COMPACTAÇÃO DO SOLO POR PATINAGEM DA RODA MOTRIZ
DE UM TRATOR AGRÍCOLA

JOSÉ VALDEMAR GONZALEZ MAZIERO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof'. Dr . LUIZ GERALDO MIALHE

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz". da Universidade de São
Paulo. para obtenção do Título
de Mestre em Agronomia. Área de
Concentração: Máquinas Agrícolas.

p I R A e I e A B A
Estado de São Paulo - Brasil
DEZEMBRO - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

G643c Gonzalez Maziero, José Valdemar
 Compactação do solo por patinação da roda motriz
 de um trator agrícola. Piracicaba 1993.
 105p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Mecanização agrícola 2. Solo - Compactação 3.
Trator agrícola 1. Escola Superior de Agricultura Luiz
de Queiroz Piracicaba

CDD 631.372

**COMPACTAÇÃO DO SOLO POR PATINAGEM DA RODA MOTRIZ
DE UM TRATOR AGRÍCOLA**

JOSÉ VALDEMAR GONZALEZ MAZIERO

Aprovado em : 07/03/1994

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Luiz Geraldo Mialhe

ESALQ, /USP

Prof. Dr. Marcos Milan

ESALQ, /USP

Dr. Cesar de Mello Mesquita

EMBRAPA/CNPSo

Prof. Dr. LUIZ GERALDO MIALHE
Orientador

OFEREÇO

Ao meu paí. José

A minha mãe. Adelaide

Ao meu irmão. Wilson

DEDICO esta dissertação à minha esposa.
Maria Angélica e aos meus ilhes. Camila
e Gustavo dos quais urtei diversas horas
de convívio em prol da preparação desta.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agronômico, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Luiz Geraldo Mialhe, pelas sugestões e orientação nas etapas de execução e elaboração deste trabalho.

Ao Pesquisador Científico Dr. Gastão Moraes da Silveira, pelo incentivo para realização do curso.

Ao Pesquisador Científico João Aureliano de Souza Costa pela ajuda nas discussões sobre metodologia estatística aplicada no trabalho.

A Pesquisadora Científica Ila Maria Corrêa pelas sugestões e auxílio nas análises dos dados.

Ao Pesquisador Científico Kyioshi Yanai pela ajuda no preparo do material e na fase experimental de campo.

Ao Pesquisador Científico João Floriano de Menezes com gratidão pela nossa acolhida na Seção de Máquinas de Tração e de Potência.

Ao Pesquisador Científico Cláudio Alves Moreira pela concessão do trator utilizado no experimento.

Ao Pesquisador Científico Afonso Pêche Filho pelas discussões e orientação referente a solos.

Aos demais colegas de serviço da Divisão de Engenharia Agrícola - IAC pelo apoio, incentivo e

amizade.

Ao técnico de apoio Olavo de Freitas Caires e aos oficiais de apoio José Ribeiro Nogueira e Olívio Ferrer, pela ajuda e dedicação prestada durante toda fase de preparação de material e equipamentos e experimental.

A técnica de apoio Maria A. Ferreira pelos serviços de datilografia.

A oficial de apoio Elisabete V. Machado pelos serviços de xerografia.

AGRADEÇO.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE NOTAÇÕES E SÍMBOLOS.....	xiii
RESUMO	xiv
SUMMARY.....	xvi
 1. INTRODUÇÃO	 1
 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	 3
2.1 Processos de compactação do solo	3
2.2 Forças que causam a compactação	4
2.3 Compactação sob pneus agrícolas	4
2.3.1 Efeito da distribuição de tensão sob a área de contato	5
2.3.2 Efeito das dimensões do pneu e estrutura da carcaça	7
2.3.3 Efeito do tipo de construção do pneu	9
2.3.4 Efeito da pressão de inflação.....	10
2.3.5 Efeito da intensidade de tráfego.....	11
2.3.6 Efeito da velocidade de deslocamento	12

2.4.	Patinagem e tensão de cisalhamento.....	12
2.5	Alguns efeitos da compactação.....	16
2.6	Custos e energia para recuperação do solo.....	19
2.7	Métodos utilizados para determinar a compactação do solo.....	20
3.	MATERIAL E MÉTODO	23
3.1	Material	23
3.1.1	Tratores.....	23
3.1.2	Equipamentos de mensuração.....	24
3.1.2.1	Mensuração de força de tração.....	24
3.1.2.2	Mensuração da patinagem.....	25
3.1.2.4.	Resistência do solo à penetração.....	27
3.1.3	Equipamentos para caracterização do solo.....	28
3.1.3.1	Densidade.....	28
3.1.3.2	Umidade.....	28
3.1.4	Campo de ensaio.....	29
3.1.5	Caracterização da banda de rodagem.....	30
3.2	Método.....	31
3.2.1	Caracterização do pneu.....	31
3.2.2	Preparo da área para ensaio.....	31
3.2.3	Avaliação da compactação.....	32
3.2.4	Características ponderais e	

dimensionais	33
3.2.5 Bitola.....	34
3.2.6 Barra de tração.....	34
3.2.7 Ensaio preliminar.....	36
3.2.7.1 Determinação das cargas para obtenção dos níveis de patinagens.....	36
3.2.7.2 Avaliação da variação da área de contato do pneu	38
3.2.8. Método de ensaio de campo.....	41
3.2.9. Análise estatística.....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1. Força de tração e patinagem.....	45
4.2. Área de contato e pressão sobre o solo.....	45
4.3. Valores de Índice de cone.....	48
4.4. Análise estatística dos dados.....	51
4.4.1. Análise estatística dos dados obtidos ao lado do rasto do pneu.....	51
4.4.2. Análise estatística dos dados obtidos no rasto do pneu.....	53
4.4.3 Análise estatística dos dados líquidos de índice de cone.....	56

5. CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
APÊNDICES.....	67

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Esquema da disposição dos equipamentos instalados no trator	27
Figura 2 - Esquema da barra de tração invertida e o dispositivo, com a finalidade de diminuir a altura de engate à barra.	35
Figura 3 - Relação patinagem - força de tração determinada preliminarmente.	37
Figura 4 - Representação gráfica da equação da área de contato em função da carga dinâmica sobre os pneus.	40
Figura 5 - Esquema da localização das amostragens dos valores de índice de cone em cada parcela.	42
Figura 6 - Área de contato e pressão média em função da carga dinâmica, valores estimados a partir dos valores de força de tração na barra, para cada tratamento.	47

- Figura 7 - Variação dos valores médios de índice de cone em função da profundidade, para os diferentes níveis de patinagens no rasto do pneu e ao lado..... 49
- Figura 8 - Médias da diferenças de índice de cone no rasto do pneu e ao lado. 50
- Figura 9 - Valores de índice de cone em função dos níveis de patinagens para as profundidades estudadas..... 56

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 - Valores de força de tração média e patinagem em cada parcela, obtidos durante o ensaio.	45
Tabela 2 - Análise de variância fixando o nível SEM do fator A (compactação).....	52
Tabela 3 - Análise de variância fixando o nível COM do fator A (compactação)	53
Tabela 4 - Análise de variância das diferenças de médias, entre os dados de índice de cone obtidos no rasto do pneu e ao lado.....	57

LISTA DE NOTAÇÕES E SÍMBOLOS

a	= constante da equação da área de contato
b	= coeficiente do termo independente de grau 1 da equação da área de contato
c	= coeficiente do termo independente de grau 2 da equação da área de contato
$c.v.$	= coeficiente de variação
d	= deflexão do ponteiro do relógio comparador 10^{-3} mm
F	= carga aplicada no anel do penetrômetro, N
F_t	= força de tração na barra, N
N_o	= número de giros da roda odométrica
N_T	= número de giros da roda motriz, com carga
p	= patinagem, %
PE_o	= perímetro eficaz da roda odométrica, cm
PE_T	= perímetro eficaz da roda motriz, cm
S_c	= área de contato do pneu, cm^2
x	= distância entre eixos do trator, cm
$\bar{x}$	= média dos valores
y	= altura da barra de tração, cm
W_d	= carga dinâmica sobre o rodado propulsor, N
W_e	= carga estática sobre o rodado propulsor, N

COMPACTAÇÃO DO SOLO POR PATINAGEM DA RODA MOTRIZ
DE UM TRATOR AGRÍCOLA

Autor: JOSÉ VALDEMAR GONZALEZ MAZIERO

Orientador : Prof. Dr. LUIZ GERALDO MIALHE

RESUMO

Os rodados dos veículos que trafegam sobre uma área cultivada, tornaram-se a fonte primária das forças de compactação dos solos agrícolas. O tipo de rodado, suas dimensões, velocidade de deslocamento sobre o solo, número de vezes que trafega sobre o mesmo local, carga suportada, etc, são fatores que promovem uma maior ou menor compactação do solo.

O momento de força aplicado ao solo, pelos rodados propulsores, induz às camadas do solo mais próximas dos mesmos tensões cisalhantes que promovem um rearranjo das partículas, tornando o solo mais compactado.

O objetivo do presente trabalho foi determinar, em condições de campo, qual a influência da patinagem da roda motriz de um trator agrícola na compactação de um determinado tipo de solo.

Montou-se um experimento no campo, em blocos ao acaso, com quatro níveis de patinagem 0, 10, 20, e

30% e cinco repetições, com delineamento estatístico em parcelas subdivididas.

A compactação foi avaliada através do índice de cone, realizando-se quinze determinações na linha de centro do rasto da roda motriz e quinze ao lado, em terreno não compactado pela roda. A cada determinação foram feitas leituras de índice de cone para seis profundidades: 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, 12,5 e 15,0 cm.

Para minimizar a transferência de peso, para o eixo traseiro, um dispositivo especial foi adaptado à barra de tração para evitar alguma influência sobre a compactação.

Constatou-se que a patinagem dos pneus tem influência sobre o grau de compactação do solo, até 5cm de profundidade, sob as condições do presente trabalho. Sendo o nível de 30% de patinagem aquele que provocou diferenças significativas no grau de compactação do solo.

A patinagem provoca uma compactação maior mais próxima à superfície, diminuindo em profundidade.

Os aumentos percentuais dos valores líquidos de índice de cone em cada tratamento, comparado ao tratamento A(0%) foi de 16,7, 20,9 e 29% para os tratamentos B (10%), C (20%) e D (30%) respectivamente.

SOIL COMPACTION FOR TRACTOR DRIVING WHEEL SLIP

Author: JOSÉ VALDEMAR GONZALEZ MAZIERO

Adviser: Prof. Dr. LUIZ GERALDO MIALHE

SUMMARY

Vehicles travelling over a crop field have become a primary source of forces compacting agricultural soils.

The type of tires used by those vehicles, their physical dimensions, their speed of displacement on the soil, the number of times their tires pass by the same place, and the load those tires support are some factors which cause higher or lower degree of soil compaction.

The force-moment applied to the soil by the driving wheels transfers stressing forces to the nearest soil layers modifying their particles arrangement turning the soil more compacted.

The objective of this study was to determine, under field conditions, the effect of slip of an agricultural tractor driving wheel upon the compaction of a specific type of soil.

A Randomized Complete Block design field

experiment was carried out to analyse four different levels of slip (0, 10, 20, and 30%) with five replications of sub-divided plots.

The degree of compaction was determined through the cone index of a soil penetrometer. Fifteen samples were taken from points along the center line of the driving wheel track, and another fifteen samples were taken from points along but outside the driving wheel track on soil band not compacted by the tires. Each sample was composed by readings from the penetrometer cone index at six different depths: 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, 12,5, and 15,0 cm.

In order to minimize the transference of weight to the rear shaft a special mechanical device was adapted to the drawbar to avoid any influence over the compaction.

It was found that slip had influence on degree of soil compaction up to 5 cm depth, under the conditions this study was carried out.

The 30% level of slip was the one that produced significant differences on soil compaction degree.

The slip produced higher compaction near the soil surface, decreasing with depth.

The percentile increases of readings for every treatment when compared to the treatment A (0%) were 16,7, 20,9 and 29% to the treatments B (10%), C (20%) and D (30%) respectively.

1. INTRODUÇÃO

O solo agrícola, como um fator de produção e uma necessidade de subsistência, exige a manutenção e garantia de sua perenidade. Portanto, a indispensável mecanização das operações agrícolas deve corresponder com as necessidades pedológicas e fitotécnicas.

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento no tamanho dos tratores, na potência de seus motores, no número de marchas, nas dimensões e tipos de rodados. Tudo isso, aliado a modernos implementos e técnicas agrícolas, são capazes de criar uma condição de estrutura do solo favorável ao crescimento das plantas, mesmo sob condições edáficas e climáticas desfavoráveis. No entanto, essa vantagem inicial poderá ser comprometida pela compactação devida ao tráfego de equipamentos durante a fase de desenvolvimento, ou então no final do ciclo da cultura, quando pesadas máquinas são utilizadas na colheita e no transporte.

A compactação do solo agrícola, à primeira vista, parece ser uma propriedade do solo facilmente descrita e mensurável e de conceito relativamente simples. Este não é o caso, ela está intimamente relacionada com

propriedades físicas, químicas e biológicas que sem dúvida alguma são importantes ao desenvolvimento das plantas. A compactação do solo altera as relações entre ar, água e temperatura, influenciando na germinação, na emergência das plântulas, no crescimento radicular e, de fato, todas as fases do desenvolvimento.

Em vista disto, há a necessidade de direcionar o projeto, seleção e manejo dos equipamentos agrícolas e sistemas de produção, visando obter níveis de compactação ao longo do perfil do solo que não sejam restritivo ao desenvolvimento da cultura.

Na melhor visualização dos vários fatores que concorrem para os agravamentos do fenômeno, como é o caso da patinagem¹ dos rodados, o entendimento dos processos pelos quais a compactação do solo pode ser modificada e controlada e a forma de se determinar essa compactação, são elementos essenciais para uma agricultura permanente.

O objetivo desse trabalho é o de determinar, em condições de campo, qual a influência da patinagem da roda motriz de um trator agrícola na compactação de um determinado tipo de solo.

O trabalho parte da hipótese de que existe uma relação entre níveis de patinagem e grau de compactação na região de contato pneu-solo em função dos esforços que são aplicados pela banda de rodagem.

1) A justificativa para o uso deste termo encontra-se no APÊNDICE 1

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. Processos de compactação do solo

Segundo HARRIS (1971) o solo pode ser descrito em termos de um esqueleto de partículas sólidas que variam de uma turfa orgânica até um cascalho, e que envolve vazios os quais deverão ser preenchidos por gás e líquido. Diz ainda o autor que quando o solo esta sujeito a uma carga capaz de causar a variação de volume, esta mudança pode ser atribuida a quatro fatores:

- compressão das partículas sólidas
- compressão do líquido e gás dentro dos espaços porosos
- mudança do conteúdo de líquido e gás dentro dos espaços porosos
- rearranjo das partículas do solo

A compactação do solo poderá ser definida em termos de densidade global, porosidade e razão de vazios.

2.2. Forças que causam a compactação

A compactação de um solo é definida como a diminuição do volume de uma determinada massa desse solo, provocado pelo rearranjo de suas partículas. Essa mudança do volume é causado por forças que para COHRON (1971) podem ser classificadas em duas grandes categorias - internas e externas. Internas são todas aquelas originárias dentro da massa do solo, tais como: congelamento e degelo, umedecimento e secamento. Externas são aquelas que resultam da construção de edifícios, tráfego de veículos e ferramenta que atuam no solo. Segue ainda o autor dizendo que essas forças conceitualmente são expressas como tensão. Assim sendo, não deveria ser dada nenhuma distinção entre elas pois provavelmente tenham a mesma ação no sistema.

2.3 Compactação sob pneus agrícolas

O tráfego de pneus em solos agrícolas difere radicalmente do tráfego em rodovias. Sómente em circunstâncias excepcionais, o solo agrícola apresenta resistência à cargas aplicadas por pneus sem exceder o limite elástico e deformar-se permanentemente. A forma e a extensão dessas deformações dependem sobretudo das

propriedades físicas do solo e do pneu

SOANE *et al.* (1981) citam que a pressão de inflação, o tamanho do pneu e a resistência da carcaça controlam a distribuição de força sobre a área de contato com o solo, que é influenciado primariamente pela resistência inicial do solo.

As forças na interface pneu-solo e a resistência inicial do solo controlam a magnitude e distribuição das tensões no solo abaixo do pneu.

De acordo com COHRON (1971) os veículos tornaram-se inquestionavelmente a fonte primária de forças de compactação dos solos agrícolas; o aumento do peso dos tratores fez com que houvesse um aumento do tamanho dos pneus num esforço de manter constante a pressão normal de contato do pneu com o solo.

2.3.1 Efeito da distribuição de tensão sob a área de contato

A determinação da pressão normal sobre o solo normalmente é feita determinando-se a área de contato do pneu ou esteira e distribuindo sobre essa área a carga aplicada. Esta simplificação não fornece a distribuição real que ocorre sob o dispositivo de tração.

Outra maneira comumente usada para descrever a distribuição de tensão é através do conceito de pressão

média de contato. Assim, toda vez que uma carga vertical fosse aplicada sobre um pneu, mantendo-se constante sua pressão interna, ele se deformaria de tal maneira que o produto da pressão média e a área de contato seria igual a carga vertical aplicada. De outra maneira se a mesma carga fosse aplicada, mas diminuísse a pressão interna do pneu, ele se deformaria o suficiente para aumentar a área de contato, mantendo assim a pressão média de contato. Porém não é bem assim que ocorre essa distribuição.

