cinco Passadas						Dez passadas					
	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)			Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)		
	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med
0 – 5	1,14	1,17	1,155	32,07	35,79	33,93	1,37	1,32	1,34	34,69	32,44	33,56
5 – 10	1,06	1,11	1,085	34,59	34,35	34,47	1,27	1,05	1,16	34,46	34,96	34,71
10 – 15	1,08	1,15	1,115	36,7	34,2	35,45	1,22	1,35	1,28	34,33	33,77	34,05
15 – 20	1,06	1,02	1,05	35,95	37,44	36,7	1,19	1,08	1,135	36,22	34,16	35,19

Avaliou-se diferente efeito da matéria orgânica e teor de umidade e densidade. Seleccionada as parcelas de solo são efetuados os seguintes testes: na segunda tomada de dados passou-se 34 dias sem ocorrer chuva então seleccionou – se três parcelas para 1, 5 e 10 passada com o trator a coleta das amostras e o perfil de solo, medindo-se a densidade e o perfil do solo em cada uma das três parcelas antes e depois de efetuar as passadas com o trator com repetição em cada parcela.

Pelas análise da tabela 1, pode-se verificar que o solo apresentou maior teor de umidade sem passada e densidade de  $1\text{g/cm}^3$  quando efetuou 1 e 5 passadas à densidade foi em media  $1,1\text{g/cm}^3$  visto grande quantidade de M.O. na Profundidade de 0-10 cm, no entanto na profundidade de 10-20 cm verificou-se mudança significativa da densidade em torno de  $1,2\text{g/cm}^3$ . Em seguida efetuaram-se as passada e após as passa retirou-se

as amostra (0-5 cm), (5-10 cm), (10-15 cm) e (15-20 cm) de profundidade, o perfil do solo em cada parcela seleccionada foi determinado com o perfilometro mecânico.

Em laboratório as amostras foram pesadas e colocadas na estufa a  $105^\circ\text{C}$  e após 24 horas pesadas novamente e determinadas o teor de umidade e a densidade do solo em quatro profundidades como já descrita. Averiguou-se uma grande quantidade de matéria orgânica de leguminosa e também de gramínea provando a existência de uma variedade grande de micro flora e fauna no solo e grande relação C/N isso diminui desse modo o efeito das cargas aplicadas ao solo. Esse procedimento repetido para a mesma parcela em outra data para verificar o efeito da acumulação da compactação do solo.

### Segunda Prática de Campo

Tabela 03: Análise das parcelas sem passada e uma passada

Profundidade (cm)	Sem Passada						Uma passada					
	Densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ )			Teor de água (% , g/g)			Densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ )			Teor de água (% , g/g)		
	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med
0 – 5	1,27	1,12	1,19	26,94	33,13	25,63	1,08	1,16	1,12	28,09	24,51	26,3
5 – 10	1,17	1,21	1,19	29,51	28,78	29,15	1,21	1,19	1,20	26,4	27,31	26,85
10 – 15	1,09	1,04	1,06	23,45	23,19	23,32	1,09	1,15	1,12	24,92	24,68	24,80
15 – 20	1,08	1,03	1,05	21,42	26,63	24,03	1,11	1,06	1,10	22,35	22,90	22,62

Tabela 04: Análise das parcelas com cinco passadas

Profundidade (cm)	Cinco Passadas						Dez passadas					
	Densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ )			Teor de água (% , g/g)			Densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ )			Teor de água (% , g/g)		
	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med
0 – 5	1,15	1,33	1,24	35,01	25,33	26,41	1,22	1,17	1,19	34,69	29,34	29,96
5 – 10	1,19	1,20	1,195	27,81	24,86	26,34	1,14	1,21	1,17	28,41	28,35	28,38
10 – 15	1,22	1,23	1,225	26,37	26,63	26,50	1,30	0,85	1,08	28,41	29,78	29,09
15 – 20	1,24	1,00	1,22	34,16	22,43	22,43	1,30	1,22	1,26	27,75	23,76	25,75

Como podem verificar na tabela 2 que teor de umidade baixo não se notou a acumulação da densidade do solo em comparação da tabela 1.

