

SERGIO OMAR DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO ARADO DE DISCOS E DO  
ESCARIFICADOR SOBRE O IMPEDIMENTO  
MECÂNICO E A DISTRIBUIÇÃO  
DE PARTÍCULAS NO SOLO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Ciência do Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia.

CURITIBA  
1995

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CIÊNCIA DO SOLO**  
**"MESTRADO"**

**P A R E C E R**

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **SERGIO OMAR DE OLIVEIRA**, com o título: "**Influência do Arado de Discos e do Escarificador sobre o Impedimento Mecânico e a Distribuição de Partículas no Solo**" para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação com o conceito "**B**" completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "**Ciência do Solo**".

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 11 de agosto de 1995.

  
Prof. Ph.D. Glaucio Roloff, Presidente.

  
Profª. Drª. Beatriz Monte Serrat Prevedello, Iº Examinador.

  
Prof. M.Sc. Antonio Carlos Vargas Motta, IIº Examinador.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram na realização deste trabalho. Em especial às seguintes pessoas e entidades:

Aos professores Glaucio Roloff e Antônio Carlos Vargas Motta pela orientação, amizade e confiança ao longo do desenvolvimento de todas as atividades executadas.

Aos professores e funcionários do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela oportunidade de convívio.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da UFPR e aos presidiários da Colônia Penal Agrícola pelo auxílio na condução dos experimentos de campo.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação pela agradável convivência, com destaque ao companheiro Volnei Pauletti pelo auxílio na coleta dos dados, incentivo e amizade.

Às colegas Carmem Tod Dechandt Passos e Márcia Mondardo pelo auxílio na condução dos experimentos à campo e nas análises estatísticas, respectivamente.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI) e à Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC) pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1. Preparo do solo .....	2
2.2. Mensuração do impedimento mecânico .....	5
2.3. Incorporação de calcário no solo .....	9
2.3.1. Determinação da acidez ativa no solo e necessidade de calagem .....	11
2.4. Incorporação de partículas artificiais no solo .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1. Experimento 1: Influência do preparo do solo com arado de discos e escarificador sobre a incorporação de calcário, redução do impedimento mecânico e a produção de milho .....	14
3.1.1. Caracterização da área experimental .....	14
3.1.2. Tratamentos .....	17
3.1.3. Instalação e condução do experimento .....	18
3.1.4. Determinação da acidez ativa .....	21
3.1.5. Determinação da resistência à penetração .....	21
3.2. Experimento 2: Distribuição espacial de partículas plásticas após o preparo do solo com arado de discos e escarificador .....	22
3.2.1. Caracterização da área experimental .....	22
3.2.2. Tratamentos .....	23
3.2.3. Instalação e condução do experimento .....	25
3.2.4. Recuperação das partículas artificiais .....	27

3.3. Análise estatística .....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1. Influência do preparo primário do solo com arado de discos e escarificador nas condições de impedimento mecânico de um Latossolo Vermelho-Amarelo .....	28
4.2. Influência do preparo primário do solo com arado de discos e escarificador na incorporação de calcário e correção da acidez de um Latossolo Vermelho-Amarelo .....	33
4.3. Produção e índice de colheita da cultura do milho após incorporação de calcário com arado de discos e escarificador em um Latossolo Vermelho-Amarelo .....	37
4.4. Incorporação e distribuição de partículas plásticas em um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após o preparo primário do solo com arado de discos e escarificador .....	39
4.4.1. Permanência de partículas plásticas na superfície de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após o preparo primário do solo com arado de discos e escarificador .....	40
4.4.2. Partículas plásticas incorporadas no perfil de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após o preparo primário do solo com arado de discos e escarificador .....	44
5. CONCLUSÕES .....	50
6. RECOMENDAÇÃO .....	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
ANEXOS .....	60

## LISTA DE TABELAS

1. Caracterização química de um Latossolo Vermelho-Amarelo Álico por ocasião da implantação de experimento de incorporação de calcário através do preparo do solo com arado de discos e escarificador .....	15
2. Resultado da análise granulométrica do solo de um Latossolo Vermelho-Amarelo por ocasião da implantação de experimento de incorporação de calcário através do preparo do solo com arado de discos e escarificador .....	16
3. Tratamentos do experimento de incorporação de calcário em um Latossolo Vermelho-Amarelo através do preparo do solo com arado de discos e escarificador .....	17
4. Umidade gravimétrica (%) em um Latossolo Vermelho-Amarelo na data do preparo primário do solo com arado de discos e escarificador .....	19
5. Resultado da análise granulométrica de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico por ocasião da implantação de experimento de incorporação de partículas plásticas através do preparo do solo com arado de discos e escarificador .....	23
6. Tratamentos do experimento de incorporação de partículas plásticas em um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico através do preparo do solo com arado de discos e escarificador .....	24
7. Umidade gravimétrica (%) em um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico nas datas de preparo do solo .....	26
8. Umidade gravimétrica (%) em um Latossolo Vermelho-Amarelo nas datas em que foi efetuada a penetrometria da área .....	30