VANDEN BERG & GILL (1962) trabalhando com pneus lisos instrumentados com sensores, afim de determinar como ocorriam as tensões sob uma roda dinamicamente carregada, obtiveram modelos de pressão em diversos tipos de solo. Os dados indicaram que os modelos de pressão, são influenciados pelas condições dos solos assim como pelo pneu, e que a mudança na pressão de inflação, mudou consideravelmente o modelo de distribuição de pressão sobre o solo. Foram medidas pressões no solo de duas a cinco vezes a pressão de inflação.

TRABBIC *et al.* (1959) instrumentaram um pneu de trator agrícola com sensores elétricos afim de medir a pressão na interface solo-pneu, na parte frontal, topo, parte traseira da garra, e na carcaça entre as garras. O trabalho também mostrou uma distribuição não uniforme da pressão sob a área de contato.

2.3.2 Efeito das dimensões do pneu e estrutura da carcaça

Muitos estudos de compactação por pneus de tratores foram realizados, dando-se especial atenção a três características do pneu, as quais podem ser variadas independentemente dentro de certos limites, e que são: carga nominal, dimensões do pneu e pressão de inflação. Trabalhando nessas características, uma a uma ou combinando-as, é possível aumentar, diminuir ou manter constante a pressão média de contato.

KOLOBOV (1966) cita que além dos fatores operacionais como, carga nominal, pressão de inflação e propriedades mecânicas do solo em contato com o pneu, o valor e a distribuição da pressão de contato são também influenciadas pelas propriedades inerente a construção do pneu, como dureza da carcaça e tipo de banda de rodagem.

O trabalho de VANDEN BERG & GILL (1962) citado anteriormente, mostra também que, a influência da dureza dos flancos torna-se evidente à baixa pressão de inflação. Assim sendo, a influência dos fatores de projeto pode ser medido pela distribuição de tensão.

O aumento da largura ou diâmetro do pneu para um aumento de carga, não significa que deixará de haver um aumento da compactação, para uma pressão de inflação e pressão média de contato constantes. BLACKWHEEL &

SOANE (1981) estudando um método de predição de mudança na densidade global em solos agrícolas, resultante do tráfego de veículos, citam que muita ênfase tem sido dada à redução de pressão de contato com o solo, e que o modelo por eles encontrado revela igual, senão maior, a importância de se reduzir a carga na roda para controlar a compactação do solo abaixo de 10 cm de profundidade. Eles recomendam que aumento do peso do veículo não pode ser simplesmente compensado pelo aumento da área de contato.

Resultados pouco contraditórios a essas recomendações foram encontrados por CAMPBELL & DICKSON (1984). Esses autores verificaram o efeito de compactação em canteiros, causado por pneus frontais montados em um trator equipado com pneu traseiro desenvolvido especialmente para minimizar a compactação. Trabalharam com quatro diferentes tipos de pneus: convencional 7.50-16. 6PR, seção larga diagonal 400-17.5, seção larga radial 12.0-18 e seção muito larga baixa pressão 38 x 20.00-16.1 ("Terra Tire"), com e sem lastro frontal. A medida da compactação foi obtida através do índice de cone e da densidade global. No ensaio com lastros frontais o pneu Terra Tire e o de seção larga radial causaram um aumento de densidade menor que os outros dois. Para os mesmos pneus sem lastro, as diferenças foram muito pequenas.

RAGHAVAN et al. (1976) estudaram a

compactação causada por pneus agrícolas de tamanhos diferentes equipando um trator com massa de 4.670 kg, utilizando pneus de dimensões 46,7 x 76,2 cm e pressão de inflação de $0,703 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ e um pulverizador com massa de 3.424 kg, utilizando pneus de dimensões 28,6 x 61,0 cm e pressão de inflação de $1,476 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$.

Devido a maior carga sobre a área de contato do pneu 28.6 x 61.0, o pulverizador causou considerável compactação comparando com a menor área de contato do pneu que equipava o trator. No caso do pneu do pulverizador, a máxima densidade foi de $0,24 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ entre 7 e 17cm de profundidade. Para o pneu do trator, a máxima densidade observada foi de $0,16 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, entre 17 e 20 cm de profundidade. Quando o autor comparou as linhas de pontos de mesma densidade, verificou-se que o pneu do pulverizador compactou maior volume de solo. Isto, segundo o autor, demonstra claramente a vantagem da utilização de pneus mais largos, afim de distribuir a carga sobre uma área maior, resultando em menor compactação.

2.3.3 Efeito do tipo de construção do pneu

Os pneus radiais devido a disposição das lonas tornam os flancos mais flexíveis. Isto permite um aumento de área de contato maior que o pneu de construção

diagonal de mesmo tamanho e submetido a mesma carga.

ABEELS (1976) comparou a relação existente entre a carga aplicada e a área de contato efetiva, sobre superfícies rígidas, de pneus com dimensões 12.4 - 36 com 6 lonas de construção diagonal e radial. Para uma carga de 10 kN a área de contato do pneu radial foi aproximadamente 40% maior que a área do pneu diagonal.

PLACKETT (1984) determinando a pressão de contato de pneus agrícolas submetidos a uma carga baixa e em superfícies rígidas, verificou para os pneus de dimensões 16.9 - 34 diagonal e radial, que a uma mesma carga e mesma pressão de inflação o pneu radial apresentou 15% de redução no valor de máxima pressão aplicado ao solo, em relação ao diagonal.

2.3.4 Efeito da pressão de inflação

Segundo SOANE *et al.* (1981) para pneu tipo "balão", sem garras, existe uma relação direta entre a pressão de inflação e a pressão de contato. Todavia, pneus de tratores com garras, não apresentam uma relação clara entre pressão de inflação e pressão de contato.

McLEOD *et al.* (1966) estudando características de força de tração, eficiência de potência e compactação do solo para pneus simples, duplos e baixa-pressão,

verificaram que quando a pressão de inflação de um pneu de baixa pressão carregando 10.8 kN baixou de 41 para 27 kPa houve uma redução de 42% da área da secção transversal do sulco.

2.3.5 Efeito da intensidade de tráfego

Dependendo do teor de umidade e das condições iniciais do solo tem-se maior ou menor influência da segunda ou subseqüentes passadas na compactação do solo. NOVAK *et al* (1989) estudaram o efeito do tráfego de trator em solos com dois níveis de umidade, verificando que para um mesmo teor de umidade, considerado alto para aquele solo, a medida que aumentou o número de passadas as isolinhas de pressão atingiram praticamente o dôbro da profundidade

COLETI & DEMATTÊ (1982) verificaram a compactação artificial em solos de plantio de cana-de-açúcar. A compactação artificial foi obtida utilizando um caminhão carregado com massa de 15 t., sendo realizados cinco níveis de passadas (1, 2, 3, 4 e 10). As passadas do caminhão foram repetidas periodicamente a 0, 20, 30, 46 e 68 horas após chuva simulada. Os autores concluíram que, estando o solo úmido, a tendência dos valores de densidade é de aumentar de acôrdo com o número de passadas, assim

como de aumentar em profundidade. Aproximadamente 50 a 60% da compactação do solo se manifestou com as primeiras passadas.

2.3.6 Efeito da velocidade de deslocamento

STAFFORD & MATTOS (1981) estudando o efeito da velocidade de deslocamento na compactação do solo, verificaram que a compactação por rodas aumenta, dentro de uma faixa grande de teores de umidade com o decréscimo da velocidade. Esse efeito é atribuído, pelos autores a adição da compactação produzida pela deformação que é causada por cisalhamento devido a patinagem, sendo este efeito menor a altas velocidades.

2.4 Patinagem e tensão de cisalhamento

De acordo com GILL & VANDEN BERG (1967), a tensão de cisalhamento não se acha na interface de contato solo - rodado, e sim na superfície de ruptura (solo - solo).

REECE (1967) considera que a formulação de teoria simplificada sobre o fenômeno da tração por rodados deve partir do empuxo máximo que o rodado dos

tratores tem condições de exercerem quando apresenta-se com uma determinada área de contato e desenvolvendo uma patinagem. O autor cita ainda que, para uma área de contato plana, paralela à superfície do solo, o empuxo máximo equivale ao produto da área de contato pela máxima tensão de cisalhamento que o solo sob ela é capaz de suportar.

FLORES *et al.* (1990), partindo de considerações teóricas, que o empuxo exercido pelo rodado é diretamente proporcional à tensão máxima de cisalhamento do solo, determinaram tensões de cisalhamento necessárias para proporcionar tração num determinado solo, variando a umidade e patinagem provocada pelos esforços tratórios impostos aos rodados durante os ensaios.

RAGHAVAN & McKYES (1977) estudaram em laboratório o efeito do cisalhamento, provocado por patinagem, na compactação do solo. Os testes foram realizados com teor de umidade variando desde solo seco até saturado, sob ação de pressões normais de 0,17; 0,32 e 0,63 kg.cm⁻², com e sem aplicação de cisalhamento. Os resultados mostraram que a compactação produzida foi maior, para cada pressão normal, quando se aplicou cisalhamento. A cada nível de pressão normal, a aplicação de cisalhamento causou acréscimo de densidade de 20 a 50%.

DAVIES *et al.* (1973) verificaram o efeito do peso do trator e patinagem como causas da compactação. Os

autores trabalharam com dois tipos de solos, dois tratores com massas diferentes em cada solo e com níveis de patinação de: 0, 20, 30 e 40%. Em um dos solos houve um aumento de carga do eixo traseiro para os dois tratores que ali trabalharam. Foram utilizadas cinco diferentes medidas para estimar a compactação a saber: profundidade do rasto, densidade e porosidade, resistência ao cisalhamento, resistência a penetração do cone e taxa de infiltração. Os resultados permitiram concluir que a patinação provou ser uma causa mais importante na compactação, do que a lastragem.

Segundo os autores, em situações onde existe a necessidade de um melhor controle da compactação, atenção especial deverá ser dada à lastragem e a velocidade operacional, de maneira que se obtenha um mesmo desempenho com reduzida patinação.

Estudando o efeito da patinação na compactação do solo, RAGHAVAN *et al.* (1977) trabalharam com pneus de três tamanhos 42,9 x 71,1 cm 46,7 x 76,2 cm e 46,7 x 86,4 cm a diferentes níveis de patinação. Os dados de densidade foram coletados, com auxílio de uma sonda de neutron, transversalmente à passagem da roda. Paralelamente testes de cisalhamento de solo em laboratório foram realizados com três níveis de pressão normal.

Para o pneu 42,9 x 71,1 em solos arenoso e argilo arenoso a máxima compactação ocorreu entre 20 e 25%

de patinagem, todavia a compactação se reduz abaixo de 10% e acima de 50%. Para o pneu 46,7 x 76,2 operando em solo argilo arenoso a máxima compactação ocorreu entre 10 e 20% de patinagem. O pneu 46,7x 86,4 apresentou resultado semelhante ao primeiro.

Os autores concluíram que acréscimos de densidade de $0,12 \text{ g.cm}^{-3}$ e $0,25 \text{ g.cm}^{-3}$ foram obtidos devido a patinagem em teste de campo para solo arenoso e argilo arenoso respectivamente. A máxima compactação ocorreu entre 15 e 25% de patinagem, reduzindo à medida que houve aumento desta.

Os resultados de laboratório mostraram o efeito do cisalhamento sob a compactação para três diferentes pressões normais e variação de umidade. A cada nível de pressão normal o cisalhamento causou um acréscimo de densidade global de até 45%, dependendo do tipo e umidade do solo.

BLASZKIEWICZ (1985) realizou estudos para verificar a influência da patinagem da roda motriz do trator, a diferentes velocidades, sobre a densidade os teores de água e ar em um solo leve. Os resultados mostraram que a patinagem teve uma considerável influência na densidade, no conteúdo de ar e água e na distribuição do tamanho dos poros no solo; a natureza e extensão das variações nestas características são determinadas pela velocidade do trator. A mínima variação desfavorável na

densidade, teor de água e ar do solo foram obtidas com velocidade de 1,65 m/s para valores de patinagem próximas de zero e maiores que 25%.

2.5 Alguns efeitos da compactação

FONTAINE citado por ROSEMBERG (1964) aponta que a produtividade de solos compactados é afetada pelo aumento da resistência mecânica a penetração radicular, redução da aeração, alteração na disponibilidade e fluxo de água, calor resultante do aumento da densidade do solo e redução dos espaços porosos.

Diz ainda o autor que, num determinado tempo e local um desses fatores poderá tornar-se importante para o desenvolvimento das plantas, porém isso depende do tipo de solo, condições climáticas, espécie e desenvolvimento da planta, quando suas raízes encontrarem uma condição de solo compactado.

TROUSE (1966) estudou a alteração na capacidade de infiltração e permeabilidade, causada por tráfego de veículos em solos tropicais, utilizando um veículo cuja pressão de contato com o solo era de 0,49 kg.cm⁻². O autor constatou decréscimo de infiltração e permeabilidade de 87% após a primeira passada e de 99.6% após a oitava passada, para um acréscimo de densidade de

13 e 17% respectivamente.

Para o caso de veículos com pressão de contato de $0,35 \text{ kg.cm}^{-2}$, o autor verificou pouca influência sobre a permeabilidade hidráulica saturada de 58 mm.h^{-1} que foi reduzida a 48 mm.h^{-1} . No entanto, para veículo com pressão de contato de $0,93 \text{ kg.cm}^{-2}$, a redução de permeabilidade foi de 58 mm.h^{-1} para 3 mm.h^{-1} .

AKRAM & KEMPER (1979) estudando cargas compactantes e teores de água nos solos, através de medidas da taxa de infiltração, redução de volume e densidade global, verificaram que a máxima compactação ocorre quando o solo está com seu teor de umidade próximo a capacidade de campo. Os autores encontraram que para cargas menores que 1 kg.cm^{-2} a densidade global mínima ocorreu quando o teor de umidade do solo estava uma vez e meia a capacidade de campo, indicando que a tensão superficial do filme de água no solo desempenhou um papel maior em termos de coesão e estabilização oposto a compactação. Cargas de compactação de $3,46 \text{ kg.cm}^{-2}$, em solo argilo arenoso e textura fina, na capacidade de campo, reduziu a taxa de infiltração para menos de 0.1% do valor obtidos para esses solos, quando compactados na condição de seco ao ar.

Toda compactação provoca, em grau menor ou maior, uma diminuição do tamanho dos poros e isto certamente irá afetar o desenvolvimento das raízes.

Os dados encontrados por AUBERTIN & KARDOS

(1965) estudando o efeito do tamanho do poro e a rigidez deste no desenvolvimento de raízes de milho, observaram uma positiva influência destes sobre o crescimento das raízes. Estas não cresceram no sistema de poros rígidos, de diâmetro menor que aproximadamente 138μ e em sistemas rígidos menores que 412μ houve uma redução de crescimento das raízes.

HOPKINS & PATRICK (1969) estudando o efeito combinado de teor de oxigênio e compactação do solo sobre a penetração da raiz, obtiveram resultados que sugerem haver uma interação da compactação do solo e do conteúdo de oxigênio sobre a capacidade de penetração da raiz. Segundo os autores, a altos níveis de compactação ou a baixos teores de oxigênio, pequena ou nenhuma penetração ocorre. A um ótimo nível de um dos fatores, o aumento da penetração da raiz foi governado pelo outro fator.

TAYLOR & RATLIFF (1969) estudando a taxa de alongamento radicular em plantas de amendoim e algodão, em função da resistência do solo, mostraram que a taxa de alongamento diminui com a resistência do solo em torno da raiz, e que, um acréscimo da resistência ao penetrômetro de 0 para 10 kg.cm^{-2} reduziu a taxa de alongamento da raiz do algodão de 62%, enquanto que para o amendoim foi de apenas 29%. Para uma resistência do solo 5 e 30 kg.cm^{-2} , o alongamento da raiz de amendoim foi de 2,3 e 0,8 mm.h^{-1} , respectivamente.

TAYLOR & GARDNER (1963) verificaram a influência da densidade global, teor de umidade e resistência do solo na penetração das raízes principais da planta de algodão. Os autores mostraram que existe uma relação linear inversa altamente significativa entre percentagem de penetração da raiz e resistência do solo. Cerca de 70% das raízes principais penetraram em um solo cuja densidade era de 10 kg.cm^{-2} , mas somente 30% penetraram quando a resistência foi de 20 kg.cm^{-2} .

2.6 Custos e energia para descompactação do solo

As operações de descompactação dos solos cultivados vem se tornando cada vez mais frequente, apesar dos custos e do dispêndio energético.

Segundo CHARLES (1984), entre 20 e 50% da energia transferida aos elementos de tração do trator é perdida. Esta energia não somente é perdida pelo rodado, mas também resulta em compactação, prejudicial à produtividade da cultura e que deverá ser corrigida também com dispêndio energético.

A subsolagem é uma prática de cultivo em profundidade que vem sendo utilizada com a finalidade de quebrar as camadas compactadas. Porém é uma operação de custo bastante elevado uma vez que exige elevado esforço

tratório à velocidade de deslocamento relativamente baixa e pequena capacidade operacional. WOLF *et al.* (1981) trabalhando com quatro níveis de subsolagem concluíram que a profundidade teve um efeito marcante na força de tração e consequentemente na energia mecânica requerida. A força de tração por haste aumentou de 2,52 kN para 6,20 kN quando a profundidade aumentou de 0,28 m para 0,48 m.

VOORHEES *et al.*² citados por SOANE *et al.* (1981) trabalhando em aração de um solo silte argiloso encontraram que a força de tração aumentou em 92% como resultado de uma compactação pesada. A potência requerida aumentou em grande proporção devido ao aumento da patinagem.