O delineamento experimental feito, com três parcelas subdivididas e 2 repetições.

Foram efetuadas a análise da média variância do teor de umidade e densidade e a análise da média variância presume que o tomador de decisão, escolhas da alternativa que apresente a menor variância para a mesma média, nível igual de variância (Porto et. al.

1982) nos casos das tabelas 1, 2 e 3 pode se verificar alguns dados conflitantes visto que esse dado foi oriundo de matéria orgânica de grande proporção nas amostras indeformada coletada ao cravar o cilindro.

### Terceira Prática de Campo

**Tabela 05:** Análise das parcelas sem passada e uma passada

Profundidade (cm)	Sem Passada						Uma passada					
	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)			Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)		
	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med
<b>0 – 5</b>	0,91	1,01	0,96	33,81	33,99	33,9	1,16	0,92	1,04	32,49	31,37	31,93
<b>5 – 10</b>	0,98	0,98	0,98	32,78	34,89	33,83	1,07	1,40	1,23	33,24	34,19	33,71
<b>10 – 15</b>	1,08	1,26	1,17	33,98	33,98	33,98	1,37	1,01	1,19	33,94	37,57	35,75
<b>15 – 20</b>	1,06	1,17	1,11	37,03	35,21	36,12	1,08	1,07	1,07	35,33	40,78	38,05

**Tabela 06:** Análise das parcelas com cinco passadas

Profundidade (cm)	Cinco Passadas						Dez passadas					
	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)			Densidade (g cm <sup>-3</sup> )			Teor de água (% , g/g)		
	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med	1	2	Med
<b>0 – 5</b>	1,29	1,22	1,25	30,44	33,70	32,07	1,31	1,26	1,29	30,25	32,31	31,28
<b>5 – 10</b>	1,17	1,11	1,14	33,59	35,36	34,48	1,21	1,23	1,22	33,47	31,85	32,66
<b>10 – 15</b>	1,17	1,15	1,15	34,37	33,75	34,06	1,11	1,10	1,11	31,31	34,01	32,66
<b>15 – 20</b>	1,09	1,13	1,11	34,53	36,56	35,55	1,10	1,19	1,15	34,01	35,25	34,64

Com as repetições nas tabelas 5 e 6 ao longo do tempo pode se verificar um aumento da densidade na superfície prova que com passada sucessiva causa uma compactação na superfície e o efeito de cone nas laterais do solo, não é sistema confinado como pode ser verificado nos gráfico 1,2 e 3.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A textura e a mais importante propriedade do solo e sofre pouca mudança com o tempo. Influi na capacidade do solo segurar a infiltração da água, na aeração, além de afetar diretamente a capacidade de retenção de nutrientes pelo solo.

Para preparar o solo com o uso de um trator e máquina relativamente pesada deve averiguar a possibilidade de trafegar sobre o solo a fim de causar o mínimo possível de danos à estrutura do solo. Os dados obtidos no presente estudo experimental no campo do NEEA verificando a compactação e afundamento do solo em diferentes teores de umidade e MO. Estudando a capacidade do solo de suportar e permitir o trabalho de máquina é fortemente dependente de umidade existente no solo.

O ponto de umidade ideal para o preparo do solo é determinado quando e possível.

As argilas desse solo trabalham como um reservatório de nutrientes e permitem a retirada de

nutrientes pelas raízes das plantas. Os solos argilosos apresentam dificuldade na mecanização, com rendimentos menores nas máquinas, apesar de ser mais resistente a erosão.

Preparo do solo com umidade excessiva, o solo sofre danos físicos na estruturas (compactação no lugar onde trafegam as rodas do trator) e adere com maior força nos implementos (principalmente em solos argilosos) até o ponto de inviabilizar a operação desejada.