## LISTA DE FIGURAS

1. Índice de cone em um Latossolo Vermelho-Amarelo após o trânsito de uma colheitadeira automotriz e antes da aplicação dos tratamentos de preparo do solo. Situação inicial das parcelas experimentais .....29
2. Índice de cone em um Latossolo Vermelho-Amarelo depois do preparo do solo com arado de discos e escarificador, seguidos de uma gradagem e um cultivo de milho. Valores máximos extraídos dentre as médias nas posições horizontais de amostragem 0; 15; 30; 45 e 60 cm em relação a um ponto de referência nas parcelas experimentais .....32
3. Valores médios de pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 M no perfil de um Latossolo Vermelho-Amarelo após a incorporação de calcário com arado de discos e escarificador, seguidos de uma gradagem e um cultivo de milho .....34
4. Produção ( $\text{g/m}^2$ ) e índice de colheita (%) da cultura do milho em um Latossolo Vermelho-Amarelo após incorporação de calcário através de arado de discos e escarificador, seguidos de uma gradagem .....38
5. Relação percentual de partículas plásticas de 10 cm que permaneceram na superfície de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após o preparo do solo com arado de discos e escarificador, seguidos de gradagem .....41
6. Relação percentual de partículas plásticas de 0,25 cm que permaneceram na superfície de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após o preparo do solo com arado de discos e escarificador, seguidos de gradagem .....42

7. Relação percentual de partículas plásticas de 10 cm incorporadas no perfil de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico através do preparo do solo com arado de discos e escarificador, seguidos de uma gradagem .....	45
8. Relação percentual de partículas plásticas de 10 cm incorporadas no perfil de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após dois preparos do solo com arado de discos e escarificador, seguidos de gradagem e intercalados por um cultivo de milho .....	46
9. Relação percentual de partículas plásticas de 0,25 cm incorporadas no perfil de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico através do preparo do solo com arado de discos e escarificador, seguidos de uma gradagem .....	47
10. Relação percentual de partículas plásticas de 0,25 cm incorporadas no perfil de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após dois preparos do solo com arado de discos e escarificador, seguidos de gradagem e intercalados por um cultivo de milho .....	48



## RESUMO

“Influência do arado de discos e do escarificador sobre o impedimento mecânico e a distribuição de partículas no solo”

Dois experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Paraná, com o objetivo de comparar o efeito do preparo primário com arado de discos e escarificador sobre algumas características de dois solos compactados. O preparo secundário constou de uma gradagem niveladora sobre toda a área. Em um Latossolo Vermelho-Amarelo álico foi distribuído calcário suficiente para elevar o pH em água para 6,0 e avaliada a influência do preparo na redução do impedimento mecânico e da acidez ativa ao longo do perfil e o reflexo na produção de milho. Em um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico foi avaliada a distribuição superficial e a incorporação de partículas artificiais de plástico com dois tamanhos (0,25 cm e 10 cm). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com os tratamentos dispostos em cinco repetições e consistiram de um arranjo fatorial combinando três distâncias entre hastes (20; 25 e 30 cm) e duas profundidades de trabalho (20 e 30 cm) do escarificador, tendo como tratamentos adicionais a combinação da menor distância entre hastes e a maior profundidade de trabalho do escarificador em parcela sem calcário e o uso convencional do arado. No experimento das partículas artificiais não foi aplicado o primeiro tratamento adicional citado. Para a análise estatística dos dados foi aplicado o teste de F de Snedecor e para a comparação das médias o teste de Duncan a 10%. A única diferença estatisticamente significativa encontrada entre os tratamentos foi para o número de partículas artificiais remanescentes na superfície do solo após o preparo. Com a escarificação houve manutenção de maior quantidade de partículas na superfície que com a aração. O impedimento mecânico, medido pelo índice de cone, teve redução mais acentuada na camada de 0 a 15 cm de profundidade. A acidez ativa, medida pelo pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 M, foi reduzida na camada de 0 a 20 cm de profundidade, mas não aos níveis esperados, provavelmente devido à deficiente mistura solo-corretivo proporcionada pelo preparo. Houve tendência da produção de milho ser menor nas parcelas em que foi aplicada a aração com calcário e a escarificação sem calcário.

## ABSTRACT

“Influence of disk and chisel plows on mechanical impedance and particle distribution in the soil”