2.7 Métodos para determinar a compactação do solo

O fenômeno da compactação pode ser avaliado sob dois pontos de vista: estático e dinâmico. Segundo GILL & VANDEN BERG (1966) uma característica dinâmica do solo é aquela que se revela como resposta à aplicação de uma força enquanto que uma característica estática independe desse fator. Portanto, a avaliação da compactação poderá usar como critério de medida a

²VOORHEES, W.B. & HENDRICK, J.G. Compaction: good and bad effects on energy needs. *Crops Soils Magazine*. 29: 11-13 1977.

resistência oferecida à penetração - como resposta à ação de uma força - ou, a relação entre massa e volume.

Segundo FREITAG (1971) ocorrem alterações em três propriedades básicas do solo quando este é submetido a forças de compactação: porosidade, distribuição e tamanho dos poros e textura. As mensurações das alterações ocorridas nessas propriedades básicas são de grande valia no estudo da compactação e dos seus efeitos. O procedimento mais comum para obter cada uma dessas medidas é a determinação do volume e peso de uma amostra de solo. Outros métodos envolvem determinação de : (a) condutividade para água, ar e radiação nuclear, (b) habilidade do solo em transmitir tensões e (c) a resistência do solo. Comenta ainda o autor que nenhuma dessas medidas podem ser aplicadas universalmente, e que cada uma tem suas vantagens e limitações.

O penetrômetro é um equipamento que indica a resistência do solo à penetração de uma ponta cônica padrão. Ele representa um método simples, de determinações relativamente rápidas e que podem ser feitas a consideráveis profundidades. Essa resistência é um parâmetro conhecido como índice de cone. A AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (1987) especifica dois padrões para a ponta cônica com ângulo de 30° , uma com diâmetros de base de 12,83 e a outra com 20,27 mm.

VOORHEES *et al.* (1978) estudando tráfego

controlado em um solo barro limo argiloso, comparou as técnicas da resistência ao cone e densidade global durante cinco anos. O autor considera que a resistência à penetração é uma indicação mais sensível da compactação que a densidade global. Cita também que onde os valores de densidade global tiveram um aumento de 20% ou menos devido ao tráfego, os valores de resistência ao penetrômetro aumentaram mais de 400%.

Um bom exemplo de medidas relativas é dado por McLEOD *et al.* (1966) no qual a largura e profundidade de zonas compactadas de solo foram determinadas por várias intensidades de aplicação de cargas. Neste caso a resistência ao penetrômetro também refletiram a relativa intensidade de pressão de compactação aplicada.

FREITAG (1968) apresenta o uso de penetrômetro para avaliações não qualitativas de compactação do solo quando a massa do solo muda drasticamente devido a reorientação estrutural quando o mesmo é supercompactado. O autor mostra que a cada incremento de compactação foi feito uma leitura com o penetrômetro. O início da reorientação é aparentemente perceptível nos resultados de teste de penetração.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Tratores

Como fonte de patinagem e compactação foi utilizado um trator Massey Ferguson modelo 275, devidamente instrumentado. Os pneus traseiros marca Pirelli com dimensões 18.4 - 30, desenho de banda de rodagem R1 e 10 lonas, foram inflados com pressão de 125 kpa.

Para simular as cargas na barra de tração foi utilizado um segundo trator, Massey Ferguson modelo 295 4x2 TDA, acoplado ao primeiro trator por meio de um tirante de tração, com comprimento necessário para que o operador pudesse dirigi-lo segundo uma linha contida no plano médio vertical longitudinal do trator.

3.1.2. Equipamentos de mensuração

3.1.2.1 Mensuração de força de tração

Na mensuração da força de tração foi utilizada uma célula de carga marca Alfa Instrumentos modelo Q 10T com capacidade máxima para 10 t. A célula de carga foi conectada eletricamente por um cabo ao indicador-registrador, marca Kratos modelo Br 103. Este contém internamente um microprocessador, cuja programação através de um teclado externo possibilita efetuar os comandos do indicador e da impressora, que, apresentam e registram respectivamente os valores da força de tração em kgf. A impressora ainda fornece a média dos valores obtidos durante cada determinação.

Os equipamentos de mensuração de força de tração são alimentados com corrente alternada e voltagem de 110 v.. Para isso, foi acoplado na parte frontal do trator, local dos lastros, um motogerador de corrente alternada com capacidade de 2.500 w, marca Yanmar, modelo GMG 2500.

3.1.2.2. Mensuração da patinagem

Na mensuração da patinagem foi utilizado um equipamento, montado em uma caixa de alumínio anodizado, constituído de sete totalizadores elétricos marca Veeder Rooter todos com visor em cristal líquido. A um dos totalizadores acoplou-se uma base de tempo transformando-o em um cronômetro elétrico. O acionamento dos totalizadores e do cronômetro é feito simultaneamente através de interruptores, montados na parte frontal da caixa e cuja finalidade é dar o início, parar e zerar os valores apresentados no visor.

Os totalizadores de pulsos recebiam sinais originados nas unidades geradoras de pulsos, constituídas de um suporte com engrenagem de 20 dentes e sensor indutivo marca Sense, que estavam acopladas às rodas de tração do trator e a roda odométrica.

Toda vez que um dente passa defronte ao sensor, a conseqüente alteração do campo gerado nele emite um pulso que é indicado no visor do totalizador. O número de dentes da engrenagem determina o número de pulsos por volta.

A roda odométrica foi montada entre eixos do trator em um suporte que permitia que a mesma circulasse sobre o rasto deixado pela roda frontal. Ela tem por função, como o próprio nome indica, medir a distância real

percorrida pelo trator.

Consta de uma roda raiada com pneu Ciclomotor ML 20 5,71 x 43,2 cm inflado a pressão de 196,1 kpa e permite um perímetro eficaz de 167 cm. No cubo da roda, local da catraca, foi montado uma engrenagem de 20 dentes. A roda é fixada, através do seu eixo, no interior de uma estrutura em forma de "U" na qual encontra-se o sensor instalado em posição tal que a ponta sensora permaneça de topo para os dentes da engrenagem. A estrutura é fixada a um suporte preso ao trator por meio de mancais tubulares, vertical e horizontal permitindo que a roda tenha movimento livre nos dois planos.

No engate de três pontos foi montado um banco para a pessoa que faz a anotação dos dados. Os equipamentos indicadores e registradores de força, mais a caixa contendo os totalizadores e o cronômetro, foram afixados a um suporte, montado sobre os paralamas, atrás do arco de segurança do operador. Montados dessa maneira, os equipamentos ficam voltados para a pessoa que faz as leituras.

O esquema da imposição de carga e a disposição dos equipamentos instalados no trator são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Esquema da disposição dos equipamentos instalados no trator

3.1.2.3 Resistência do solo à penetração

Na mensuração da resistência do solo à penetração foi utilizado um penetrômetro de anel marca Soloteste, referência S-210 equipado com relógio comparador marca Kafer com subdivisões de 0,001 mm. A calibração do penetrômetro é dada pela equação:

$$F = 0.04018 \cdot d + 0.3547$$

$$r^2 = 0.9998$$

onde F = força aplicada no anel, N

d = deflexão do ponteiro, mm $\times 10^{-3}$

O equipamento utilizado possui haste com diâmetro de 15,9 mm, base do cone com diâmetro de 20,27 mm e ângulo da ponta 30° de acordo com especificação da AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (1987).

3.1.3 Equipamentos para caracterização do solo

3.1.3.1 Densidade

Para determinação da densidade global foram utilizados anéis volumétricos com 55,6 mm de diâmetro e volume de 100 cm^3 , recipientes de alumínio com tampa com capacidade de 180 cm^3 para acondicionamento das amostras, martelo, castelo, enxadão, faca afiada para desbaste das amostras. No laboratório foram utilizados balança marca Metler com precisão de 0,01 g., e estufa para secagem das amostras.

3.1.3.2 Umidade

Para retirada das amostras no campo foram utilizados: enxadão, vanga, recipientes de alumínio com tampa. No laboratório foram utilizados os mesmos

equipamentos citados no item anterior

3.1.4 Campo de ensaio

O trabalho foi realizado nas dependências da Divisão de Engenharia Agrícola, pertencente ao Instituto Agronômico de Campinas, situada no município de Jundiaí, Estado de São Paulo, localizado a 23°10'S2" sul / 46°56'35" oeste, em área de aproximadamente 2 ha (parte interna da pista de ensaio de tratores) perfeitamente plana e em nível.

O solo onde realizou-se o trabalho é composto de 15% de argila, 35% de silte, 22% de areia fina e 28% de areia grossa o que caracteriza-o como um solo FRANCO de acordo com Serviço de Conservação de Solos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos conforme citado por OLIVEIRA (1992).

Na ocasião do trabalho a cobertura vegetal compunha-se de: capim carrapicho *Cenchrus echinatus* L., picão preto *Bidens pilosa* L., tiririca *Cyperus rotundus* L., amor amarrado *Desmodium carrum* (Gmel.) Sching et Thell, capim marmelada *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, grama seda *Cynodon dactylon* (L.) Pers., grama batatais *Paspalum notatum*.

A Tabela A2-1 do APÊNDICE 2 apresenta os valores médios de umidade e densidade das parcelas para

cada tratamento, obtidos em três profundidades (5, 10 e 15 cm).

3.1.5 Caracterização da banda de rodagem

Os equipamentos utilizados para caracterização da banda de rodagem dos pneus foram: trena em lâmina de aço com comprimento de 3 m marca Starret, paquímetro marca Somet, transferidor marca Mytutoio e dispositivo medidor de altura de garras desenvolvido por MENEZES & YANAI (1989).

O trator estava equipado com pneus traseiros marca Pirelli 18.4 - 30, com 10 lonas ,construção diagonal, desenho de banda de rodagem R1 com as seguintes dimensões:

- a) ângulo da garra 45°
- b) passo da garra 245.0 mm
- c) altura da garra 35.0 mm
- d) largura da garra 38.5 mm
- e) comprimento da garra 300.0 mm
- f) espaçamento da garra - perpendicular 125.0 mm
- g) espaçamento da garra - circunferencial..... 160.0 mm

O APÊNDICE 3 apresenta um diagrama da banda de rodagem com a localização das dimensões acima citadas.

3.2 Método

3.2.1 Caracterização do pneu

As características de construção de um pneumático tem marcante influência no seu desempenho.

Trabalhos de avaliação do desempenho de pneumáticos de tratores agrícolas, segundo algumas características de construção foram realizados por VASEY & NAYLOR (1958), TAYLOR (1973 a), TAYLOR (1973 b), TAYLOR et al.(1976), BURT & BAILEY (1982), respectivamente sobre: influência, ângulo e espaçamento das garras; construção da carcaça (diagonal radial); pressão de inflação e carga dinâmica sobre os pneus.

Como cada uma dessas características mostrou diferente desempenho dos pneumáticos, procurou-se então caracterizar o pneu do trator utilizado no trabalho.

3.2.2 Preparo da área do ensaio

A área é totalmente plana e nivelada, e estava sem uso a pelo menos quatro anos. Apenas trator com roçadora circulou sobre a mesma para serviço de limpeza. Por isso, para tornar as condições do solo as mais

homogêneas possíveis, foram realizadas: uma aração, a mais ou menos 20 cm de profundidade, utilizando um arado com três discos de 26 polegadas e duas gradagens utilizando uma grade com 28 discos de 18 polegadas.

Realizou-se o ensaio sobre a área após um período de quatro meses de descanso da mesma.

3.2.3 Avaliação da compactação

Como o trabalho visou avaliar a compactação do solo sob quatro diferentes níveis de patinagens, montou-se um experimento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, referentes aos níveis 0, 10, 20 e 30% de patinagem, com cinco repetições por tratamento.

Cada parcela tinha 5 m de largura e 50 m de comprimento, com cinco parcelas por bloco. Entre um bloco e o seguinte deixou-se um espaço de 30 m utilizados para manobras e estabilização das cargas.

Determinou-se a compactação através do índice de cone, para os quatro níveis de patinagem. Trabalho realizado por SOEHNE (1958), mostra que o efeito de compressão do pneu do trator tende concentrar-se na linha central do rasto deixado pelo mesmo. Por isso as amostragens foram realizadas nessa posição, a partir do fundo da impressão da garra deixado pelo pneu, e também ao

lado, afastado mais ou menos 0.8 m da linha de centro do rasto do pneu, em terreno não compactado pela roda. Realizaram-se quinze amostragens em cada uma das posições.

Fez-se para cada amostragem leituras de índice de cone a cada 2,5 cm de profundidade até 15 cm. Comparou-se os valores do índice de cone obtidos no rasto do pneu com aqueles obtidos ao lado.

3.2.4. Características ponderais e dimensionais do trator

A pesagem foi feita com a finalidade de se saber qual a carga normal imposta ao solo pelo pneu traseiro. Pesou-se o trator, utilizando para isso os equipapamentos da Seção de Máquinas de Tração e de Potência composto de células de carga, indicadores digitais, plataformas de ferro e madeira e duas talhas manuais fixadas nos extremos de uma ponte rolante com capacidade para 196.000 N.

Determinou-se o peso total, e sobre os eixos traseiro e dianteiro.

O trator foi pesado nas condições em que realizou os ensaios no campo, isto é, instrumentado, com dois operadores, lastros líquido e metálicos nas rodas traseiras, apresentando um peso total de 39.306 N sendo

10.738 N no eixo dianteiro e 28.568 N no eixo traseiro.

As dimensões de interesse dizem respeito somente a distância entre eixos e altura da barra de tração em relação ao nível do solo, que são respectivamente 2.150 mm e 425 mm.

3.2.5 Bitola

Com base no trabalho de DICKSON (1980)³ citado por CLAVERIE et al.(1992) para evitar o efeito da pressão de contato da roda dianteira do trator na área trafegada pelo pneu traseiro em estudo, a bitola dianteira foi regulada para a posição mínima, 1.420 mm enquanto a traseira foi regulada para a posição máxima 2.160 mm.

3.2.6 Barra de tração

A barra de tração foi invertida e instalou-se um dispositivo, esquematizado na Figura 2, construído de chapa de aço SAE 1020 com 101,6 mm de largura e 12,7 mm de espessura, que foi acoplado no ponto de fixação da barra de tração ao trator juntamente com ela. Dessa maneira o ponto de engate da barra de tração passou a situar-se a 100 mm

³DICKSON, J.W. The relative compaction effects of a tractor front andrear wheel on asandy loam. Scot.Inst. Agric. Eng. Dept. note sin/261, 9 p. 1988.

do plano vertical que passa pelo centro do eixo traseiro.

Se o trator utilizado tivesse sido operado com a barra de tração na altura normal, à medida que fossem sendo impostas as cargas na barra de tração para conseguir as patinagens desejadas, maiores transferências de peso também iriam ocorrer, o que poderia afetar os resultados ficando a dúvida se a compactação teria sido devido a patinagem ou a uma maior pressão do pneu sobre o solo.

Figura 2. Esquema da barra invertida e dispositivo, com finalidade de diminuir altura de engate à barra

3.2.7. Ensaios preliminares

3.2.7.1 Determinação das cargas para obtenção dos níveis de patinagem

Para determinar os valores de força a serem aplicados à barra de tração durante o ensaio, afim de proporcionar a patinagem desejada, realizou-se um trabalho preliminar em terreno localizado junto ao campo experimental. Nesse trabalho o trator que estava a reboque impôs carga crescentes ao trator submetido ao ensaio. Para cada carga calculou-se a patinagem correspondente.

Com os dados obtidos determinou-se a equação da patinagem em função da força de tração, cujo gráfico é apresentado na Figura 3. A partir desse gráfico foram estabelecidas as cargas aplicadas à barra de tração do trator, durante os ensaios definitivos, para obter os níveis definidos de patinagem em cada tratamento, com uma tolerância de mais ou menos 1% no máximo, em torno do valor nominal.

Figura 3. Relação patinação - força de tração determinada preliminarmente

Fez-se o cálculo da patinação, utilizando a equação:

$$p = \frac{N_T \cdot PE_T - N_O \cdot PE_O}{N_T \cdot PE_T} \cdot 100 \quad (1)$$

onde:

p = patinação, %

N_T = número de giros da roda motriz com carga

N_O = número de giros da roda odométrica

PE_T = perímetro eficaz da roda motriz, cm

PE_O = perímetro eficaz da roda odométrica, cm

Perímetro eficaz é o perímetro de uma roda equivalente à distância por ela percorrida em uma volta completa, com patinação presumível igual a zero.

As determinações do perímetro eficaz da roda

motriz do trator e da roda odométrica, foram realizadas em pista de concreto, e considerada como condição zero a definida pela AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (1986). Para isso o trator locomoveu-se sobre a pista, a velocidade de 2 km/h; demarcaram-se os espaços percorridos por cinco voltas das rodas motriz e 10 voltas da roda odométrica. Dividindo-se as distâncias pelo número de voltas respectivas de cada uma das rodas, obteve-se o perímetro eficaz das mesmas.

3.2.7.2 Avaliação da variação da área de contato do pneu

O interesse em determinar a área de contato, foi o de estimar qual a alteração na pressão média nominal de contato, causada pela transferência de peso decorrente do aumento da força na barra de tração, necessário à obtenção dos vários níveis de patinagens.

Nessa estimativa admitiu-se a área nominal de contato pneu-solo plana e distribuição uniforme de pressão, critérios julgados satisfatórios tendo em vista que o objetivo é apenas verificar, de forma comparativa, a provável variação na pressão média nominal.