Quando o solo é preparado estando muito seco não ocorrem danos físicos na estruturas, um maior número de passagem pode alcançar maior compactação do solo tanto na profundidade como na horizontal, o solo não é um sistema confinado.

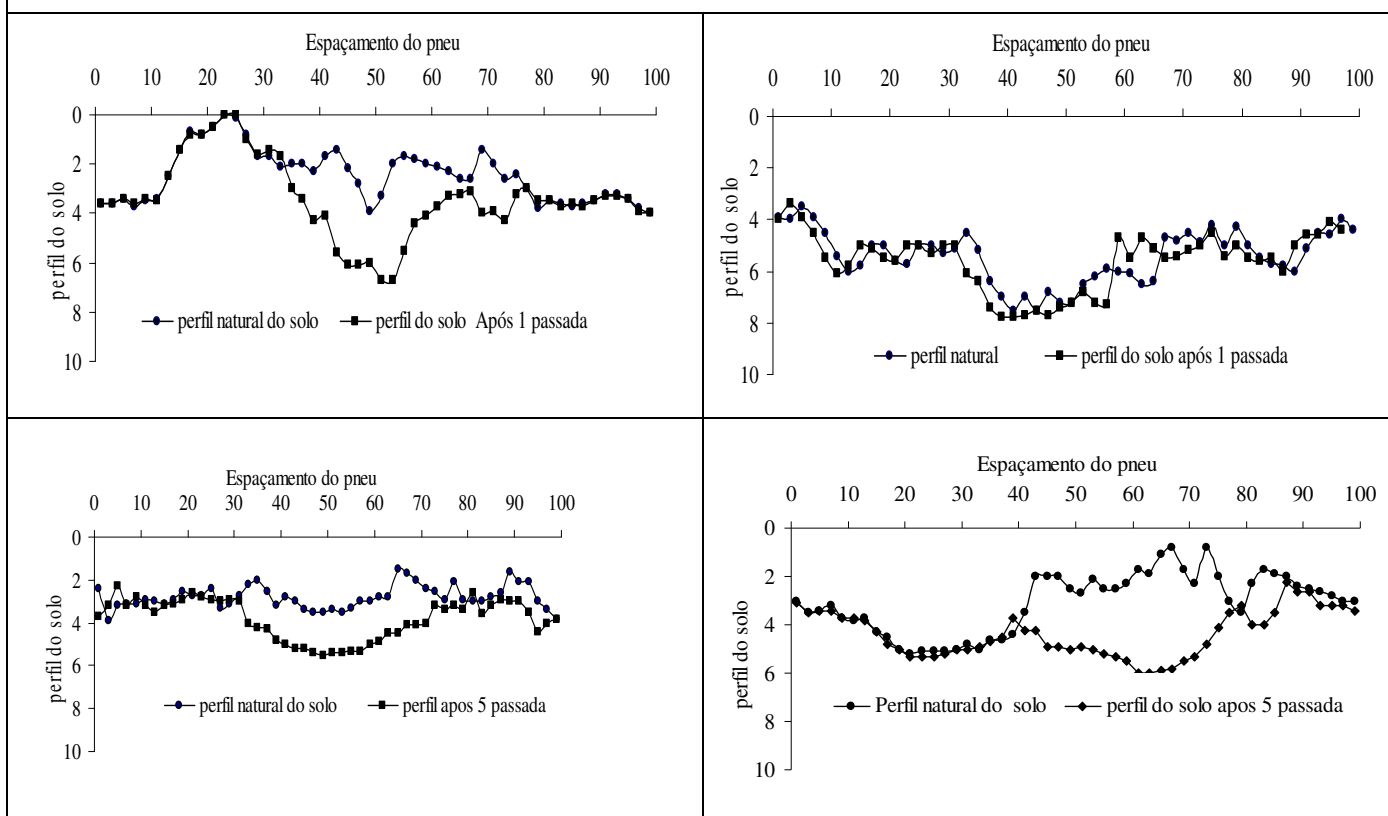
Estando o solo abaixo da unidade ideal, teremos maiores gastos com combustível, torrões grandes e difíceis de serem quebrados sendo trazido a superfícies além de o serviço levar maior tempo. A compactação dos solos cultivados com culturas anuais, principalmente como trigo e soja, apresentam-se na maior parte erodida devido o excesso de movimento do solo e a destruição da