Two experiments were carried out at the Experimental Farm of the Universidade Federal do Paraná. The general objective was to compare the effect of primary tillage with the disk plow and with the chisel plow on some characteristics of compacted soils. Secondary tillage was disk harrowing in the whole area. In the first experiment, lime was applied to an acidic Latossolo Vermelho-Amarelo to elevate the soil pH to 6.0 (measured in water). Tillage influence on the reduction of the mechanical impedance and on soil acidity of the whole soil profile was assessed, as well as its influence on corn yield. In the second experiment, the surface distribution and the incorporation of two size of artificial plastic particles (0.25 cm and 10 cm) were evaluated in a Latossolo Vermelho-Escuro Húmico. The experimental design for both experiments was in randomized blocks with five replications in a factorial experiment, combining three spaces between shanks (20, 25, and 30 cm) and two working depths for the chisel plow (20 and 30 cm), there were two additional treatments, one combining the smallest spacing and the greatest depth for the chisel plow without lime and other using the disk plow. In the experiment with artificial plastic particles the first additional treatment was not applied. Data were analysed applying the test F of Snedecor. Means were compared by the Duncan test at  $p = 0.10$ . The only difference found among treatments was for the number of artificial particles remaining on the soil surface after tillage. Chisel plowing retained more artificial particles in the soil surface than disk plowing. Mechanical impedance, as measured by the cone penetrometer index, had a more evident reduction in the 0-15 cm soil layer. Soil acidity, as measured by the pH in  $\text{CaCl}_2$  at 0.01 M, was reduced in the 0-20 cm soil layer, but was not reduced to the expected levels, possibly due to the deficient mixture of soil-lime caused by tillage. There was a tendency of less corn yield for disk plowing with lime and chisel plowing without lime.

## 1. INTRODUÇÃO

A acidez e a compactação dos solos são dois fatores reconhecidamente limitantes ao estabelecimento e crescimento de grande parte das plantas cultivadas. Sabe-se também que para a obtenção de produções agrícolas satisfatórias é necessário fornecer condições que proporcionem um ambiente o mais favorável possível ao bom desenvolvimento das culturas. Assim sendo, reveste-se de grande importância a escolha do sistema de preparo do solo a adotar, de modo que quando necessárias, as operações mecânicas atinjam o seu objetivo fim sem efeitos secundários indesejáveis.

Neste contexto, o escarificador pode substituir o arado com vantagens, uma vez que seu rendimento operacional é maior, com menor consumo de combustível. Além disso, proporciona taxas mais elevadas de infiltração de água e maior índice de rugosidade do terreno; o que associado à manutenção de maior quantidade de resíduos vegetais na superfície, resulta numa proteção mais eficiente contra a excessiva evaporação da água e erosão do solo.

Desta maneira, o objetivo com este trabalho foi efetuar a comparação da influência do preparo primário feito com arado de discos e diferentes arranjos de distância entre hastes e profundidade de trabalho do escarificador, na redução do impedimento mecânico e da acidez ativa, produção de milho e incorporação de partículas artificiais no perfil do solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Preparo do solo

O solo em seu estado natural apresenta propriedades químicas, físicas e biológicas determinadas por diversos fatores, tais como material de origem, clima local, relevo, tipo de cobertura vegetal, etc. Neste estado encontra-se em equilíbrio, com relação às condições que o caracterizam. Quando é utilizado com fins agrícolas, o seu uso e manejo tornam-se importantes fatores de mudança das condições primitivas (FAVARIN & FANCELLI, 1987). As práticas de preparo do solo destroem a estrutura natural da camada arável (RUSSEL & RUSSEL, 1959) e, se realizadas sob condições de excesso de umidade provocam compactação, o que reduz as taxas de infiltração e aumenta o volume do escoamento superficial em solos com alguma declividade (BELTRAME et al., 1981). É notória a pouca atenção que tem sido dada às conseqüências do preparo do solo em propriedades agrícolas (DERPSCH et al., 1991). É considerado uma tarefa de execução muito simples, já que vem sendo realizada há séculos por agricultores sem nenhuma formação especial.

O cultivo intensivo do solo provoca a alteração de suas propriedades físicas, com a conseqüente redução da porosidade total e macroporosidade. Neste sentido, CINTRA et al. (1983) encontraram alterações em algumas propriedades físicas de três áreas sob cultivo convencional continuado há mais de 15 anos, em relação à outra, com o mesmo tipo de solo, sob condições de mata nativa. Comparativamente, as áreas sob cultivo convencional estavam com níveis mais elevados de densidade do solo, resistência à penetração e microporosidade; e menor porosidade total, macroporosidade e taxa de infiltração de água no solo que a área sob mata nativa.

As condições físicas do solo são alteradas cada vez que um implemento de preparo é utilizado (CASSEL, 1983; MARTINO & SHAYKEWICH, 1994). Em geral, é difícil quantificar mudanças impostas pelo preparo nas propriedades físicas do solo. Estas mudanças não são espacialmente uniformes, variando com a profundidade do solo e a distância do ponto de passagem do implemento de preparo (CASSEL, 1983).

Estes efeitos do preparo do solo não dependem apenas do tipo de implemento empregado. Estão também relacionados à forma, intensidade de uso e condições do solo no momento do preparo. Em muitos casos, o esperado efeito benéfico de determinado implemento pode ser anulado ou invertido pelo uso inadequado ou excessivo deste. Sob o ponto de vista conservacionista, o melhor preparo é aquele que envolve um menor número possível de operações mecânicas e mantém o máximo de resíduos culturais na superfície, de forma a proteger os agregados do solo do impacto direto das gotas de chuva (VEIGA & AMADO, 1994).

O preparo do solo afeta também os fatores químicos de crescimento das plantas. Diretamente pela mudança da distribuição espacial dos nutrientes e indiretamente pela mudança do ambiente físico do solo. A absorção de nutrientes também é afetada pelas mudanças no sistema radicular (BOONE, 1988).