A área de contato do pneu foi determinada em uma superfície rígida e em condição estática, de acordo com metodologia utilizada por PLACKETT (1984), para várias

cargas aplicadas sobre o pneu .A primeira carga, considerada foi aquela para qual o trator trafegou livre, sem esforço algum na barra de tração. Nessa condição admitiu-se que a transferência de peso devido a força para vencer a resistência ao rolamento seja zero, então a carga aplicada seria a própria carga estática. As cargas seguintes foram equivalentes às cargas dinâmicas, correspondentes a cada força aplicada na barra de tração para obtenção dos níveis de patinagem esperados, calculadas para trator 4 x 2, segundo McKIBBEN (1928) pela equação:

$$W_d = W_e + \frac{y}{x} F_t \quad (2)$$

onde: W_d = carga dinâmica sobre a rodado propulsor, N
 W_e = carga estática sobre a rodado propulsor, N
 y = altura da barra de tração, mm
 x = distância entre eixos do trator, mm
 F_t = força de tração na barra, N

No APÊNDICE 4 são apresentados os valores das cargas aplicadas sobre os pneus e as respectivas áreas de contato.

Os valores das áreas de contato e as correspondentes cargas aplicadas permitiram elaborar com o

auxílio do programa AJUST desenvolvido por Jurandir Zullo Junior CEPAGRI/UNICAMP e Flávio Bussmeyer Arruda SID/IAC, a equação apresentada a seguir, que exprime essa relação, representada no gráfico da Fig. 4.

$$S_c = -a + b \cdot W_d + c \cdot W_d^2 \quad (3)$$

$$r = 1.000$$

onde :

$$a = -3659.266$$

$$b = 0.5727361$$

$$c = -1.650669E-05$$

$$S = \text{Área de contato de um pneu, cm}^2$$

$$W_d = \text{Carga dinâmica sobre o rodado propulsor, N}$$

Figura 4 Representação gráfica da equação da área de contato em função da carga dinâmica sobre os pneus

3.2.8 Método de ensaio de campo

As parcelas, no campo, foram dispostas em blocos ao acaso. Demarcou-se com letras de "A" até "D" representando respectivamente 0, 10, 20 e 30% de patinagem, com índices de 1 a 5, representando as repetições.

Os trabalhos iniciaram-se pela parcela A₁ (patinagem zero), com o trator operando em 4^a marcha, que permite manter a mesma velocidade angular do motor mesmo com cargas crescentes, máxima aceleração, e com bloqueio de diferencial acionado.

Após o trator ter trafegado sobre a parcela realizou-se as determinações de índice de cone, em quinze pontos na linha de centro do rasto deixado pelo pneu da roda motriz e mais quinze ao lado, conforme esquema na Figura 5. A cada determinação fez-se leituras para seis profundidades.

Para determinação da umidade do solo, em cada parcela retirou-se amostra de solo em três profundidades: 0-5, 5-10 e 10-15cm com três repetições ao longo da parcela, a intervalos regulares.

A determinação da densidade também foi realizada em três profundidades e com três repetições utilizando anel volumétrico com volume de 100 cm³.

No caso dos tratamentos B, C e D a patinagem

foi induzida por intermédio de um segundo trator que impunha cargas crescentes previamente estabelecidas as quais produziam as patinagens esperadas.

Figura 5. Esquema das amostragens dos valores de índice de cone em uma parcela.

3.2.9 Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com cinco repetições. Os níveis de patinagens constituíram as parcelas e nas subparcelas foram colocadas as

profundidades.

Foram executadas três séries de análise de variância e nos casos de significância ao nível de 5% do teste "F" efetuou-se a comparação múltipla das médias através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SANEST desenvolvido por ZONTA e MACHADO (1990).

A primeira série de análise de variância realizou-se com os dados médios de índice de cone de cada tratamento obtidos ao lado do rasto do pneu, para cada profundidade e para cada parcela. Objetivou-se com isso verificar a condição inicial do perfil do solo, partindo-se do pressuposto de que, sendo o terreno homogêneo, ela representa a condição antes da passagem do pneu.

A segunda série de análise de variância foi realizada com os dados médios de índice de cone de cada tratamento obtidos na linha de centro do rasto do pneu, para cada profundidade e tratamento. O objetivo foi verificar a influência de cada nível de patinação na compactação do solo, nas várias profundidades estudadas.

Essas análises foram efetuadas a partir de um arquivo com os dados médios de cada parcela, para as duas condições. Conforme se denota pelo APÊNDICE 5, no arquivo são considerados quatro fatores, a saber:

- Fator A : (compactação) com dois níveis, o primeiro

denominado SEM representa os valores de índice de cone obtidos ao lado do rasto do pneu, o segundo denominado COM representa os valores obtidos no rasto do pneu.

- Fator B : (patinagem) com quatro níveis, 0, 10, 20 e 30%;
- Fator C : (profundidade) com seis níveis, 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, 12,5, 15,0 cm.
- Fator D : (blocos) composto pelas repetições.

A terceira série de análise de variância foi aplicada nas médias das diferenças entre os valores de índice de cone obtidos na linha de centro do pneu e ao lado, para cada tratamento e para cada profundidade, nas cinco repetições. Essa análise, efetuada sobre os dados líquidos de índice de cone, constitui-se numa maneira de avaliar o efeito compactante da patinagem, de forma independente do nível inicial de compactação do solo.

Montou-se para isso um segundo arquivo apresentado no APÊNDICE 6, onde o fator A é composto pelos níveis de patinagens e o fator B pelos níveis de profundidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Força de tração e patinagem

A Tabela 1 apresenta os dados de força imposta à barra de tração e os respectivos valores das patinagens, obtidas em cada parcela. Os valores de força de tração dentro de cada bloco podem ser considerados homogêneos, em função do baixo coeficiente de variação. O mesmo ocorre com a patinagem, permanecendo dentro da tolerância de mais ou menos 1% do valor nominal de cada nível, conforme previsto no subtítulo 3.2.7.1.

4.2 Área de contato e pressão média sobre o solo

A Tabela A7-1 do APENDICE 7 apresenta os valores de força de tração, para cada tratamento, determinados durante o ensaio e que permitiram através das Equações 2 e 3 estimar as cargas dinâmicas e as respectivas áreas de contato e com isso calcular a pressão médias sobre

o solo. Esses valores permitiram elaborar os gráficos da Fig. 6.

Tabela 1. Valores de força de tração e patinagem de cada parcela, obtidos durante o trabalho

Parcela	F. Tração N	Patin. %
A1	-	0.20
A2	-	0.19
A3	-	0.21
A4	-	0.22
A5	-	0.18
		$\bar{x} = 0.20$
		c. v. = 7.91
B1	10670	10.80
B2	10111	10.14
B3	10082	9.75
B4	10464	10.52
B5	10641	10.66
	$\bar{x} = 10394$	$\bar{x} = 10.37$
	c. v. = 2.72	c. v. = 4.11
C1	14789	19.58
C2	14887	19.55
C3	15015	19.85
C4	14691	19.72
C5	14573	19.55
	$\bar{x} = 14791$	$\bar{x} = 19.65$
	c. v. = 1.16	c. v. = 0.67
D1	17878	29.26
D2	17829	29.22
D3	18202	30.09
D4	18015	29.99
D5	17927	29.54
	$\bar{x} = 17970$	$\bar{x} = 29.67$
	c. v. = 0.82	c. v. = 1.36

Figura 6 - Área de contato e pressão média em função da carga dinâmica, estimadas a partir dos valores das forças de tração na barra, para cada tratamento

Conforme denota-se a área de contato para a faixa de carga dinâmica aplicada aumenta proporcionalmente com o aumento desta. No entanto, observa-se que a pressão média diminui em função do aumento da área de contato. Dessa maneira, pode-se considerar que será desprezível o possível acréscimo de efeito compactante decorrente da ação de acréscimo na pressão exercida pelo pneu, face a transferência de peso. Assim, é de se esperar que as diferenças de compactação que se encontrar entre os tratamentos serão devidas tão somente aos diferentes níveis de patinagens.

4.3 Valores de Índice de cone

As Tabelas A8-1 até A8-25, do APENDICE 8 apresentam os valores de índice de cone, para cada parcela, determinados na linha de centro do rasto da roda de tração e ao lado da passagem da roda, para seis profundidades, em quinze repetições.

Os resultados médios de índice de cone das parcelas referentes a cada tratamento, em função da profundidade, permitiram traçar as curvas mostradas no gráfico da Figura 7. Observa-se que os pontos correspondentes à condição II (mensurações realizadas ao lado do rasto do pneu) apresentam tendências uniforme de incremento de índice de cone com a profundidade.

Para a condição I (mensurações realizadas na linha de centro do rasto do pneu) parece haver diferenças entre tratamentos, de acordo com a profundidade.

Observa-se para o tratamento A (patinagem zero) na qual o trator apenas deslocou-se sobre o terreno sem nenhum esforço de tração, que os valores de índice de cone mantiveram-se praticamente constantes desde a superfície até a profundidade de 15 cm.

Para o tratamento B (10% de patinagem) parece haver um efeito compactante maior até a profundidade de 7,5 cm, após o qual iguala-se ao efeito do tratamento A. Os tratamentos C e D foram os que apresentaram maior efeito

compactante inicial, todavia igualando-se ao tratamento A na profundidade de 12,5 cm.

Figura 7. Variações nos valores médios de índice de cone em função da profundidade, para os diferentes níveis de patinagem, no rasto do pneu e ao lado

No gráfico da Figura 8, são mostradas as linhas que representam as diferenças, para cada tratamento, entre os valores médios de índice de cone, obtidos na linha

de centro do rasto do pneu e ao lado, nas diversas profundidades.

Dessa maneira, pode-se observar a contribuição de cada tratamento no efeito compactante, uma vez que a compactação inicial do solo foi colocada no mesmo nível de referência. Tomando-se a média das diferenças de índice de cone, para cada tratamento, ao longo de toda profundidade e comparando-as com o tratamento A (patinagem 0%) verificam-se aumentos nos valores do índice de cone de 16.7 % para o tratamento B, 20.5% para o tratamento C e 29.0% para o tratamento D.

Figura 8. Médias das diferenças de índice de cone obtidos no rasto do pneu e ao lado.

Esses resultados acham-se em concordância com os trabalhos de RAGHAVAN *et.al* (1977), uma vez que para uma mesma pressão normal o cisalhamento devido a patinagem, promoveu uma maior compactação.

4.4 Análise estatística dos dados

Na análise estatística dos dados obtidos levou-se em conta três enfoques, conforme descrito anteriormente no subtítulo 3.2.9. O primeiro enfoque analisa os dados relativos às determinações do índice de cone efetuados ao lado do rasto da roda do trator, enquanto o segundo abrange os dados levantados diretamente sobre o rasto, ambos considerando os dados primários, como obtidos "in situ". Sob o terceiro enfoque, é feita análise dos dados líquidos do índice de cone.

4.4.1 Análise estatística dos dados obtidos ao lado do rasto do pneu

Utilizando os dados do arquivo constante do APÊNDICE 5, realizou-se a análise de variância fixando-se o nível SEM do fator compactação. O resultado consta da Tabela 2, onde verifica-se, que para a causa de variação

"Patinag" (Fator B) não apresentou diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos, isto é, as médias de índice de cone referentes às parcelas de cada tratamento não diferiram estatisticamente. Isto está sugerindo uma uniformidade do estado de resistência do solo à penetração, em todas as parcelas.

Para a causa de variação "Profund" (Fator C) as diferenças apresentaram-se significativas ao nível de 5%. Para a comparação múltipla das médias de todos os tratamentos em cada profundidade, utilizou-se do teste de Tukey, cujos valores encontram-se no APÊNDICE 9.

Tabela 2. Análise de variância fixando o nível SEM do fator A (compactação)

C. Varia.	G.L.	S. Q.	Q. M.	Valor F
Blocos	4	424413.6997060		
Patinag.	3	46725.2758531	15575.09195	0.2044
Resíduo (B)	12	914377.5991994	76198.13326	
Subparcelas	19	1385516.5747585		
Profund..	5	2778580.6115783	555716.12231	56.3486*
Pat*Prof	15	30714.4579510	2047.63053	0.2076
Resíduo(C)	80	788968.8963564	9862.11120	
Total	119	4983780.5406442		

Média Geral = 529.195010 kpa

Coeficiente de Variação (A) = 21.295 %

Coeficiente de Variação (B) = 18.766 %

(*) significativo ao nível de 5% de probabilidade

Observando-se as médias de profundidade, verifica-se um aumento de índice de cone com o aumento da profundidade. Nota-se que não ocorre diferença significativa entre as profundidades 2,5 e 5,0, 7,5 e 10,0, 12,5 e 15,0 cm, indicando que o efeito é sensível para intervalos iguais ou superior a 5 cm na profundidade.

Assim observa-se que, em função do preparo da área conforme descrito no subtítulo 3.2.2, houve um natural efeito adensador em profundidade nesse tipo de solo.

4.4.2 Análise estatística dos dados obtidos no rasto do pneu

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise de variância dos dados do arquivo constante no APÊNDICE 5, fixando-se o nível COM (dados obtidos na linha de centro rasto do pneu) do fator compactação.

Pelos valores do teste "F" observa-se que não houve diferença significativa entre as médias de índice de cone dos tratamentos e da interação patinagem versus profundidade. No entanto, os tratamentos diferiram entre si com relação a profundidade, com significância ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Análise de variância fixando o nível COM do fator compactação

C. Varia.	G. L.	S. Q.	Q. M.	Valor F
Blocos	4	918984.8494327		
Patinag.	3	161489.1479838	53829.71599	1.1008
Residuo (B)	12	586825.9046494	48902.158720	
Subparcelas	19	1667299.9020659		
Profund.	5	180208.8673151	36041.77346	5.4605*
Pat*Prof	15	104621.6592311	6974.77728	1.0567
Residuo(C)	80	529036.7438853	6600.45929	
Total	119	2480167.1724972		

Média Geral = 961.373350

Coeficiente de Variação (A) = 9.391 %

Coeficiente de Variação (B) = 8.451 %

(*) significativo ao nível de 5% de probabilidade

No APÊNDICE 10 são apresentadas os valores referentes aos testes de Tukey para as médias de patinagens. Verifica-se que as diferenças entre as médias para os tratamentos 0 e 10% não são significativas, ocorrendo o mesmo entre as médias do tratamentos 20 e 30%. No entanto, os dois grupos diferem entre si.

No mesmo apêndice são apresentados as tabelas de valores do teste de Tukey para as médias de patinagens dentro dos seis níveis do fator profundidade. Nota-se que para as profundidades de 2,5 e 5 cm ocorrem diferenças significativas para patinagem acima de 20%. Patinagem ao

nível de 10% provocou um incremento no índice de cone que estatisticamente, não difere dos demais níveis.

Ou seja, até 5,0 cm de profundidade só foi significativo o efeito compactante da patinagem no contraste entre os níveis de 0% e 20-30% de patinagens. Para os demais níveis de profundidades, não observou-se efeito compactante da patinagem. Ainda nesse mesmo apêndice são apresentadas os valores do teste de Tukey efetuado para as médias de profundidade, verificando-se um aumento do índice de cone para as camadas mais próximas da superfície. Observa-se também que os valores médios obtidos nas profundidades 2,5 e 5,0 cm diferem significativamente daquela encontrada na profundidade 12.5 e 15.0 cm.

Também são apresentados nesse apêndice os valores de teste de Tukey das médias de profundidade dentro de cada nível do fator patinagem. Verifica-se que não ocorreram diferenças entre os níveis de profundidade para o tratamento 0% de patinagem. Nota-se, para o mesmo, que em razão da ausência da patinagem não ocorreu um aumento dos valores do índice de cone para as camadas mais próximas da superfície, como nos demais tratamento. Esses resultados acham-se em concordância com o trabalho de DAVIES *et al.* (1973), que também encontraram valores de índice de cone menores para patinagem zero. Os valores do índice de cone para os tratamentos 20 e 30% decresceram com a profundidade ocorrendo além disso diferenças entre níveis de

profundidade.

Através do gráfico da Figura 9, elaborado com as médias dos valores de índice de cone, contidos no APÊNDICE 5 nível COM, para cada profundidade dentro dos diversos tratamentos, observa-se que a medida que aumenta o nível de patinação ocorre um aumento do índice de cone para todas as profundidades, com maior expressão para as profundidades 2,5 e 5,0 cm. Nota-se também que quanto mais próximo da superfície maiores são os valores de índice de cone para os tratamentos estudados.

Figura 9 Valores de índice de cone em função dos níveis de patinações, para as profundidades estudadas

4.4.3 Análise estatística dos dados líquidos do índice de cone

Com os dados do arquivo constante do APÊNDICE 6, realizou-se a análise de variância apresentada na Tabela 4. Verifica-se que o teste "F" para patinagem e profundidade apresentou-se significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4 Análise de variância da diferença de média entre os dados obtidos na linha de centro da roda e ao lado

C. Varia.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F
Patinag.	3	203081.7074898	67693.90249	3.1274*
Profund.	5	4530651.9970535	906130.39941	41.8626*
Residuo	111	2402630.6233726	421645.3209	
Total	119	7136364.3279059		

Média Geral = 426.393340 kpa

Coefficiente de Variação (A) = 34.504 %

Coefficiente de Variação (B) = 8.451 %

(*) significativo ao nível de 5% de probabilidade

O APÊNDICE 11 apresenta o teste de Tukey para as médias de patinagem, nota-se que os valores de índice de cone são maiores para níveis de patinagens mais altos, diferindo significativamente em apenas dois níveis 0 e 30% de patinagem. Dentro de cada nível do fator profundidade não houve diferença entre as médias.