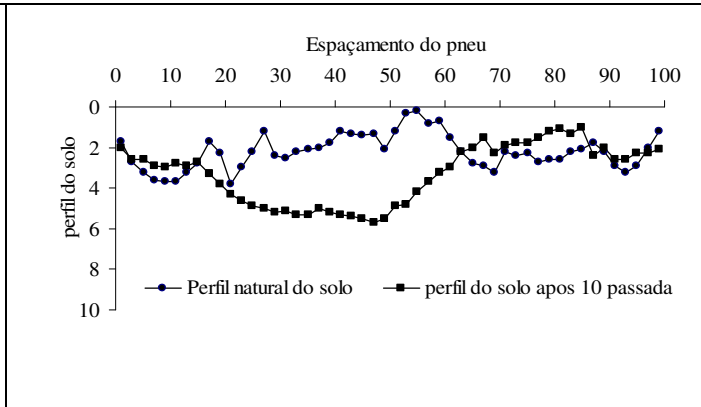
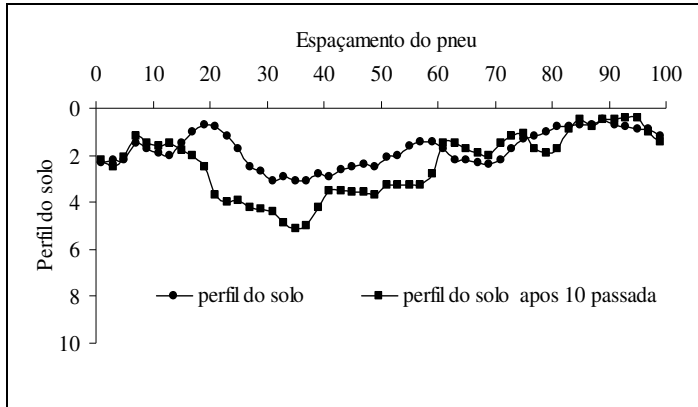
matéria orgânica. As partículas criam-se camadas densas que reduzem a infiltração de águas no solo como pode ser verificado na tabela 2 com aumento de densidade no maior número de passada, (tabela 1 e 3). Foi verificado teor de umidade em torno de 36%. Notou-se que houve variação significativa da densidade do solo com uma passada.

Passando cinco vezes verificou um aumento significativo da densidade do solo. Quando o nível de tráfico foi de 10 Passadas verificou-se um aumento de densidade na superfície de 0-5 cm de profundidade sendo um pouco menor de 5-10 cm e de 10-15 cm, compactação excessiva na superfície causa erosão e dificulta a infiltração da água e conseqüentemente diminui a produção. O aumento de compactação excessiva e acumulativa verificou através do perfil do solo feito através do perfilometro mecânico e confecção de gráfico. Após cada passada, verificou-se um aumento da densidade na horizontal, pois o sistema não é confinado (gráfico 1,2 e 3 mostram o afundamento antes e após cada passada).