LARSON (1964) sugere como um objetivo primário na pesquisa sobre preparo do solo a definição das condições de solo desejáveis para o bom crescimento das culturas em todos os estágios, utilizando e conservando os recursos naturais. E somente depois criar estas condições com implementos de preparo. Assim, temos como objetivo do preparo do solo atingir pelo menos um dos seguintes aspectos: (i) eliminação e supressão de plantas não desejáveis; (ii) obtenção de condições favoráveis para a germinação e desenvolvimento das plantas cultivadas; (iii) incorporação e mistura de calcário, adubos e produtos químicos no solo; e (iv) eliminação

de camadas compactadas próximas à superfície do solo (MAZUCHOWSKI & DERPSCH, 1984; DONAHUE et al., 1977; CASSEL, 1983; CENTURION & DEMATTÊ, 1985; COULOMB et al., 1993).

Entre os sistemas de preparo do solo um dos mais utilizados é o que consiste na aração e gradagem da área a ser cultivada, tantas vezes quantas forem necessárias para deixá-la em boas condições para receber as sementes (CENTURION et al., 1985), incorporando os resíduos de cultura, fertilizantes e corretivos à profundidade de 0 a 15-20 cm (SIDIRAS & PAVAN, 1985).

A escarificação, utilizada em sistemas denominados de cultivo mínimo, é um tipo de preparo que visa primariamente o rompimento de camadas superficiais compactadas. Com esta prática obtém-se um controle eficiente da erosão, resultado do aumento da infiltração de água no solo e também pela manutenção de grande parte dos resíduos vegetais na superfície, uma vez que não promove a inversão da camada superficial do solo. Comparado ao arado de discos, consegue-se o dobro do rendimento de trabalho, com menor consumo de combustível (HOOGMOED & DERPSCH, 1985). Entretanto, apesar das vantagens do uso do escarificador com relação à conservação do solo, ainda é pequeno o interesse por este implemento. Dentre outros motivos, atribui-se isto à pequena divulgação das qualidades do escarificador e ao aparente menor efeito controlador sobre as plantas daninhas, quando comparado ao arado e à grade pesada (MAZUCHOWSKI & DERPSCH, 1984; DERPSCH et al., 1991; VEIGA & AMADO, 1994).

## 2.2. Mensuração do impedimento mecânico

Em áreas com agricultura intensiva há tendência para a formação de camadas compactadas de baixa permeabilidade devido ao tráfego contínuo de máquinas pesadas e ao uso de equipamentos de cultivo (FLOCKER et al., 1960; BOWERS & BATEMAN, 1960). A redução da macroporosidade exerce grande efeito sobre o desenvolvimento das plantas, por imprimir ao solo condições de baixa aeração. Em períodos de precipitações pluviométricas freqüentes, este problema é agravado pela lenta drenagem e ocupação do espaço poroso com água (CINTRA et al., 1983). Porém, caso a precipitação seja bem distribuída durante a fase de crescimento das culturas, condições moderadas de compactação não afetarão a produtividade (VOORHEES et al., 1985).

Condições desfavoráveis de perfil do solo, através de seus efeitos adversos sobre o crescimento, proliferação e atividade das raízes, pode limitar severamente a produtividade das culturas (UNGER, 1979). As plantas podem ser diretamente afetadas por um fator freqüentemente referido como resistência mecânica do solo (VEEN, 1982; LETEY, 1985).

Através de estudos sobre compactação do solo foi verificado que a resistência mecânica à penetração das raízes ocasionou marcante redução no crescimento das plantas e, conseqüentemente, na produção de diversas culturas (FLOCKER et al., 1960; PHILLIPS & KIRKHAM, 1962; ONI & ADEOTI, 1986; KAYOMBO et al., 1991; HENDERSON, 1991). A compactação do solo tende a diminuir a quantidade de água e nutrientes disponíveis no perfil do solo para uso pelas raízes das plantas (BOWEN, 1981). Entretanto, em casos de precipitação pluviométrica deficiente ou densidade do solo excessivamente baixa ( $< 1,0 \text{ g/cm}^3$ ), certo grau de compactação pode ser benéfico por incrementar o volume de água retido (SIDIRAS & VIEIRA, 1984).

A resistência do solo é uma propriedade dinâmica, influenciada por vários tipos de força, tais como aquelas provenientes dos ciclos de secamento e umedecimento, ação dos implementos agrícolas, do tráfego de animais e do crescimento de raízes. A resistência à penetração também é altamente dependente do conteúdo de água, da densidade do solo e da composição granulométrica (GILL & VANDEN BERG, 1967; VYN & RAIMBAULT, 1993).