Analisando-se as médias de profundidade e estas dentro de cada nível de patinagem, observa-se que o valor do índice de cone decresce com a profundidade, para todos os níveis de patinagens.

5. CONCLUSÃO

- Os resultados obtidos comprovam a hipótese formulada, de que existe uma relação entre níveis de patinagens e grau de compactação.

- Constatou-se que a patinagem dos pneus tem influência sobre o grau de compactação do solo, até 5cm de profundidade, sob as condições do presente trabalho.

- O nível de 30% de patinagem foi o que provocou diferenças significativas no grau de compactação do solo. O teste de Tukey indica significância para os níveis de 30%, quando comparado a 0% de patinagem.

- Colocando-se a compactação inicial do solo como nível de referência, e fazendo-se a comparação dos incrementos relativos observados no índice de cone, verifica-se um aumento progressivo do efeito compactante com o aumento da patinagem.

- O aumento de carga no rodado propulsor em razão do aumento de carga na barra de tração aparentemente não influenciou na compactação causada pelos diversos tratamentos, visto que teóricamente a pressão causada sobre o solo manteve-se praticamente igual entre eles.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEELS, P.F.J. Tire deflection and contact studies. Journal of Terramechanics, Hanover, 13(3): 183-96, 1976.

AKRAM, M. & KEMPER, W.D. Infiltration of soils as affected by the pressure and water content at the time of compaction. Soil Science Society American Journal. Los Angeles 43(6): 1080-86. 1979

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Uniform terminology for traction agricultural tractor, self-propelled implements, and other traction and transport devices. S 296:2 St. Joseph, 1986

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Standard cone soil penetrometer S 312:2. St. Joseph, 1987

AUBERTIN, G.M.; KARDOS, L.T. Root growth through pores media under controlled conditions: 1 Effect of pore size

and rigidity. Soil Science Society American Proceedings
Columbus, 29(3): 290-93, 1965.

BLACKWELL, P.S.; SOANE, B.D. A method of predicting density changes in field soils resulting from compaction by agricultural traffic. Journal of Soil Science, London, 32 : 51-65, 1981

BURT, E. C.; BAILEY, A. C. Load and inflation pressure effects on tires. Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, 25 (04): 881-884, 1982.

CAMPBELL, D.J.; DICKSON, J.W. Effect of four alternative fronte tyres seedbed compaction by a tractor fitted with a rear wheel designed to minimize compaction. Journal of Agricultural Engineering Research, Bedfordshire, 29:83-91 1984.

CHARLES, S.M. Effects of ballast and inflation pressure on tractor tire performance. Agricultural Engineering, St. Joseph, 65(2): 11-3, 1984.

CLAVERIE, J.A.; HILBERT, J.A.; BALBUENA, R.H. Efect del diseno del tractor sobre la compactacion del suelo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, Pelotas 1992. Anais, Pelotas, Sociedade Brasileira de Engenharia

Agrícola 1992. p. 1686-92.

COHRON, G.T. The causing soil compaction. In: BARNES, K.K. Compaction of agricultural soil. St. Joseph, American Society Agricultural Engineers, 1971. cap. 4. p.106-24.

COLETTI, J.T.; DEMATTÊ, J.L.I. Compactação artificial em solos. Experiência e dados informativos. Alcool & Açúcar São Paulo, (6): 34-9, setembro-outubro 1982.

DAVIES, D.B.; FINNEY, J.B.; RICHARDSON, S.J. Relative effects of tractor weight and wheel-slip in causing soil compaction. Journal of Soil Science, London, 24(3) 399-409. 1973.

FERREIRA, A. B. de H. Novo Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. 2^a ed., Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986.

FLORES, J. A.; VON BARGEN, K.; GRISSO, R. D. Soil moisture criteria for estimating workdays. St. Joseph, ASAE, 1990. 20p (ASAE Paper, 90-1083)

FREITAG, D.R. Penetration tests for soil measurements Transactions of the ASAE, St. Joseph, 11(6):750-3, nov/dec 1968.

- FREITAG, D.R. Methods of measuring soil compaction. In: BARNES, K.K. Compaction of Agricultural Soils. St Joseph American Society Agricultural Engineers, 1971. cap.3 p. 47-103.
- GILL, W. R.; VANDEN BERG, G.E. Soil dynamics in tillage and traction. Washington. USDA, 1967. 511p (USDA Agricultural Handbook, 316)
- HARRIS, W.L. The soil compaction process. In: BARNES, K.K., Compaction of Agricultural Soils. St. Joseph American Society Agricultural Engineers, 1971. cap.2 p. 9-43.
- HOPKINS, R.M.; PATRIC, W.H. Combined effect of oxygen content and soil compaction on root penetration. Soil Science, Baltimore, 108(6): 408-13. 1969
- KOLOBOV, G.G. Soil measurements beneath tractor tyres. Journal of Trramechanics. Hanover, 3(4): 9-15, 1966.
- LAROUSSE CULTURAL. Grande Enciclopédia Larousse Cultural. Rio de Janeiro, Círculo do Livro, 1988.
- MENEZES, J.F. de ; YANAI, K. Medidor de altura de garra de pneus de tratores. Campinas, Instituto Agronômico, Boletim Técnico 127. 10 p. 1989.

MCKIBBEN, E. G. Effect of drawbar pull upon the effective weight on front and rear wheels of farm tractors. Agricultural Engineering, St. Joseph, Michigan, EUA. 9 (8): 243-245. 1928.

MCLEOD, H.E.; REED, I.F.; JOHNSON, W.H.; GILL, W.R. Draft, power efficiency, and soil-compaction characteristics of single, dual and low-pressure tires. Transactions of the ASAE. St Joseph, 9(1): 41-4, 1966.

NOVAK, L.R.; MARTYN, P.J.; MANTOVANI, E.C.; FERNANDES, B. Efeito do tráfego de trator e da pressão de contato pneu-solo na compactação de um latossolo vermelho-escuro alíco, em dois níveis de umidade. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 18. Recife, 1989. Anais Recife Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola 1989. p. 520-35.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. Classes gerais de solos do Brasil: guia para seu reconhecimento. Jaboticabal. FUNEP 1992, 201 p.

PLACKETT, C.W. The ground pressure of some agricultural tyres at low and with zero sinkage. Journal Agricultural Engineering Research, Bedfordshire, 29: 159-66, 1984.

- RAGHAVAN, G.S.V.; MCKYES, E. Laboratory study to determine the effect of slip-generat shear on soil compaction. Canadian Agricultural Engineering, Ottawa, 19(1) 40-42, 1977.
- RAGHAVAN, G.S.V.; MCKYES, E.; CHASSE, M. Effect of wheel slip on soil compaction. Journal Agricultural Engineering Research, Bedfordshire, 22:79-83, 1977.
- RAGHAVAN, G.S.V.; MCKYES, E.; CHASSE, M.; MERIENEAU, F. Development of compaction patterns due to machinery operation in orchard soil. Canadian Journal Plant Science. Ste. Anne de Bellevue, 56:505-9, 1976.
- REECE, A. R. Tractor design and tractive performance In: AGRICULTURAL ENGINEERING SYMPOSIUM OF THE INSTITUTION OF AGRICULTURAL ENGINEERS, Silsoe, 1967. (Paper, 3/4/E/34)
- ROSEMBERG, N.J. Response of plants to the physical effects of soil compaction. Advances in Agronomy, Nebraska 16:181-96, 1964.
- SOANE, B.D.; BLACKWELL, P.S.; DICKSON, J.W.; PAINTER, D.J. Compaction by agricultural vehicles: A review II. Compaction under tyres and other running gear. Soil & Tillage Research, Amsterdam, 1:373-400, 1981.

SOANE, B. D.; DICKSON, J. W.; CAMPBELL, D.J. Compaction by agricultural vehicles: A review III. Incidence and control of compaction in crop production. Soil & Tillage Research, Amsterdam, 2:3-36, 1982.

SOEHNE, W. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. Agricultural Engineering St. Joseph, 276-90, 1958.

STAFFORD, J.V.; MATTOS, P.C. de The effect of forward speed on wheel-induced soil compaction: Laboratory simulation and field experiments. Journal Agricultural Engineering Research, Bedfordshire, 26:333-47, 1981.

TAYLOR, J.H. Lug angle effect on traction performance of pneumatic tractor tire. Transaction of the ASAE. St. Joseph, Michigan, 16(1):16-18, 1973 a.

TAYLOR, J.H. Effect of lug spacing on tractive performance of pneumatic tractor tires. ASAE Technical Paper N^o 73-136. American Society of Agricultural Engineering, St. Joseph, Michigan. 8 p. 1973 b.

TAYLOR, J. H.; BURT, E. C.; BAILLEY, A. E. Radial tire performance in firm and soft soils. Transactions of the

ASAE. St. Joseph. Michigan, 19 (6): 1062-1064, 1976.

TAYLOR, H.M. & GARDNER, H.R. Penetration of cotton seedling toproots as influenced by bulk density, moisture content, and strenght of soil. Soil Science, Baltimore, 96(3):153-56, 1963.

TAYLOR, H.M.; RATLIFF, L.F. Root elongation rates of cotton and peanuts as a function of strenght and soil water content. Soil Science, Baltimore, 108(2):113-19, 1969.

TRABBITT, G.W.; LASK, K.V.; BUCHELE, W.F. Measurement of soil-tire interface pressures. Agricultural Engineering St. Joseph, 40:678-81, 1959.

TROUSE, A.C. Alteration of the infiltration permeability capacity of tropical soil by vehicular traffic. In: Congresso Pan Americano de Conservação de Solo 1, São Paulo. 1966, p.1103-09.

VANDEN BERG, G.E.; GILL, W.R. Pressure distribution between a smooth tire and the soil. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 5:105-7, 1962.

VASEY, G.H. e NAYLOR, I.T. Field tests on 14-30 tractor tyres. Journal of Agricultural Engineering Research.

Bedfordshire. 3:1-8. 1958.

VOORHEES, W.B.; SENST, C.G.; NELSON, W.W. Compaction and soil structure modification by traffic in the northern corn belt. Soil Science Society American Journal, Los Angeles, 42(4):344-49, 1978.

WOLF, D.; GARNER, T.H.; DAVIES, J.W. Tillage mechanical energy input and soil-crop response. Transaction of the ASAE, St. Joseph, 24(6):1412-19-21, nov/dec 1981.

ZONTA, E. P. & MACHADO, A.A. Sanest - Sistema de análise estatística. Pelotas, 1990.

A P E N D I C E S

- APÊNDICE 1 :

Definição de patinagem

O Novo Dicionário (Aurélio) da Língua Portuguesa, FERREIRA (1986) define:

- a) Patinagem⁽¹⁾: Ato ou exercício de patinar⁽¹⁾
- b) Patinagem⁽²⁾: Ação ou efeito de patinar⁽²⁾
- c) Patinar⁽¹⁾: Deslizar sobre patins
- d) Patinar⁽²⁾: Recobrir de pátina
- e) Patinhagem: Ação ou efeito de patinhar
- f) Patinhar: ...3. moverem-se as rodas de (veículo, automóvel) girando sem imprimir deslocamento ao veículo, por falta de aderência: O carro atolou-se e ficou patinhando. [Var., nesta acepç.: patinar.]

A Grande Enciclopédia Larousse Cultural, LARROUSE CULTURAL (1988) define:

Patinagem: - 1. Ato de patinar⁽¹⁾; patinação. - 2. Rotacão, sem impulsionar as rodas motrizes de um veículo, em consequência de aderência insuficiente.

Patinar⁽¹⁾: - 1. Deslizar sobre patins. - 2. Tratando-se de uma roda, girar sem avançar, por falta de aderência; patinhar. - 3. Tratando-se de uma embreagem, ter suas superfícies de atrito deslizando uma contra a outra sem produzir arrasto.

Patinhar: ...3. No caso das rodas de um veículo de tração mecânica, girar em vão, por falta de aderência, impedindo o movimento do veículo; patinar.

Optou-se pelo termo patinagem por parecer mais assimilável entre o público usual.

- APÊNDICE 2:

Tabela A2-1 Valores médios de umidade e densidade do solo no campo experimental

Trat.	Prof. (cm)	Umidade %		Densidade kg/m ³	
		médias	c. v.	médias	c. v.
A	5.0	21.80	6.60	1458	3.61
	10.0	23.16	7.25	1570	1.86
	15.0	24.03	6.57	1622	2.15
B	5.0	20.13	6.86	1464	3.63
	10.0	21.58	6.12	1544	3.82
	15.0	22.89	6.66	1624	1.77
C	5.0	20.84	7.73	1454	1.34
	10.0	22.56	6.77	1516	1.37
	15.0	23.44	5.56	1588	2.61
D	5.0	20.93	7.63	1440	3.57
	10.0	23.33	6.63	1530	2.49
	15.0	23.77	5.58	1604	3.02

- APÊNDICE 3 :

Diagrama da banda de rodagem de um pneu agrícola.

- A - ângulo da garra B - passo da garra C - altura da garra
 D - largura da garra E - comprimento da garra
 F - espaçamento da garra - perpendicular
 G - espaçamento da garra - circunferencial

- APÊNDICE 4:

Valores das cargas aplicadas sobre o pneu e as áreas correspondentes, obtidas durante o ensaio preliminar de verificação da variação da área de contato em função da carga.

Cargas	Áreas
N	cm ²
14279	1153.6
15260	1236.1
16201	1287.6
16888	1305.2

- APÊNDICE 5 :

Arquivo de dados contendo o fator (A) compactação, com dois níveis denominados SEM e COM; o fator (B) patinação composto por quatro níveis 0, 10, 20 e 30%; o fator (C) profundidade composto por seis níveis 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, 12,5 e 15,0 cm e o fator (D) blocos composto pelas repetições.

FATOR A COMPACTACAO	FATOR B PATINAMENTO	FATOR C PROFUNDIDADE	FATOR D BLOCOS (-REPETICAO)				
SEM	0 %	2.5	391.3	349.4	315.2	259.9	255.0
		5.0	565.9	358.4	362.5	338.0	307.9
		7.5	671.8	575.7	416.2	473.7	476.6
		10.0	707.1	739.4	456.9	502.1	623.7
		12.5	884.6	795.3	466.8	609.0	826.7
		15.0	916.0	807.7	447.2	678.6	883.6
	10 %	2.5	238.3	269.7	384.4	242.8	239.5
		5.0	291.6	326.6	411.7	277.0	342.1
		7.5	376.3	440.6	443.0	343.2	639.4
		10.0	488.6	539.1	482.9	462.9	802.9
		12.5	676.7	609.1	511.4	553.8	964.0
		15.0	882.2	662.0	566.0	603.4	968.1
	20 %	2.5	311.2	479.7	468.3	207.8	299.0
		5.0	340.5	513.1	611.6	311.2	316.1
		7.5	413.7	627.0	698.3	493.3	383.6
		10.0	518.8	685.2	730.8	501.3	442.3
		12.5	616.4	664.5	702.7	645.3	712.0
		15.0	661.2	647.4	672.6	804.5	925.8
	30 %	2.5	244.4	228.9	672.7	192.3	303.8
		5.0	267.2	254.2	491.9	204.5	534.2
		7.5	347.0	369.4	605.1	278.6	783.3
		10.0	428.4	447.9	650.2	366.5	958.3
		12.5	552.1	561.0	658.0	577.6	1030.0
		15.0	561.9	669.8	659.0	659.0	1039.5
COM	0 %	2.5	933.6	1027.5	776.0	835.4	951.8
		5.0	1004.2	1062.5	684.4	817.9	998.2
		7.5	1074.8	1020.2	658.4	825.7	1057.2
		10.0	1110.2	942.9	601.0	862.3	1112.2
		12.5	1056.2	904.6	614.0	899.3	1163.5
		15.0	1011.1	886.6	626.7	907.1	1069.0
	10 %	2.5	856.2	1021.8	1073.1	860.7	1013.7
		5.0	1062.5	982.0	868.8	837.9	1049.5
		7.5	1123.2	922.5	760.0	814.0	1087.6
		10.0	1148.4	873.7	732.0	801.2	1078.0
		12.5	1165.1	869.9	720.8	796.3	1045.4
		15.0	1154.3	831.6	674.7	797.3	1034.6
	20 %	2.5	999.0	1202.6	1079.6	958.3	1157.8
		5.0	1085.3	1128.5	1018.6	990.1	1124.4
		7.5	1043.4	990.1	927.7	978.7	1166.1
		10.0	1078.0	920.1	792.3	916.0	1086.2
		12.5	1136.6	865.5	716.6	868.8	1048.7
		15.0	1170.4	874.8	648.2	849.3	1019.9
	30 %	2.5	905.2	1122.9	1201.4	959.1	1202.3
		5.0	888.3	1132.6	1209.9	953.5	1212.3
		7.5	929.9	1082.1	1069.0	928.7	1127.8
		10.0	939.6	1046.3	995.8	854.1	1050.3
		12.5	927.0	985.2	944.5	798.8	984.4
		15.0	903.8	964.0	1006.2	774.8	907.1

- APÊNDICE 6 :

Arquivo contendo as médias das diferenças entre os valores de índice de cone obtidos no rasto do pneu e ao lado, para cada tratamento e cada profundidade. Para a análise denominou-se de fator A a patinagem e fator B a profundidade.