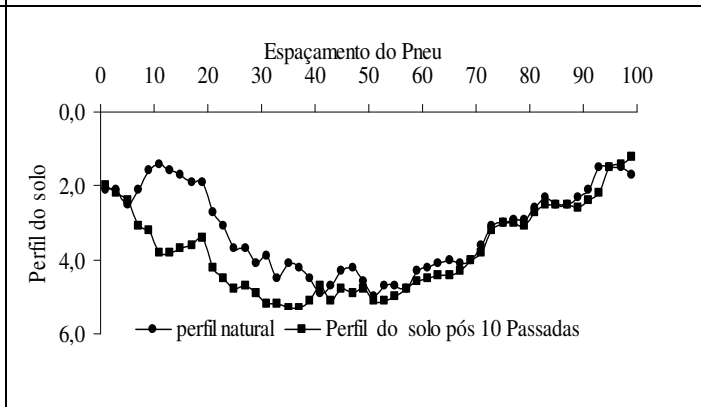
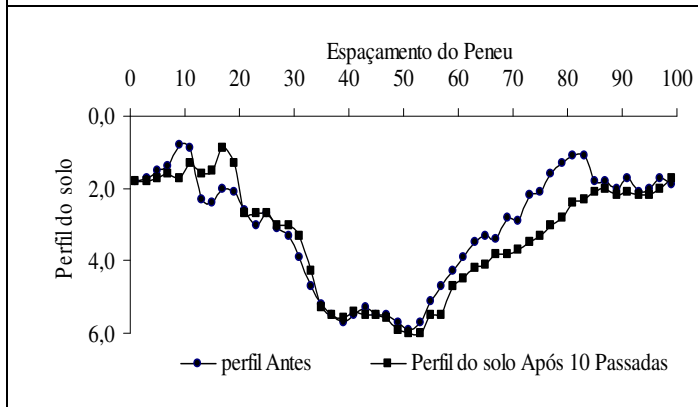
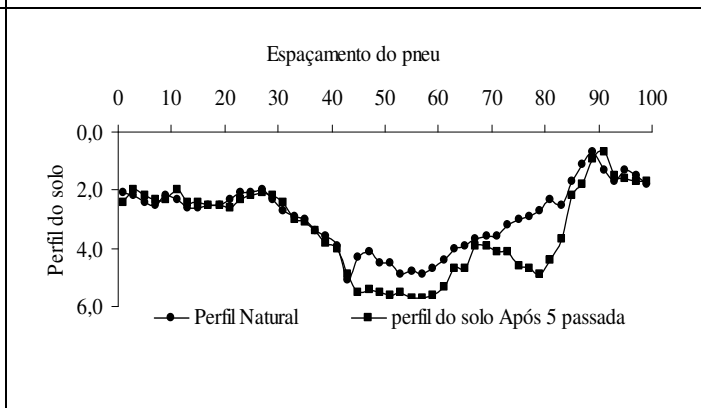
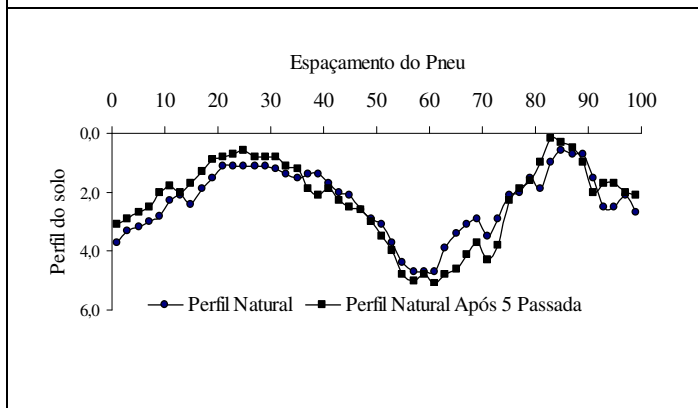
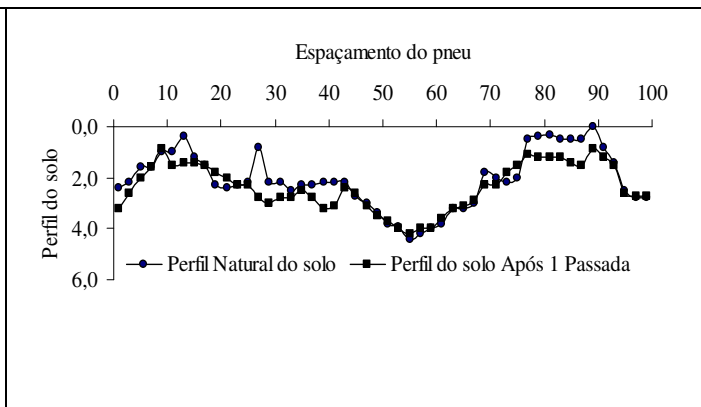
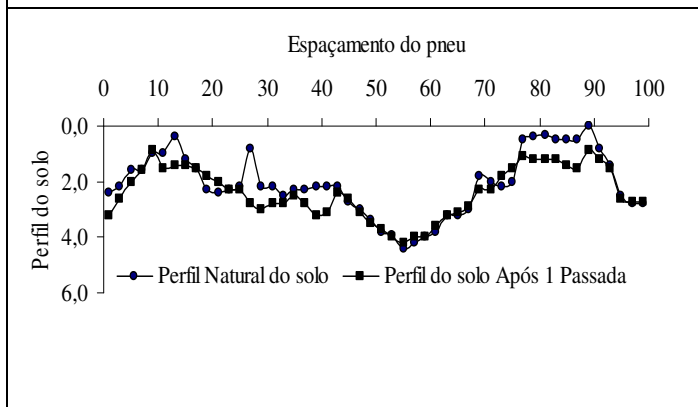
Como podemos verificar o fator número de passada, teor de umidade e M.O. são fatos importantes no afundamento do solo.