Para desenvolver o sistema radicular a planta deve explorar poros e canais existentes no solo, ou abrir novos espaços vencendo a resistência do solo e deslocando a ponta da raiz adiante, através do aumento da pressão de crescimento. As pontas das raízes são geralmente incapazes de penetrar em poros rígidos, menores do que seu diâmetro. Mas, se o solo for deformável, as raízes são capazes de alargar os poros existentes e se acomodar (WIERSUM, 1957; DEXTER, 1987). A probabilidade de penetração da raiz no solo é uma função da resistência do solo. Qualquer alteração na resistência do solo, seja devido à compactação e/ou à mudanças nas suas características de umidade, pode ocasionar uma alteração correspondente no crescimento das raízes (TAYLOR et al., 1966). Raízes que estão sob a influência de resistência mecânica durante o período de crescimento, normalmente tornam-se menores e mais grossas que outras crescendo sem esta limitação (VEEN, 1982; AUBERTIN & KARDOS, 1965). A resistência também afeta a distribuição das raízes no solo (BAUDER et al., 1981). Entretanto, a capacidade das raízes em penetrar camadas compactadas varia de um solo para outro e de uma planta para outra (VEIHMEYER & HENDRICKSON, 1988).

É difícil relacionar a penetração das raízes no solo com medidas de resistência tomadas através de instrumentos no campo ou laboratório, porque a lubrificação proporcionada pelos exsudatos das raízes, a secagem do solo nos seus arredores pela absorção de água e a conhecida habilidade das raízes em tomar um caminho de menor resistência em solos estruturados não são facilmente simulados (SOANE & PIDGEON, 1975). De acordo com



STOLZY & BARLEY (1968), a determinação da resistência do solo ao crescimento das raízes deveria ser feita por meio de medidas diretas. Porém, devido às dificuldades práticas costuma-se estimar a resistência através da resistência à penetração (BLAKE et al., 1976; CARTER, 1988) e densidade do solo (PHILLIPS & KIRKHAM, 1962; VOORHEES et al., 1975; VOORHEES et al., 1978; BAUDER et al., 1981; VOORHEES, 1983; ONI & ADEOTI, 1986; GRANT & LAFOND, 1993).

A densidade do solo é um parâmetro sensível principalmente para volume de poros e relativamente insensível para planos de fraqueza provenientes de ciclos de umedecimento e secagem (VOORHEES, 1983). Portanto, a resistência à penetração é um indicador mais sensível que a densidade do solo na detecção de camadas compactadas, visto que é influenciada também pela umidade gravimétrica do solo (VOORHEES et al., 1975; VOORHEES et al., 1978; VOORHEES, 1983).

Uma forma de estimar a resistência do solo à penetração é através do uso do penetrômetro (TAYLOR & GARDNER, 1963; DAVIDSON, 1965; BARLEY & GREACEN, 1967; VOORHEES et al., 1975; BLAKE et al. 1976; MULQUEEN et al., 1977; CASSEL et al., 1978; CASSEL & NELSON, 1979; SOANE et al., 1981; O'SULLIVAN et al., 1987; CARTER, 1988; MARTINO & SHAYKEWICH, 1994). Uma medida da resistência ao penetrômetro é o índice de cone (IC), definido como a relação entre a força requerida para empurrar o cone do penetrômetro através do solo e a área da secção atravessada (DAVIDSON, 1965; CASSEL & NELSON, 1979). Valores considerados críticos para a penetração de raízes, determinados através de penetrometria, variam entre 0,8 e 5,0 MPa, dependendo do tipo de solo, do potencial de água e da espécie vegetal (BARLEY & GREACEN, 1967). Entretanto, o valor de 1,0 MPa é comumente aceito como excessivo à

penetração das raízes (TAYLOR et al., 1966; VOORHEES et al., 1975) e pode ser adotado como ponto crítico para a prática da descompactação do solo.

Conforme O'SULLIVAN et al. (1987), a natureza empírica do teste e a complicada afinidade com outras propriedades do solo freqüentemente ocasiona dificuldades na interpretação dos dados. Assim, grande número de medidas é requerido para a obtenção de resultados precisos. A presença de pedras no solo aumenta a média e o desvio padrão, podendo introduzir valores extremos não representativos no conjunto dos dados. Medidas feitas em profundidade podem também ser afetadas pela compactação acima do cone e pela fricção sobre a haste do penetrômetro, causada por pedras ou camada de solo compactado situada próximo à superfície. Entretanto, medidas tomadas sobre uma porção regular do solo podem conter informações detalhadas sobre a extensão e intensidade da compactação ou efeitos do preparo.

Outro aspecto que pode colocar dificuldades para a correta interpretação dos dados de IC é que as condições do solo variam tanto pela posição, profundidade e tratamentos de preparo do solo, que os procedimentos estatísticos para estimar os efeitos principais e os efeitos de interação dos dados apresentam um desafio para todo pesquisador que tenta interpretar os dados de penetrometria (CASSEL et al., 1978). Por esta razão, os dados de IC não devem ser tomados ao acaso (CASSEL et al., 1978; CASSEL & NELSON, 1979).

Em adição à variabilidade espacial imposta pelo preparo do solo, uma determinada propriedade física pode também sofrer variação temporal. A condição física do solo imediatamente após a passagem de um implemento de preparo do solo não é estática, mas varia com o tempo. Os efeitos agronômicos da variação espacial e temporal nas propriedades do solo freqüentemente podem ser observadas no campo (CASSEL, 1983). Portanto, a utilidade do IC em estudos de preparo do solo está principalmente na averiguação de camadas

compactadas, avaliando a profundidade relativa, intensidade e persistência do afrouxamento ou compactação e detectando mudanças na resistência do solo com o tempo (O'SULLIVAN et al., 1987).