Fator A Patinagem	Fator B Profund.	Repetições				
0%	2.5	542.3	678.1	460.8	575.5	696.8
	5.0	438.4	704.2	322.0	479.9	690.3
	7.5	403.1	444.5	242.3	351.1	580.6
	10.0	291.3	203.4	144.1	306.2	488.5
	12.5	171.6	109.3	147.2	290.3	336.8
	15.0	95.1	78.8	179.5	228.5	185.4
10%	2.5	617.9	752.2	688.7	617.9	774.2
	5.0	770.9	655.3	475.1	560.9	707.4
	7.5	746.9	481.9	317.0	470.7	549.3
	10.0	659.8	334.6	249.1	338.3	275.2
	12.5	488.4	260.8	209.4	242.6	81.4
	15.0	272.1	169.9	108.8	193.9	66.5
20%	2.5	687.9	722.9	611.4	750.6	858.8
	5.0	744.9	615.4	407.0	678.9	808.4
	7.5	629.7	363.1	229.5	485.4	782.4
	10.0	559.3	227.1	36.2	207.9	569.0
	12.5	520.3	201.1	13.8	77.3	270.3
	15.0	509.2	227.4	-24.4	44.7	94.1
30%	2.5	660.8	894.0	531.6	759.0	900.5
	5.0	621.1	878.4	718.0	748.9	678.1
	7.5	582.9	712.7	463.9	650.1	344.5
	10.0	511.2	598.3	345.6	487.6	92.0
	12.5	374.9	424.2	286.5	221.2	-45.6
	15.0	341.9	294.2	347.2	143.2	-158.9

APÊNDICE 7 :

Tabela A7-1 Valores de patinagem, carga dinâmica, área de contato e pressão média, em função da força de tração

Parc.	F. Traç.	Patin.	C. Din.	Area C.	Press. Med.
	N	%	N	cm ²	kpa
A1	-	0.20	14284	1153.79	123.80
A2	-	0.19	14284	1153.79	123.80
A3	-	0.21	14284	1153.79	123.80
A4	-	0.22	14284	1153.79	123.80
A5	-	0.18	14284	1153.79	123.80
B1	10670	10.80	14532	1177.87	123.37
B2	10111	10.14	14519	1176.66	123.39
B3	10082	9.75	14518	1176.56	123.39
B4	10464	10.52	14527	1177.40	123.38
B5	10641	10.66	14531	1177.77	123.37
C1	14789	19.58	14628	1186.64	123.27
C2	14887	19.55	14630	1186.82	123.27
C3	15015	19.85	14633	1187.09	123.26
C4	14691	19.72	14625	1186.37	123.27
C5	14573	19.55	14623	1186.19	123.27
D1	17878	29.26	14699	1192.94	123.22
D2	17829	29.22	14698	1192.85	123.22
D3	18202	30.09	14707	1193.64	123.21
D4	18015	29.99	14703	1193.29	123.22
D5	17927	29.54	14701	1193.10	123.22

- APÊNDICE 8 :

Tabelas A8-1 até A8-20 contendo os dados de índice de cone, para cada parcela, na linha de centro do rasto do pneu e ao lado.

Tabela AB-1 Valores de índice de cone da parcela A1 (kpa)

Prof. (cm)	Repeticoes															
	No rasto do pneu								Ao lado do rasto do pneu							
2.5	1036.5	1125.6	877.8	1109.8	999.9	902.2	904.6	932.7	712.9	957.1	755.6	822.8	1006.0	780.1	1085.3	
5.0	1042.6	1170.8	1146.4	1158.6	963.2	914.4	871.6	896.1	774.0	969.3	975.4	853.3	1073.1	908.3	1347.9	
7.5	1183.0	1183.0	1091.4	1195.2	1042.6	963.2	958.3	877.8	920.5	1060.9	1006.0	999.9	1176.9	1036.5	1427.2	
10.0	1158.6	1146.4	1207.4	1170.8	1158.6	975.4	1024.3	853.3	981.5	1103.7	902.2	1073.1	1280.7	1244.1	1378.4	
12.5	816.7	1067.0	1109.8	1060.9	1097.5	1012.1	1164.7	804.5	908.3	987.7	804.5	1195.2	1323.4	1164.7	1329.6	
15.0	871.6	1103.7	975.4	920.5	975.4	1201.3	816.7	731.2	755.6	1073.1	804.5	1170.8	1164.7	1341.8	1256.3	
2.5	255.0	432.1	432.1	242.8	279.4	230.6	554.2	572.5	279.4	395.4	450.4	364.9	340.5	499.2	542.0	
5.0	303.8	438.2	450.4	523.6	303.8	303.8	810.6	1048.7	377.1	444.3	719.0	633.5	633.5	816.7	682.4	
7.5	487.0	389.3	575.7	684.5	419.7	401.5	894.4	978.7	636.5	658.0	743.4	750.2	832.6	859.1	764.9	
10.0	804.5	682.4	761.7	839.5	545.3	566.4	1210.2	993.8	853.3	712.0	841.1	798.4	902.2	963.2	804.5	
12.5	963.2	902.2	1140.3	865.5	132.9	780.1	1402.8	938.8	908.3	840.5	841.1	822.8	914.4	975.4	841.1	
15.0	993.8	1134.2	1023.9	979.7	774.8	841.1	1079.8	946.4	841.1	902.2	828.9	841.1	816.7	865.5	875.8	

Tabela A8-2 Valores de índice de cone da parcela A2 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	951.0	951.0	1060.9	975.4	999.9	914.4	1060.9	975.4	1024.3	938.8	1097.5	1109.8	1024.3	1085.3	1244.1
5.0	1024.3	1012.1	1183.0	926.6	1073.1	902.2	1073.1	987.7	963.2	926.6	1048.7	1183.0	1305.1	1085.3	1244.1
7.5	1048.7	1012.1	1231.9	896.1	999.9	932.7	1048.7	999.9	938.8	963.2	926.6	1012.1	1231.9	999.9	1060.9
10.0	1085.3	1097.5	1195.2	1054.8	963.2	902.2	877.8	767.9	896.1	828.9	792.3	938.8	963.2	926.6	853.3
12.5	1073.1	999.9	1122.0	1170.8	914.4	780.1	780.1	865.5	841.1	828.9	792.3	926.6	853.3	804.5	816.7
15.0	1048.7	963.2	1219.7	1085.3	963.2	755.6	1024.3	792.3	804.5	780.1	780.1	841.1	743.4	658.0	841.1

No lado do rasto do pneu

2.5	267.2	389.3	303.8	230.6	364.9	279.4	450.4	572.5	352.7	377.1	328.3	303.8	303.8	425.9	291.6
5.0	316.1	352.7	328.3	340.5	377.1	267.2	340.5	621.3	389.3	413.7	328.3	364.9	303.8	364.9	267.2
7.5	255.0	401.5	438.2	621.3	487.0	766.9	560.3	903.2	462.6	645.7	687.5	667.9	658.0	609.1	474.8
10.0	462.6	535.8	584.7	792.3	584.7	926.6	682.4	884.6	548.1	839.5	870.9	853.3	884.6	804.5	841.1
12.5	474.8	548.1	658.0	841.1	658.0	938.8	816.7	1060.9	682.4	874.8	928.7	893.4	907.1	767.9	877.8
15.0	560.3	425.9	670.2	804.5	645.7	804.5	890.0	841.1	658.0	914.4	987.7	1012.1	1231.9	767.9	902.2

Tabela A8-3 Valores de índice de cone da parcela A3 (kpa)

RE P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	731.2	890.0	780.1	755.6	792.3	755.6	719.0	767.9	999.9	987.7	572.5	682.4	780.1	670.2	755.6
5.0	676.3	780.1	682.4	670.2	694.6	658.0	755.6	572.5	792.3	792.3	450.4	706.8	682.4	658.0	694.6
7.5	560.3	682.4	694.6	560.3	596.9	645.7	676.3	548.1	828.9	731.2	413.7	804.5	682.4	828.9	621.3
10.0	572.5	694.6	682.4	596.9	548.1	609.1	609.1	523.6	609.1	560.3	474.8	706.8	584.7	572.5	670.2
12.5	596.9	719.0	719.0	609.1	523.6	535.8	645.7	596.9	609.1	596.9	584.7	523.6	572.5	682.4	694.6
15.0	609.1	621.3	621.3	670.2	572.5	499.2	548.1	633.5	670.2	743.4	572.5	535.8	645.7	816.7	633.5

No lado do rasto do pneu

2.5	438.2	401.5	206.2	303.8	401.5	413.7	218.4	584.7	303.8	218.4	303.8	340.5	218.4	181.7	193.9
5.0	340.5	425.9	487.0	340.5	328.3	438.2	340.5	609.1	352.7	230.6	316.1	474.8	193.9	279.4	279.4
7.5	316.1	328.3	572.5	425.9	377.1	413.7	596.9	645.7	609.1	291.6	291.6	487.0	303.8	303.8	279.4
10.0	364.9	303.8	682.4	425.9	377.1	352.7	658.0	633.5	731.2	511.4	340.5	401.5	413.7	340.5	316.1
12.5	401.5	303.8	633.5	511.4	413.7	364.9	560.3	612.2	700.5	451.1	364.9	511.4	434.5	340.5	398.6
15.0	389.3	328.3	534.6	599.1	169.5	425.9	450.4	584.7	706.8	474.8	367.2	487.0	447.8	316.1	421.7

Tabela AB-4 Valores de índice de cone da parcela A4 (kpa)

Prof.
(cm)

R E P E T I C O E S

No rasto do pneu

2.5	792.3	743.4	853.3	719.0	755.6	865.5	792.3	938.8	926.6	865.5	792.3	926.6	865.5	816.7	877.8
5.0	755.6	743.4	804.5	670.2	755.6	890.0	792.3	865.5	926.6	865.5	804.5	951.0	816.7	816.7	816.7
7.5	658.0	731.2	755.6	706.8	926.6	877.8	804.5	816.7	1122.0	828.9	792.3	841.1	816.7	926.6	780.1
10.0	841.1	731.2	767.9	719.0	1109.8	963.2	828.9	804.5	1219.7	890.0	706.8	804.5	804.5	999.9	743.4
12.5	1036.5	798.4	767.9	731.2	1170.8	987.7	890.0	841.1	1122.0	1024.3	682.4	767.9	926.6	999.9	743.4
15.0	999.9	853.3	719.0	731.2	902.2	926.6	914.4	816.7	1183.0	1048.7	780.1	999.9	1036.5	975.4	719.0

No lado do rasto do pneu

2.5	181.7	474.8	377.1	267.2	157.3	145.1	157.3	206.2	255.0	328.3	242.8	267.2	255.0	206.2	377.1
5.0	328.3	719.0	584.7	255.0	193.9	364.9	230.6	230.6	291.6	316.1	279.4	279.4	401.5	230.6	364.9
7.5	450.4	767.9	682.4	279.4	255.0	841.1	352.7	267.2	706.8	291.6	255.0	511.4	535.8	230.6	682.4
10.0	621.3	719.0	670.2	279.4	334.6	614.4	364.9	364.9	721.6	279.4	309.5	601.1	603.5	345.4	701.6
12.5	621.3	767.9	670.2	267.2	584.7	658.0	352.7	487.0	963.2	267.2	401.5	772.8	786.5	743.4	795.3
15.0	609.1	731.2	658.0	291.6	633.5	487.0	328.3	596.9	963.2	267.2	450.4	792.3	1207.4	926.6	1231.8

Tabela A8-5 Valores de índice de cone da parcela A5 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	914.4	1292.9	877.8	1109.8	963.2	902.2	877.8	938.8	1048.7	914.4	938.8	853.3	902.2	877.8	865.5
5.0	1146.4	1463.9	926.6	1073.1	914.4	1073.1	963.2	1012.1	914.4	1097.5	841.1	890.0	938.8	841.1	877.8
7.5	1537.1	1586.0	1048.7	890.0	1024.3	1097.5	865.5	999.9	926.6	1195.2	841.1	1109.8	987.7	767.9	975.4
10.0	1622.6	1573.8	1109.8	926.6	1122.0	1060.9	853.3	1366.2	853.3	1183.0	792.3	975.4	1219.7	719.0	1305.1
12.5	1537.1	1561.6	1183.0	1024.3	1146.4	1036.5	877.8	1500.5	828.9	1097.5	828.9	1207.4	1280.7	792.3	1549.4
15.0	1354.0	1488.3	963.2	951.0	1219.7	902.2	902.2	1341.8	767.9	926.6	719.0	1146.4	1292.9	743.4	1317.3

No lado do rasto do pneu

2.5	193.9	316.1	316.1	181.7	193.9	267.2	303.8	316.1	230.6	279.4	230.6	267.2	218.4	255.0	255.0
5.0	279.4	450.4	340.5	401.5	230.6	279.4	389.3	316.1	230.6	364.9	255.0	267.2	193.9	316.1	303.8
7.5	377.1	543.9	478.7	534.9	545.3	575.7	486.8	489.9	378.6	723.9	434.6	255.0	552.7	403.1	370.7
10.0	401.5	1012.1	731.6	817.9	674.7	685.5	632.6	675.7	436.4	916.0	584.7	193.9	633.5	479.6	487.0
12.5	609.1	951.0	916.0	1048.7	1122.9	829.7	992.5	977.8	706.8	1003.3	743.4	291.6	828.9	804.5	572.5
15.0	926.6	1036.5	983.6	1109.8	1122.9	709.0	840.5	894.4	792.3	968.9	767.9	645.7	914.4	804.5	743.4

Tabela AB-6 Valores de índice de cone da parcela B1 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	920.5	535.8	902.2	951.0	841.1	865.5	853.3	853.3	902.2	926.6	828.9	914.4	841.1	896.1	810.6
5.0	1109.8	1158.6	1134.2	1097.5	1012.1	1134.2	1036.5	987.7	1073.1	1097.5	951.0	1048.7	1085.3	1048.7	963.2
7.5	1219.7	1305.1	1292.9	1085.3	1109.8	1164.7	1183.0	999.9	1122.0	1158.6	951.0	1097.5	1097.5	1024.3	1036.5
10.0	1256.3	1280.7	1256.3	1146.4	1219.7	1280.7	1286.8	987.7	1097.5	1158.6	1073.1	1085.3	1012.1	1060.9	1024.3
12.5	1231.9	1280.7	1231.9	1164.7	1244.1	1244.1	1195.2	975.4	1170.8	1176.9	1140.3	1073.1	1183.0	1164.7	999.9
15.0	1231.9	1207.4	1146.4	1085.3	1097.5	1140.3	1109.8	1109.8	1134.2	1188.6	1199.4	1174.9	1264.1	1214.1	1012.1

No lado do rasto do pneu

2.5	187.8	279.4	230.6	193.9	255.0	291.6	230.6	181.7	193.9	218.4	193.9	193.9	242.8	279.4	401.5
5.0	242.8	255.0	303.8	279.4	303.8	352.7	291.6	193.9	255.0	279.4	255.0	279.4	328.3	328.3	425.9
7.5	633.5	560.3	413.7	340.5	328.3	377.1	328.3	316.1	279.4	316.1	218.4	328.3	328.3	401.5	474.8
10.0	1048.7	963.2	364.9	499.2	377.1	377.1	389.3	413.7	425.9	340.5	230.6	352.7	352.7	438.2	755.6
12.5	1244.1	1195.2	633.5	853.3	487.0	487.0	511.4	584.7	377.1	364.9	658.0	535.8	609.1	499.2	1109.8
15.0	1219.7	1195.2	755.6	1024.3	743.4	706.8	816.7	877.8	774.0	572.5	890.0	804.5	926.6	792.3	1134.2

Tabela A8-7 Valores de indice de cone da parcela B2 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	1048.7	1146.4	914.4	926.6	926.6	1109.8	1048.7	792.3	902.2	975.4	938.8	1036.5	1219.7	1134.2	1207.4
5.0	1012.1	951.0	963.2	865.5	987.7	1158.6	926.6	963.2	938.8	792.3	902.2	975.4	1097.5	1060.9	1134.2
7.5	877.8	926.6	890.0	841.1	987.7	1158.6	963.2	1048.7	841.1	609.1	804.5	890.0	1036.5	951.0	1012.1
10.0	890.0	877.8	853.3	804.5	926.6	975.4	914.4	1085.3	731.2	743.4	804.5	767.9	926.6	902.2	902.2
12.5	780.1	816.7	780.1	792.3	865.5	881.6	839.5	977.8	870.9	880.7	826.7	953.2	921.9	891.5	968.0
15.0	755.6	1036.5	804.5	902.2	780.1	803.2	813.0	865.5	938.8	902.2	804.5	841.1	633.5	841.1	755.6

Ao lado do rasto do pneu

2.5	291.6	218.4	328.3	328.3	242.8	401.5	303.8	255.0	352.7	218.4	218.4	218.4	303.8	181.7	181.7
5.0	438.2	316.1	291.6	291.6	279.4	511.4	377.1	316.1	389.3	303.8	255.0	255.0	303.8	255.0	316.1
7.5	767.9	389.3	328.3	328.3	279.4	609.1	499.2	425.9	425.9	328.3	438.2	523.6	303.8	401.5	560.3
10.0	560.3	438.2	389.3	389.3	511.4	694.6	682.4	487.0	462.6	340.5	670.2	743.4	279.4	670.2	767.9
12.5	633.5	438.2	413.7	413.7	474.8	719.0	731.2	560.3	719.0	364.9	719.0	755.6	572.5	755.6	865.5
15.0	682.4	401.5	487.0	401.5	474.8	682.4	804.5	487.0	926.6	499.2	780.1	743.4	767.9	926.6	865.5