### Primeira Prática de Campo

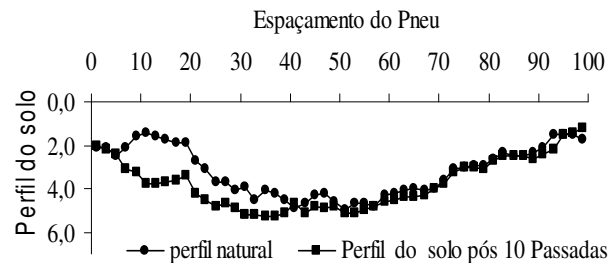
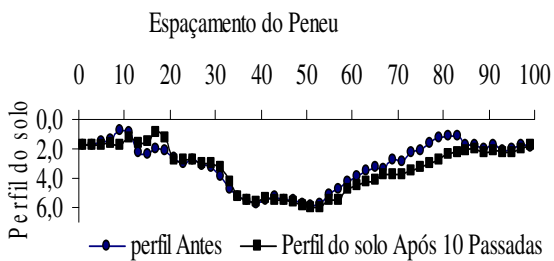
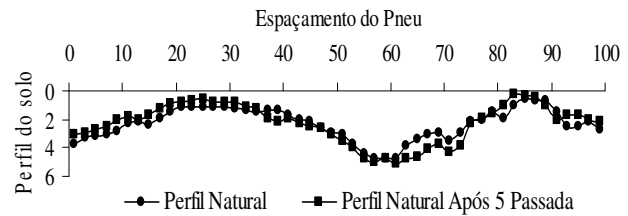
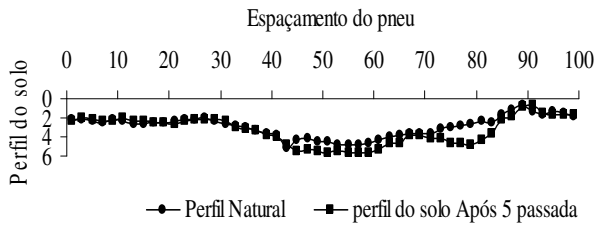
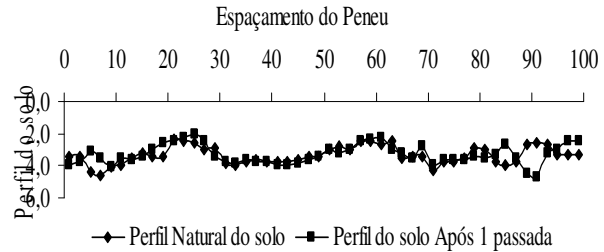
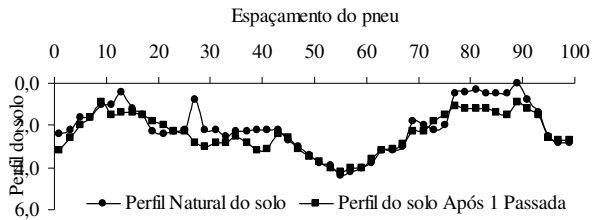