### 2.3. Incorporação de calcário no solo

A prática mais recomendada para a correção da acidez do solo é a calagem, sendo o calcário o corretivo que vem sendo utilizado há séculos para esta finalidade. A calagem tem marcante efeito sobre o crescimento radicular da maioria das plantas cultivadas (LONGENECKER & MERKLE, 1952; PEARSON et al., 1973; DOSS et al., 1979; GONZALEZ-ERICO et al., 1979; BARBER, 1984; ROSOLEM et al., 1994). Este efeito está relacionado principalmente à redução da concentração do íon Alumínio (EVANS & KAMPRATH, 1970; GONZALEZ-ERICO et al., 1979; FOY, 1984, TISDALE et al., 1990) e elevação dos níveis do íon Cálcio na solução do solo (KAMPRATH, 1984).

A recomendação genérica é que o calcário seja distribuído uniformemente em toda a extensão do terreno e que as suas partículas sejam intimamente misturadas ao solo, procurando-se com isto aumentar a superfície de contato e, conseqüentemente, a rapidez da ação neutralizante do calcário (LONGENECKER & MERKLE, 1952; WALKER, 1952; ADAMS & PEARSON, 1969; BARBER, 1984; THOMAS & HARGROVE, 1984; QUAGGIO, 1986; SOUZA & RITCHEY, 1986). Entretanto, PEARSON et al. (1973) em experimento com o objetivo de determinar o efeito do grau de mistura calcário-solo na penetração das raízes do algodoeiro, verificou que até mesmo quando pobremente misturado ao solo, o calcário aplicado em quantidades adequadas, incrementou a taxa de alongação da radícula e o crescimento das raízes em profundidade. MOSCHLER et al. (1973) e

BLEVINS et al. (1978), investigando o efeito da aplicação superficial de calcário em sistemas contínuos de plantio direto de milho, em comparação à incorporação através de preparo convencional, na manutenção de níveis favoráveis de pH do solo, concluíram que a calagem superficial foi um eficiente método para controlar a acidificação ocasionada pela adubação nitrogenada na camada de 0 - 5 cm de profundidade.

Após a incorporação do calcário ao solo, as suas partículas iniciam imediatamente a dissolução (BARBER, 1984). Um dos fatores que mais afeta a dissolução do calcário no solo é a sua granulometria. Assim, quanto mais finas as partículas, maior é a sua ação na correção da acidez do solo (SWARTZENDRUBER & BARBER, 1965). Porém, a profundidade e a taxa de penetração do calcário aplicado na superfície do solo são funções, principalmente, da quantidade adicionada e do tempo decorrido desde a aplicação. Foram requeridos 10 anos para que o calcário aplicado na superfície aumentasse o pH de solos com pastagem permanente até uma profundidade de 15,2 cm, em clássico experimento conduzido por BROWN & MUNSELL (1938) sobre um solo denominado "Charlton fine sandy loam".

A calagem é uma prática agrícola que altera várias características químicas, físicas e biológicas do solo, de modo que, geralmente é muito difícil explicar qual ou quais os fatores são os responsáveis pelos aumentos de produção observados (QUAGGIO, 1986). A magnitude da resposta das culturas ao efeito imediato e residual do calcário é, em geral, bastante influenciada pelas características químicas do solo (SCHERER et al., 1984). Segundo GRANT & BAILEY (1994), o pH do perfil do solo pode também ser afetado pelo preparo do solo, como efeito de alterações na distribuição de nutrientes e matéria orgânica.

DOSS et al. (1979), trabalhando com as culturas do algodão e milho em solos do Alabama/USA e GONZALEZ-ERICO et al. (1979), trabalhando com a cultura do milho em um Latossolo álico do Cerrado no Brasil Central, observaram que a incorporação de calcário

com enxada rotativa à profundidade de 30 cm resultou em maior produtividade do que a incorporação à profundidade de 15 cm. Entretanto, COMIN (1992) trabalhando com as culturas do milho e da soja em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico no município de Ponta Grossa/PR, situado em região que normalmente apresenta condições satisfatórias e regulares de precipitação pluviométrica, não verificou diferenças significativas de produtividade influenciadas pela incorporação de calcário a 20 cm de profundidade com arado de discos ou a 60 cm de profundidade com arado rotativo.

### 2.3.1. Determinação da acidez ativa do solo e necessidade de calagem

A acidez do solo é comumente mensurada através de procedimentos que estimam a intensidade da acidez sob um conjunto de determinadas condições. Isto é feito, freqüentemente, numa suspensão de solo com água destilada ou solução salina, em proporções definidas, que habilita a imersão de um eletrodo para medir a atividade do íon Hidrogênio (MALAVOLTA, 1976; CONYERS & DAVEY, 1988).