Tabela AB-8 Valores de indice de cone da parcela B3 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	926.6	1170.8	1073.1	1170.8	999.9	1146.4	926.6	1024.3	987.7	1195.2	1122.0	1073.1	1280.7	1060.9	938.8
5.0	841.1	1097.5	963.2	1097.5	853.3	999.9	780.1	792.3	621.3	926.6	1060.9	902.2	816.7	731.2	548.1
7.5	828.9	890.0	828.9	877.8	767.9	938.8	731.2	792.3	694.6	755.6	743.4	719.0	682.4	682.4	474.8
10.0	963.2	828.9	828.9	938.8	780.1	865.5	719.0	535.8	816.7	621.3	609.1	694.6	633.5	596.9	548.1
12.5	841.1	816.7	841.1	804.5	682.4	731.2	706.8	499.2	767.9	659.0	679.6	596.9	727.7	752.2	706.8
15.0	828.9	780.1	780.1	841.1	621.3	731.2	584.7	584.7	609.1	560.3	584.7	658.0	548.1	694.6	719.0

No lado do rasto do pneu

2.5	487.0	255.0	389.3	267.2	303.8	230.6	328.3	352.7	511.4	352.7	425.9	218.4	303.8	621.3	719.0
5.0	389.3	303.8	340.5	285.5	401.5	279.4	389.3	352.7	596.9	389.3	548.1	218.4	377.1	572.5	731.2
7.5	389.3	438.2	340.5	450.4	255.0	340.5	560.3	328.3	499.2	425.9	609.1	279.4	548.1	609.1	572.5
10.0	535.8	474.8	425.9	450.4	377.1	377.1	523.6	328.3	474.8	438.2	499.2	364.9	841.1	621.3	511.4
12.5	706.8	572.5	560.3	413.7	511.4	364.9	364.9	340.5	462.6	450.4	499.2	352.7	902.2	609.1	560.3
15.0	670.2	621.3	621.3	413.7	706.8	523.6	425.9	352.7	487.0	572.5	609.1	377.1	998.8	596.9	572.5

Tabela A8-9 Valores de índice de cone da parcela B4 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	792.3	877.8	938.8	1012.1	926.6	767.9	926.6	816.7	804.5	877.8	853.3	841.1	828.9	816.7	828.9
5.0	914.4	853.3	902.2	926.6	841.1	755.6	902.2	767.9	780.1	865.5	853.3	816.7	828.9	816.7	743.4
7.5	951.0	767.9	865.5	890.0	853.3	755.6	841.1	816.7	816.7	792.3	816.7	816.7	804.5	731.2	694.6
10.0	951.0	767.9	926.6	865.5	828.9	804.5	841.1	841.1	877.8	694.6	658.0	804.5	792.3	755.6	609.1
12.5	938.8	786.5	877.8	804.5	841.1	816.7	767.9	841.1	816.7	694.6	658.0	780.1	804.5	833.6	688.5
15.0	853.3	596.9	816.7	694.6	1170.8	841.1	792.3	755.6	731.2	792.3	816.7	792.3	841.1	755.6	706.8

No lado do rasto do pneu

2.5	181.7	181.7	328.3	291.6	169.5	401.5	267.2	206.2	206.2	218.4	181.7	218.4	181.7	328.3	279.4
5.0	230.6	230.6	377.1	474.8	181.7	340.5	303.8	230.6	291.6	230.6	193.9	169.5	340.5	303.8	255.0
7.5	328.3	499.2	450.4	499.2	169.5	279.4	291.6	316.1	328.3	218.4	206.2	255.0	487.0	499.2	328.3
10.0	474.8	767.9	535.8	499.2	255.0	377.1	291.6	535.8	255.0	206.2	206.2	596.9	560.3	853.3	523.6
12.5	841.1	841.1	535.8	523.6	450.4	413.7	328.3	572.5	279.4	303.8	230.6	658.0	719.0	926.6	682.4
15.0	999.9	841.1	438.2	743.4	548.1	425.9	364.9	584.7	340.5	328.3	279.4	670.2	804.5	914.4	767.9

Tabela AB-10 Valores de índice de cone da parcela B5 (kpa)

Prof.
(cm)

R E P E T I C O E S

No rasto do pneu

2.5	1085.3	1122.0	975.4	975.4	1012.1	1097.5	1085.3	1048.7	987.7	951.0	1036.5	890.0	1146.4	890.0	902.2
5.0	1048.7	1048.7	999.9	1012.1	1060.9	1256.3	1134.2	963.2	999.9	938.8	999.9	1170.8	1207.4	1060.9	841.1
7.5	987.7	1109.8	999.9	1012.1	1195.2	1427.2	1134.2	963.2	1036.5	951.0	1012.1	1256.3	1183.0	1097.5	951.0
10.0	1073.1	1109.8	987.7	1012.1	1305.1	1415.0	1073.1	963.2	1036.5	1048.7	1036.5	1085.3	1036.5	1036.5	951.0
12.5	1073.1	999.9	1036.5	951.0	1268.5	1268.5	1109.8	938.8	902.2	1024.8	1012.1	841.1	1134.2	1164.1	952.3
15.0	1085.3	999.9	1134.2	1114.1	1195.2	1195.2	1097.5	1044.4	816.7	1178.8	975.8	720.8	1183.0	828.7	949.3

No lado do rasto do pneu

2.5	303.8	145.1	291.6	267.2	389.3	255.0	279.4	401.5	157.3	157.3	157.3	169.5	181.7	206.2	230.6
5.0	316.1	279.4	303.8	230.6	450.4	487.0	780.1	450.4	157.3	255.0	181.7	242.8	389.3	303.8	303.8
7.5	479.0	723.6	799.0	653.2	836.9	841.1	1097.5	654.6	378.2	405.7	425.3	489.7	450.4	768.7	587.3
10.0	572.5	890.0	987.7	719.0	1012.1	999.9	926.6	1048.7	401.5	828.9	523.6	548.1	853.3	828.9	902.2
12.5	926.6	658.0	963.2	890.0	1085.3	1012.1	816.7	1427.2	621.3	1280.7	926.6	645.7	1097.5	1170.8	938.8
15.0	853.3	767.9	804.5	1097.5	1134.2	963.2	902.2	1524.9	548.1	1329.6	1085.3	682.4	1097.5	792.3	938.8

Tabela AB-11 Valores de índice de cone da parcela C1(kpa)

Prof.
(cm)

R E P E T I C O E S

No rasto do pneu

2.5	951.0	963.2	816.7	975.4	865.5	987.7	719.0	1256.3	1195.2	1073.1	987.7	1097.5	816.7	1207.4	1073.1
5.0	1109.8	1060.9	975.4	975.4	1036.5	1036.5	1329.6	1280.7	1060.9	1036.5	1012.1	1012.1	1170.8	1170.8	1012.1
7.5	1036.5	1036.5	1134.2	975.4	1018.2	1012.1	1256.3	1097.5	1024.3	938.8	890.0	951.0	1231.9	1060.9	987.7
10.0	890.0	1097.5	1292.9	1207.4	1183.0	1048.7	1317.3	1036.5	938.8	890.0	963.2	938.8	1244.1	1060.9	1060.9
12.5	1060.9	1305.1	1427.2	1512.7	1292.9	1085.3	1378.4	1048.7	890.0	865.5	987.7	877.8	1122.0	1060.9	1134.2
15.0	1134.2	1366.2	1482.2	1524.9	1317.3	1158.6	1427.2	1085.3	1024.3	975.4	1097.5	816.7	1134.2	1060.9	951.0

Ao lado do rasto do pneu

2.5	193.9	291.6	364.9	255.0	340.5	301.0	291.6	401.5	316.1	218.4	316.1	291.6	303.8	193.9	474.8
5.0	206.2	267.2	438.2	242.8	474.8	413.7	291.6	438.2	401.5	279.4	340.5	291.6	303.8	242.8	474.8
7.5	291.6	328.3	401.5	413.7	621.3	535.8	487.0	487.0	474.8	328.3	340.5	377.1	303.8	316.1	499.2
10.0	511.4	364.9	413.7	633.5	694.6	609.1	670.2	596.9	584.7	511.4	316.1	523.6	401.5	377.1	572.5
12.5	658.0	401.5	523.6	755.6	719.0	670.2	743.4	645.7	645.7	645.7	499.2	645.7	487.0	499.2	706.8
15.0	670.2	328.3	462.6	706.8	682.4	816.7	755.6	706.8	694.6	828.9	670.2	645.7	523.6	706.8	719.0

Tabela A8-12 Valores de índice de cone da parcela C2 (kpa)

Prof.
(cm)

R E P E T I C O E S

No rasto do pneu

2.5	1073.1	1305.1	1134.2	1207.4	1060.9	1158.6	1134.2	1060.9	1402.8	1280.7	963.2	1427.2	1451.7	1109.8	1268.5
5.0	999.9	1097.5	938.8	1219.7	963.2	1024.3	1012.1	951.0	1244.1	1317.3	1048.7	1292.9	1402.8	1012.1	1402.8
7.5	670.2	755.6	694.6	926.6	841.1	938.8	938.8	853.3	1219.7	1085.3	975.4	1231.9	1183.0	1060.9	1476.1
10.0	621.3	706.8	670.2	828.9	755.6	792.3	1122.0	682.4	1097.5	890.0	987.7	1183.0	1134.2	1036.5	1292.9
12.5	609.1	658.0	706.8	902.2	780.1	755.6	1012.1	621.3	1012.1	694.6	987.7	963.2	1207.4	951.0	1122.0
15.0	609.1	633.5	523.6	987.7	719.0	865.5	1085.3	548.1	951.0	719.0	1195.2	926.6	1305.1	951.0	1097.5

No lado do rasto do pneu

2.5	389.3	425.9	413.7	389.3	389.3	291.6	364.9	364.9	352.7	658.0	682.4	572.5	963.2	474.8	462.6
5.0	511.4	548.1	425.9	438.2	328.3	413.7	340.5	401.5	352.7	670.2	719.0	572.5	1024.3	535.8	413.7
7.5	499.2	645.7	596.9	645.7	352.7	462.6	511.4	499.2	572.5	792.3	1085.3	658.0	1012.1	560.3	511.4
10.0	530.6	589.3	659.3	609.1	430.3	550.3	567.0	660.0	989.3	910.7	1115.9	725.3	980.3	622.5	623.3
12.5	535.8	511.4	596.9	450.4	389.3	425.9	462.6	658.0	963.2	938.8	1244.1	755.6	877.8	609.1	548.1
15.0	511.4	511.4	719.0	413.7	328.3	462.6	438.2	609.1	1012.1	975.4	1256.3	743.4	682.4	670.2	377.1

Tabela AB-13 Valores de índice de cone da parcela C3 (kpa)

Prof.
(cm)

R E P E T I C O E S

No rasto do pneu

2.5	1097.5	1048.7	1085.3	999.9	853.3	1170.8	1146.4	902.2	841.1	1292.9	1451.7	1048.7	1244.1	1122.0	890.0
5.0	1060.9	865.5	1097.5	1036.5	853.3	1268.5	1012.1	877.8	828.9	1305.1	1146.4	1048.7	1122.0	963.2	792.3
7.5	926.6	853.3	951.0	999.9	841.1	1268.5	999.9	841.1	841.1	926.6	877.8	951.0	938.8	963.2	731.2
10.0	828.9	645.7	719.0	841.1	780.1	975.4	755.6	780.1	755.6	865.5	841.1	804.5	890.0	743.4	658.0
12.5	767.9	523.6	645.7	682.4	804.5	767.9	670.2	731.2	792.3	780.1	719.0	780.1	694.6	706.8	682.4
15.0	792.3	523.6	609.1	584.7	609.1	694.6	560.3	621.3	804.5	743.4	584.7	658.0	596.9	719.0	621.3

No lado do rasto do pneu

2.5	523.6	462.6	780.1	548.1	303.8	401.5	792.3	474.8	413.7	340.5	511.4	377.1	377.1	291.6	425.9
5.0	841.1	487.0	1085.3	633.5	523.6	487.0	1305.1	499.2	401.5	401.5	511.4	462.6	584.7	425.9	523.6
7.5	1146.4	743.4	963.2	792.3	780.1	609.1	1244.1	425.9	535.8	364.9	499.2	438.2	792.3	584.7	548.1
10.0	1146.4	926.6	853.3	755.6	914.4	694.6	1134.2	450.4	633.5	389.3	523.6	548.1	841.1	890.0	633.5
12.5	1146.4	682.4	804.5	560.3	780.1	706.8	804.5	462.6	694.6	487.0	548.1	548.1	731.2	890.0	694.6
15.0	963.2	584.7	743.4	523.6	926.6	633.5	682.4	511.4	621.3	425.9	499.2	719.0	731.2	865.5	658.0

Tabela A8-14 Valores de índice de cone da parcela C4 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	853.3	1036.5	1060.9	914.4	1170.8	1036.5	755.6	877.8	1183.0	951.0	816.7	1012.1	914.4	853.3	938.8
5.0	914.4	1268.5	1060.9	841.1	1085.3	1060.9	841.1	1097.5	890.0	975.4	816.7	1036.5	963.2	951.0	1048.7
7.5	926.6	1341.8	1097.5	670.2	914.4	1024.3	767.9	1122.0	951.0	890.0	975.4	987.7	951.0	1012.1	1048.7
10.0	890.0	1146.4	1060.9	609.1	792.3	1048.7	731.2	1146.4	841.1	841.1	890.0	890.0	902.2	987.7	963.2
12.5	828.9	963.2	963.2	584.7	743.4	1048.7	645.7	1219.7	877.8	767.9	877.8	804.5	804.5	963.2	938.8
15.0	951.0	914.4	914.4	682.4	755.6	1012.1	523.6	926.6	975.4	706.8	877.8	938.8	780.1	914.4	865.5

No lado do rasto do pneu

2.5	218.4	206.2	206.2	316.1	206.2	230.6	291.6	108.5	193.9	108.5	181.7	218.4	328.3	108.5	193.9
5.0	413.7	279.4	255.0	389.3	206.2	548.1	682.4	181.7	255.0	206.2	255.0	206.2	303.8	218.4	267.2
7.5	755.6	413.7	352.7	560.3	401.5	780.1	828.9	474.8	487.0	389.3	413.7	193.9	438.2	474.8	438.2
10.0	765.2	454.4	389.3	576.2	426.5	802.5	662.4	504.6	492.6	402.4	435.6	235.6	535.3	521.5	553.3
12.5	932.2	645.2	412.6	602.1	546.3	812.6	632.5	725.7	812.3	782.3	522.2	316.1	665.3	668.6	603.3
15.0	963.2	1024.3	523.6	658.0	560.3	938.8	645.7	902.2	951.0	1012.1	743.4	487.0	853.3	1048.7	755.6

Tabela A8-15 Valores de índice de cone da parcela C5 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	1317.3	1268.5	1024.3	1085.3	816.7	1060.9	1256.3	1097.5	1183.0	1146.4	1036.5	1268.5	1329.6	1170.8	1305.1
5.0	1366.2	1317.3	1048.7	1305.1	1183.0	1268.5	890.0	1170.8	1183.0	1268.5	890.0	1366.2	1280.7	1183.0	1027.8
7.5	1317.3	1109.8	975.4	1280.7	1134.2	1183.0	902.2	1134.2	1170.8	1097.5	1268.5	1183.0	1280.7	1183.0	1268.5
10.0	1219.7	938.8	902.2	1073.1	1109.8	987.7	926.6	1158.6	1060.9	1012.1	1415.0	1048.7	1366.2	999.9	1073.1
12.5	1012.1	938.8	1122.0	987.7	1036.5	938.8	975.4	1134.2	951.0	938.8	1219.7	1122.0	1415.0	877.8	1060.9
15.0	1170.8	865.5	1244.1	902.2	938.8	938.8	1012.1	1073.1	951.0	1048.7	987.7	1036.5	1317.3	670.2	1146.4

No lado do rasto do pneu

2.5	438.2	206.2	352.7	242.8	242.8	316.1	267.2	364.9	242.8	352.7	242.8	340.5	352.7	303.8	218.4
5.0	450.4	352.7	377.1	267.2	242.8	255.0	316.1	401.5	316.1	328.3	255.0	303.8	303.8	303.8	267.2
7.5	450.4	584.7	340.5	291.6	316.1	389.3	279.4	413.7	316.1	413.7	340.5	450.4	413.7	425.9	328.3
10.0	450.4	652.2	255.0	279.4	487.0	423.7	291.6	495.3	414.8	479.6	429.5	577.6	447.2	469.8	479.6
12.5	1085.3	1207.4	413.7	560.3	816.7	694.6	377.1	926.6	755.6	670.2	719.0	853.3	865.5	670.2	1060.9
15.0	1268.5	1305.1	694.6	877.8	853.3	755.6	731.2	999.9	951.0	706.8	828.9	926.6	1048.7	828.9	1109.8

Tabela AB-16 Valores de índice de cone da parcela D1 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	946.4	914.0	929.7	914.0	788.5	923.8	926.8	914.0	904.2	946.4	893.4	905.2	879.7	907.1	886.6
5.0	938.8	877.8	865.5	926.6	853.3	938.8	914.4	902.2	865.5	938.8	853.3	877.8	890.0	804.5	877.8
7.5	963.2	1012.1	914.4	1024.3	865.5	902.2	890.0	914.4	877.8	951.0	865.5	902.2	914.4	999.9	951.0
10.0	987.7	1012.1	926.6	1146.4	877.8	877.8	853.3	877.8	890.0	914.4	902.2	938.8	865.5	1060.9	963.2
12.5	1042.6	951.0	902.2	890.0	890.0	877.8	816.7	938.8	877.8	890.0	963.2	951.0	890.0	1036.5	987.7
15.0	1024.3	828.9	816.7	816.7	914.4	865.5	877.8	975.4	865.5	816.7	865.5	963.2	963.2	999.9	963.2