**Segunda Prática de Campo**



**Terceira Prática de Campo**



**CONCLUSÕES**

Pela análise da média variância é possível separar o sistema do plantio direto e cultivo mínimo como as melhores alternativas a serem oferecidas ao agricultor, apresentando maior lucratividade.

De acordo com os resultados da análise da distribuição da probabilidade acumulada, a compactação do solo é proporcional ao nível de passada, a escolha da alternativa fica a critério do tomador de decisão, considerando o teor de umidade e o número de passada.

Entre os sistemas de manejo de solo avaliados, recomenda-se o cultivo de espécies de inverno

e de verão, sob plantio direto. Assim o solo proporciona a maior produção pois terá vários tipos de microorganismo.

O presente estudo foi proposto com o objetivo de estudar as implicações das variações de compactação em três situações com níveis de compactação, teor de água diferente e influência da M. O (matéria orgânica) de restabelecer a descompactação, em diferentes sistemas de manejo e culturas, sobre suas susceptibilidades à compactação, medidas pelo teste de campo com o auxílio de perfilômetro e do anel volumétrico.

A variação na densidade do solo altera suas propriedades físicas, todavia nesse caso, as demais



características físicas do solo estudadas (teor de água, macro e microporos) não apresentaram diferenças significativas.

Pelas análises dos gráficos e da média variância das tabelas, é possível separar compactação aplicada a diferentes tráficos de máquinas agrícolas. As escolhas das alternativas a serem oferecidas ao produtor, apresentando maior lucratividade com o mínimo de tráfico sobre o solo com isso não causando danos e mantendo a estrutura do solo. De acordo com os resultados da análise da distribuição da probabilidade acumulada, a compactação do solo é proporcional ao nível de passada; a escolha da alternativa fica a critério do tomador de decisão, considerando o teor de umidade o número de passada como fator importante para manter a estrutura do solo.

Entre os sistemas de manejo de solo avaliados, recomenda-se o cultivo de espécies de inverno e de verão, sob plantio direto, assim o solo proporciona a maior produção mantendo-se a matéria orgânica melhorando a estrutura do solo e aumentando a M.O. e com isso terá vários tipos de microorganismo proporcionam uma boa fixação de nitrogênio e o aumento do espaço poroso e maior níveis de água disponível para as culturas e fazendo a ciclagem dos nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, K. M.; ERBACH, D. C. **Relationship of tire sinkage depth to depth of soil compaction**. Transaction of ASAE, Vol. 38 (4). P.1011- 1016, 1995.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 6.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983.

FERREIRA, M. M. **Física do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999.

MAZUCHOWSKI, J.Z; DERPSCH, R. **Guia de preparo do solo para cultura anuais mecanizada**. Curitiba, 1984. 68p. Título cdu 6314.

NOLLA, D. **Erosão do solo: o grande desafio**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Divisão de Divulgação e Informação Rural, 1982.

NGUNIJI, G. M.; SIEMENS, J. C. **Tractors wheel traffic effects on corn growth**. 1993, ASAE Paper No. 93-110. St. Joseph, Mich: ASAE.

PORTO, V.H. da F.; CRUZ, E.R. da; INFELD, J.A. Metodologia para incorporação de risco em modelos de decisão. Usados na análise comparativa entre alternativas: o caso da cultura do Arroz irrigado. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v.20, n.2, p.193-211, abr./jun, 1982.