Ao lado do rasto do pneu

2.5	291.6	181.7	230.6	230.6	169.5	364.9	242.8	401.5	206.2	193.9	230.6	255.0	206.2	206.2	255.0
5.0	291.6	279.4	218.4	255.0	169.5	340.5	303.8	425.9	230.6	218.4	230.6	267.2	230.6	279.4	267.2
7.5	352.7	401.5	316.1	316.1	328.3	487.0	413.7	462.6	255.0	291.6	291.6	291.6	242.8	413.7	340.5
10.0	438.2	425.9	560.3	352.7	584.7	401.5	499.2	499.2	316.1	364.9	328.3	364.9	425.9	511.4	352.7
12.5	548.1	512.9	706.8	532.5	637.5	501.1	584.7	511.9	559.0	479.6	481.5	523.7	645.7	572.5	482.5
15.0	621.3	545.3	535.8	532.5	641.4	523.7	586.5	524.7	568.8	502.1	500.2	576.7	710.0	554.1	511.9

Tabela AB-17 Valores de índice de cone da parcela D2 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	1117.0	1050.3	1085.3	1170.8	1109.8	987.6	1101.3	1155.3	1120.0	1227.8	1081.7	1159.2	1222.9	1136.6	1111.1
5.0	1231.9	1146.4	1158.6	1170.8	1122.0	926.6	1122.0	1122.0	1024.3	1244.1	1036.5	1048.7	1231.9	1231.9	1170.8
7.5	1109.8	1097.5	1097.5	1109.8	1085.3	999.9	1097.5	1122.0	792.3	1170.8	951.0	1158.6	1219.7	1244.1	975.4
10.0	999.9	1158.6	1085.3	1122.0	1048.7	999.9	1060.9	1024.3	951.0	1146.4	816.7	1097.5	1158.6	1109.8	914.4
12.5	890.0	1109.8	1122.0	902.2	963.2	999.9	987.7	987.7	890.0	1012.1	963.2	987.7	938.8	1060.9	963.2
15.0	792.3	938.8	963.2	1097.5	902.2	999.9	914.4	999.9	999.9	938.8	1012.1	999.9	975.4	975.4	951.0

2.5	145.1	218.4	230.6	169.5	181.7	206.2	267.2	218.4	255.0	218.4	438.2	157.3	242.8	242.8	242.8
5.0	157.3	303.8	218.4	193.9	206.2	206.2	401.5	242.8	255.0	242.8	438.2	181.7	181.7	328.3	255.0
7.5	303.8	352.7	279.4	328.3	413.7	511.4	554.2	303.8	267.2	364.9	560.3	242.8	193.9	511.4	352.7
10.0	413.7	328.3	316.1	462.6	425.9	621.3	609.1	401.5	303.8	462.6	645.7	425.9	255.0	645.7	401.5
12.5	512.9	497.2	499.2	543.3	561.0	656.1	548.2	566.8	532.5	523.7	688.5	577.6	459.0	715.9	537.4
15.0	653.1	615.9	664.9	656.1	654.1	743.4	659.0	663.9	668.8	658.0	755.6	655.1	645.3	687.5	661.0

Tabela AB-18 Valores de índice de cone da parcela D3 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	877.8	1183.0	1210.2	1175.9	1090.5	1292.9	1241.6	1133.7	1179.8	1206.3	1317.3	1305.1	1295.5	1223.9	1280.7
5.0	1097.5	1207.4	1305.1	1109.8	1183.0	1219.7	1097.5	1085.3	1158.6	1219.7	1341.8	1317.3	1439.5	1280.7	1085.3
7.5	1280.7	1158.6	1109.8	1109.8	926.6	1048.7	804.5	877.8	1109.8	987.7	1048.7	1158.6	1415.0	1085.3	914.4
10.0	1354.0	1122.0	1060.9	951.0	938.8	1024.3	804.5	780.1	1329.6	755.6	877.8	1231.9	1195.2	682.4	828.9
12.5	1402.8	975.4	963.2	853.3	877.8	792.3	645.7	633.5	1231.9	645.7	767.9	1280.7	1183.0	841.1	1073.1
15.0	1402.8	1109.8	1158.6	1134.2	780.1	645.7	511.4	804.5	1402.8	926.6	1036.5	1146.4	1060.9	816.7	1158.6

No lado do rasto do pneu

2.5	548.1	499.2	328.3	535.8	462.6	303.8	572.5	4163.7	548.1	364.9	279.4	364.9	242.8	303.8	572.5
5.0	364.9	511.4	548.1	487.0	658.0	694.6	450.4	462.6	609.1	535.8	303.8	523.6	389.3	352.7	487.0
7.5	572.5	645.7	645.7	743.4	780.1	389.3	1060.9	499.2	548.1	596.9	474.8	609.1	523.6	487.0	499.2
10.0	572.5	572.5	841.1	767.9	1048.7	413.7	1012.1	731.2	963.2	535.8	474.8	316.1	535.8	548.1	425.9
12.5	563.9	578.6	767.9	591.4	816.7	545.3	914.4	743.4	1305.1	501.1	479.6	489.4	523.7	512.9	536.4
15.0	577.6	579.6	663.0	630.6	652.2	585.5	963.2	694.6	963.2	587.4	586.5	600.2	589.4	602.1	608.0

Tabela AB-19 Valores de índice de cone da parcela D4 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	883.6	914.4	963.2	902.2	975.4	1012.1	975.8	957.2	970.9	1036.5	757.1	948.3	1012.1	1101.3	982.7
5.0	938.8	902.2	975.4	938.8	938.8	1158.6	877.8	926.6	938.8	1036.5	755.6	792.3	1085.3	1085.3	951.0
7.5	914.4	1048.7	999.9	902.2	914.4	1048.7	828.9	902.2	914.4	975.4	755.6	743.4	1048.7	1048.7	890.0
10.0	816.7	902.2	987.7	865.5	841.1	902.2	767.9	841.1	902.2	780.1	731.2	719.0	987.7	1012.1	755.6
12.5	706.8	877.8	853.3	719.0	719.0	890.0	767.9	841.1	841.1	609.1	792.3	694.6	914.4	951.0	804.5
15.0	682.4	853.3	877.8	633.5	645.7	767.9	841.1	877.8	828.9	706.8	804.5	706.8	658.0	938.8	804.5

No lado do rasto do pneu

2.5	181.7	157.3	193.9	169.5	169.5	193.9	206.2	120.7	108.5	255.0	145.1	218.4	352.7	230.6	181.7
5.0	230.6	193.9	157.3	132.9	255.0	230.6	132.9	120.7	132.9	279.4	157.3	230.6	352.7	230.6	230.6
7.5	328.3	389.3	255.0	157.3	291.6	474.8	157.3	120.7	157.3	377.1	291.6	352.7	279.4	255.0	291.6
10.0	377.1	596.9	487.0	218.4	255.0	682.4	206.2	169.5	193.9	474.8	328.3	621.3	279.4	291.6	316.1
12.5	566.8	572.5	575.7	560.0	576.7	767.9	519.8	510.9	512.9	780.1	557.0	792.3	451.1	451.1	470.7
15.0	644.3	668.8	679.6	665.9	684.5	730.6	648.2	638.4	610.0	719.8	658.0	719.8	587.4	604.1	621.8

Tabela A8-20 Valores de índice de cone da parcela D5 (kpa)

R E P E T I C O E S

Prof.
(cm)

No rasto do pneu

2.5	1305.1	1146.4	1158.6	1170.8	1012.1	1146.4	1109.8	1280.7	1174.9	1225.9	1158.6	1329.6	1231.8	1354.0	1231.9
5.0	1341.8	1219.7	1219.7	1256.3	914.4	1097.5	1146.4	1146.4	1183.0	1231.9	1134.2	1463.9	1207.4	1415.0	1207.4
7.5	1012.1	1024.3	1268.5	1341.8	877.8	963.2	1134.2	1158.6	1207.4	1195.2	987.7	1378.4	1109.8	1244.1	1012.1
10.0	975.4	841.1	1097.5	1329.6	890.0	1097.5	1060.9	1146.4	926.6	1097.5	914.4	1378.4	999.9	999.9	999.9
12.5	938.8	767.9	938.8	1305.1	963.2	1109.8	1060.9	1122.0	792.3	1012.1	877.8	1280.7	853.3	865.5	877.8
15.0	938.8	767.9	877.8	1097.5	951.0	963.2	755.6	1097.5	633.5	902.2	926.6	1109.8	865.5	841.1	877.8

No lado do rasto do pneu

2.5	548.1	132.9	328.3	193.9	340.5	438.2	316.1	157.3	181.7	340.5	364.9	291.6	450.4	230.6	242.8
5.0	902.2	206.2	719.0	328.3	828.9	792.3	413.7	279.4	230.6	316.1	523.6	609.1	816.7	621.3	425.9
7.5	1036.5	609.1	1060.9	450.4	1024.3	1109.8	462.6	401.5	352.7	694.6	706.8	902.2	1097.5	1012.1	828.9
10.0	1073.1	1036.5	1183.0	364.9	1256.3	1219.7	767.9	633.5	462.6	926.6	926.6	1012.1	1170.8	1158.6	1183.0
12.5	1048.7	987.7	1195.2	267.2	1280.7	1244.1	865.5	877.8	853.3	1036.5	1024.3	1048.7	1183.0	1146.4	1390.6
15.0	1036.5	987.7	1024.3	815.9	1244.1	1036.5	804.5	890.0	1195.2	1012.1	926.8	1158.6	1085.3	1014.0	1368.1

- APÊNDICE 9 :

Teste de tukey para as médias de profundidade dentro de cada nível do fator patinagem, realizado com os dados de índice de cone obtidos ao lado do rasto do pneu.

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	6	15.0	20	735.775000	735.775000	a
2	5	12.5	20	680.849995	680.849995	a
3	4	10.0	20	576.764998	576.764998	b
4	3	7.5	20	492.790001	492.790001	b
5	2	5.0	20	371.310001	371.310001	c
6	1	2.5	20	317.680000	317.680000	c

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 91.71070

- APÊNDICE 10 :

Teste de Tukey para as médias de profundidade dentro de cada nível do fator patinagem. realizados com os dados de índice de cone obtidos na linha de centro do rasto do pneu

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	30	1000.230007	1000.230007	a
2	3	20	30	994.719995	994.719995	a
3	2	10	30	934.060000	934.060000	b
4	1	0	30	916.483329	916.483329	b

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 55.10427

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 2.5 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	3	20	5	1079.459998	1079.459998	a
2	4	30	5	1078.180017	1078.180017	a
3	2	10	5	965.100000	965.100000	ab
4	1	0	5	904.859998	904.859998	b

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 5.0 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	1079.320007	1079.320007	a
2	3	20	5	1069.380005	1069.380005	a
3	2	10	5	960.340002	960.340002	ab
4	1	0	5	913.440015	913.440015	b

CONTINUAÇÃO :

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 7.5 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	1027.500012	1027.500012	a
2	3	20	5	1021.200000	1021.200000	a
3	2	10	5	941.459985	941.459985	a
4	1	0	5	927.260010	927.260010	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 10.0 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	977.220007	977.220007	a
2	3	20	5	958.519983	958.519983	a
3	1	0	5	925.719983	925.719983	a
4	2	10	5	919.460010	919.460010	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 12.5 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	927.980005	927.980005	a
2	1	0	5	927.519983	927.519983	a
3	3	20	5	927.239978	927.239978	a
4	2	10	5	919.500000	919.500000	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 15.0 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	3	20	5	912.520007	912.520007	a
2	4	30	5	911.179993	911.179993	a
3	1	0	5	900.099988	900.099988	a
4	2	10	5	898.500000	898.500000	a

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.B. 5% = 134.97735

CONTINUAÇÃO :

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	20	1006.900003	1006.900003	a
2	2	5.0	20	1005.620007	1005.620007	a
3	3	7.5	20	979.355002	979.355002	ab
4	4	10.0	20	945.229996	945.229996	ab
5	5	12.5	20	925.559991	925.559991	b
6	6	15.0	20	905.574997	905.574997	b

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 75.02779

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
DENTRO DE O DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	5	12.5	5	927.519983	927.519983	a
2	3	7.5	5	927.260010	927.260010	a
3	4	10.0	5	925.719983	925.719983	a
4	2	5.0	5	913.440015	913.440015	a
5	1	2.5	5	904.859998	904.859998	a
6	6	15.0	5	900.099988	900.099988	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
DENTRO DE 10 DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	5	965.100000	965.100000	a
2	2	5.0	5	960.340002	960.340002	a
3	3	7.5	5	941.459985	941.459985	a
4	5	12.5	5	919.500000	919.500000	a
5	4	10.0	5	919.460010	919.460010	a
6	6	15.0	5	898.500000	898.500000	a

CONTINUAÇÃO :

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
DENTRO DE 20 DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	5	1079.459998	1079.459998	a
2	2	5.0	5	1069.380005	1069.380005	ab
3	3	7.5	5	1021.200000	1021.200000	abc
4	4	10.0	5	958.519983	958.519983	abc
5	5	12.5	5	927.239978	927.239978	bc
6	6	15.0	5	912.520007	912.520007	c

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
DENTRO DE 30 DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	2	5.0	5	1079.320007	1079.320007	a
2	1	2.5	5	1078.180017	1078.180017	a
3	3	7.5	5	1027.500012	1027.500012	ab
4	4	10.0	5	977.220007	977.220007	ab
5	5	12.5	5	927.980005	927.980005	b
6	6	15.0	5	911.179993	911.179993	b

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.R.S. 5% = 150.05557

- APÊNDICE 11 :

Teste de Tukey com os valores líquidos de índice de cone para as médias de patinagens, patinagem dentro de cada fator de profundidade, profundidade dentro de cada fator de patinagem.

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	30	476.633329	476.633329	a
2	2	10	30	437.293343	437.293343	ab
3	3	20	30	429.420005	429.420005	ab
4	1	0	30	362.226664	362.226664	b

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 98.74757

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 2.5 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	749.179980	749.179980	a
2	3	20	5	726.320020	726.320020	a
3	2	10	5	690.180029	690.180029	a
4	1	0	5	590.700000	590.700000	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 5.0 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	728.900000	728.900000	a
2	3	20	5	650.920020	650.920020	a
3	2	10	5	630.320020	630.320020	a
4	1	0	5	526.960010	526.960010	a

CONTINUAÇÃO :

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 7.5 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	550.820020	550.820020	a
2	2	10	5	513.160010	513.160010	a
3	3	20	5	492.620020	492.620020	a
4	1	0	5	404.499976	404.499976	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 10.0 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	386.939990	386.939990	a
2	2	10	5	371.400000	371.400000	a
3	3	20	5	319.900000	319.900000	a
4	1	0	5	286.700000	286.700000	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 12.5 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	2	10	5	256.519995	256.519995	a
2	4	30	5	250.439990	250.439990	a
3	3	20	5	216.539990	216.539990	a
4	1	0	5	211.039990	211.039990	a

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PATINAG
DENTRO DE 15.0 DO FATOR PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	4	30	5	193.519995	193.519995	a
2	3	20	5	170.219983	170.219983	a
3	2	10	5	162.180005	162.180005	a
4	1	0	5	153.460010	153.460010	a

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 241.88116 -

CONTINUAÇÃO :

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	20	689.095007	689.095007	a
2	2	5.0	20	634.275012	634.275012	a
3	3	7.5	20	490.275006	490.275006	b
4	4	10.0	20	341.234998	341.234998	c
5	5	12.5	20	233.634991	233.634991	cd
6	6	15.0	20	169.844998	169.844998	d

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
 D.M.S. 5% = 134.33822 -

 TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
 DENTRO DE 0 DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	5	590.700000	590.700000	a
2	2	5.0	5	526.960010	526.960010	ab
3	3	7.5	5	404.499976	404.499976	abc
4	4	10.0	5	286.700000	286.700000	bc
5	5	12.5	5	211.039990	211.039990	c
6	6	15.0	5	153.460010	153.460010	c

 TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
 DENTRO DE 10 DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	5	690.180029	690.180029	a
2	2	5.0	5	630.320020	630.320020	ab
3	3	7.5	5	513.160010	513.160010	abc
4	4	10.0	5	371.400000	371.400000	bcd
5	5	12.5	5	256.519995	256.519995	cd
6	6	15.0	5	162.180005	162.180005	d

CONTINUAÇÃO :

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
DENTRO DE 20 DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	5	726.320020	726.320020	a
2	2	5.0	5	650.920020	650.920020	a
3	3	7.5	5	492.620020	492.620020	ab
4	4	10.0	5	319.900000	319.900000	bc
5	5	12.5	5	216.539990	216.539990	c
6	6	15.0	5	170.219983	170.219983	c

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PROFUND
DENTRO DE 30 DO FATOR PATINAG

NUM.ORDEN	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%
1	1	2.5	5	749.179980	749.179980	a
2	2	5.0	5	728.900000	728.900000	a
3	3	7.5	5	550.820020	550.820020	ab
4	4	10.0	5	386.939990	386.939990	bc
5	5	12.5	5	250.439990	250.439990	c
6	6	15.0	5	193.519995	193.519995	c

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 268.67643