DAVIES (1971) fez uma comparação estatística dos dados de pH de diversos solos britânicos medidos em água e solução de  $\text{CaCl}_2$  0,01 M. Os valores das duas determinações são linearmente relacionados com uma correlação positiva altamente significativa. Também CONYERS & DAVEY (1988), trabalhando com solos australianos e utilizando diversas relações de diluição solução:solo, concluíram que os valores de pH determinados em água,  $\text{CaCl}_2$  0,01 M e KCl 0,1 M, estavam altamente correlacionados.

Entretanto, a maneira como é medido o pH tem considerável influência nos resultados e na sua interpretação. Um fator que influi no pH determinado em água é a diluição da suspensão. Quanto mais diluída a suspensão, maior será o pH. Outro fator que afeta o pH,

desta feita reduzindo-o, é a existência de sais no solo, decorrentes de processos de mineralização, naturais ou provocados pelo manuseio das amostras (PEECH, 1965). Estes problemas levaram à proposta de SCHOFIELD & TAYLOR (1955), de determinação do pH em solução de  $\text{CaCl}_2$  0,01 M, que apresenta as seguintes vantagens: (i) o pH medido nessa solução é pouco afetado pela relação solução:solo; e (ii) a quantidade de sal adicionada é suficiente para nivelar o efeito dos sais normalmente existentes em solos não salinos.

A existência de métodos analíticos rápidos e que recomendem quantidades adequadas de calcário é indispensável para o sucesso da calagem (ERNANI & ALMEIDA, 1986). Dentre os métodos que utilizam-se de soluções tampão, o SMP é o mais utilizado em vários países, em virtude de sua simplicidade e eficiência no controle do pH para ampla diversidade de solos, como mostram os trabalhos de McLEAN et al. (1966) e TRAN & LIEROP (1982).

#### 2.4. Incorporação de partículas artificiais no solo

Com estudos que visem determinar a distribuição espacial e a localização de materiais incorporados ao solo através das práticas de preparo, obtém-se informações adicionais que auxiliam no entendimento da dinâmica das reações que ocorrem em seu interior. A utilização de partículas artificiais inertes, de fácil recuperação e identificação, tem possibilitado a realização de investigações desta natureza (STARICKA et al., 1990).

Assim, HULBURT & MENZEL (1953) usaram sementes de sorgo peletizadas como traçadores para medir o grau de mistura mecânica ocasionada por implementos de preparo do solo, em parcelas de 90 cm de largura por 150 cm de comprimento, concluindo que: (i) preparando o solo duas vezes com enxada rotativa obteve-se uma mistura relativamente uniforme até 15 cm de profundidade; (ii) no preparo com o arado de aivecas, a maioria dos

materiais localizou-se no fundo da camada arável; (iii) dividindo as aplicações, espalhando metade do material sobre o solo antes de arar e o restante após a aração e antes da gradagem, obteve-se uma distribuição vertical regular, porém, com pobre distribuição horizontal; (iv) o uso de cultivadores e grades resultou em uma mistura pobre dos materiais com o solo, encontrando-os somente até 3 a 5 cm de profundidade. COUSENS & MOSS (1990), trabalhando com parcelas de 150 x 150 cm, e STARICKA et al. (1990), em parcelas de 460 x 910 cm, utilizaram, respectivamente, contas plásticas coloridas e esferas de cerâmica para simular o comportamento e a distribuição de sementes de plantas daninhas no solo após o preparo. Também STARICKA et al. (1991), em parcelas de dimensões variadas (em média 430 x 2400 cm), utilizaram esferas de cerâmica e aparas de polietileno em um estudo para verificar a variabilidade espacial de resíduos culturais incorporados ao solo através do preparo primário com arado de aivecas, escarificador e grade de discos, verificando que enquanto o arado de aivecas incorporou o material até 28 cm de profundidade, o escarificador e a grade de discos incorporaram até 10 cm de profundidade no perfil do solo. E STARICKA et al. (1992), em parcelas experimentais de 460 x 910 cm, também utilizando esferas de cerâmica, conduziram estudo sobre a influência do preparo primário do solo com arado de aivecas e escarificador na dinâmica dos agregados do solo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental foi localizada na Fazenda Experimental do Canguiri pertencente à Universidade Federal do Paraná (UFPR), no município de Piraquara/PR, a 930 m de altitude, nas coordenadas 25° 25" de latitude sul e 49° 08" de longitude oeste, situada no Primeiro Planalto paranaense. O clima da região é do tipo Cfb, conforme a classificação de Koeppen (GODOY et al., 1976). Neste local foram conduzidos dois experimentos em áreas próximas, compactadas propositalmente para efeito deste estudo através do tráfego continuado de colheitadeira automotriz, antes da aplicação dos tratamentos.

#### 3.1. Experimento 1: Influência do preparo do solo com arado de discos e escarificador sobre a incorporação de calcário, redução do impedimento mecânico e a produção de milho

##### 3.1.1. Caracterização da área experimental

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico (ROCHA, comunicação pessoal). As amostras de solo de cada bloco foram compostas por quatro sub-amostras coletadas em duas profundidades (0 - 20 cm e 20 - 40 cm), logo após a demarcação da área. As análises foram realizadas pelos Laboratórios de Química e Física do Solo da UFPR, de acordo com a metodologia descrita por EMBRAPA (1979). Os resultados das análises química e granulométrica (método Vettori modificado) encontram-se na TABELA 1 e TABELA 2, respectivamente.



TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO POR OCASIÃO DA IMPLANTAÇÃO DE EXPERIMENTO DE INCORPORAÇÃO DE CALCÁRIO ATRAVÉS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR. (\*)

Prof. (cm)	Bloco	pH CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> / l					mg/l			%	
			Al <sup>+3</sup>	H+Al	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	T	P	C	m	V
0 - 20	I	4,0	4,0	20,5	1,1	0,8	0,17	22,6	1,0	5,5	65,9	9,2
	II	4,0	4,0	16,3	0,6	0,6	0,13	17,6	1,0	4,1	75,0	7,5
	III	4,1	3,9	16,3	0,9	0,9	0,17	18,3	1,0	5,0	66,4	10,8
	IV	4,1	3,9	16,3	0,4	0,6	0,10	17,4	1,0	4,3	78,0	6,3
	V	4,1	4,0	16,3	0,5	0,6	0,14	17,5	1,0	4,9	76,3	7,1
20-40	I	4,1	4,0	16,3	0,4	0,3	0,04	17,0	1,0	2,2	84,4	4,3
	II	4,1	3,9	16,3	0,4	0,2	0,02	16,9	1,0	1,9	86,3	3,7
	III	4,0	3,9	16,3	0,3	0,3	0,04	16,9	1,0	2,3	85,9	3,8
	IV	4,1	3,7	16,3	0,3	0,2	0,02	16,8	1,0	2,5	87,7	3,1
	V	4,0	3,8	16,3	0,3	0,3	0,02	16,9	1,0	1,9	86,0	3,7

(\*)Análise realizada pelo Laboratório de Química do Solo do Setor de Ciências Agrárias/UFPR, seguindo metodologia descrita por EMBRAPA (1979).

TABELA 2 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO POR OCASIÃO DA IMPLANTAÇÃO DE EXPERIMENTO DE INCORPORAÇÃO DE CALCÁRIO ATRAVÉS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR. (\*)

Prof. (cm)	Bloco	%				
		Areia fina	Areia grossa	AREIA	SILTE	ARGILA
0 - 20	I	16	6	22	24	54
	II	14	8	22	22	56
	III	14	8	22	22	56
	IV	16	8	24	18	58
	V	14	8	22	22	56
20 - 40	I	14	6	20	20	60
	II	14	6	20	24	56
	III	16	8	24	22	54
	IV	14	8	22	16	62
	V	16	8	24	12	64

(\*) Análise realizada pelo Laboratório de Física do Solo do Setor de Ciências Agrárias/UFPR, utilizando o método de Vettori modificado, conforme descrito por EMBRAPA (1979).

### 3.1.2. Tratamentos

Os tratamentos constaram do arranjo de duas profundidades de trabalho e três espaçamentos entre hastes do escarificador de hastes fixas, além do uso convencional do arado, conforme descrito na TABELA 3.

TABELA 3 - TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO DE INCORPORAÇÃO DE CALCÁRIO EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ATRAVÉS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR.

Tratamento	Distância entre hastes do escarificador (cm)	Profundidade de trabalho (cm)
1. D20.P20 (*)	20	20
2. D20.P30	20	30
3. D25.P20	25	20
4. D25.P30	25	30
5. D30.P20	30	20
6. D30.930	30	30
7. D20.P30sc	20	30
8. ARAÇÃO	----	20

(\*) D = distância entre hastes do escarificador; P = profundidade de trabalho; sc = sem calcário

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco repetições para as variáveis da cultura teste e acidez ativa; e três repetições para a variável resistência à

penetração. Cada parcela teve área útil de 78.000 cm<sup>2</sup>, distribuídos em 600 cm de comprimento por 130 cm de largura.

### 3.1.3. Instalação e condução do experimento

A área utilizada encontrava-se em pousio há mais de 15 anos, tendo sua cobertura vegetal constituída por campo nativo. Quando da escolha do local a vegetação existente já havia sido eliminada. As plantas de maior porte através de roçada e destoca, tendo o material sido transportado para fora dos limites do terreno. As plantas rasteiras foram incorporadas através de aração, seguida de uma gradagem com grade niveladora. Em seguida à demarcação da área experimental, procedeu-se uma amostragem para caracterizar as condições iniciais de acidez ativa e resistência à penetração de cada parcela.

A necessidade de calcário foi determinada com base no Índice SMP, objetivando atingir pH 6,0 em água na camada de 0 - 20 cm de profundidade (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC, 1989). Foram aplicadas 10 toneladas de calcário dolomítico por hectare, utilizando-se o produto comercial que encontrava-se disponível na Fazenda Experimental da UFPR. O corretivo utilizado apresentava um PRNT de 99,98%, com 34,4% de CaO e 22,4% de MgO (determinação através de titulação). A sua proporção granulométrica foi de 0,6% de partículas maiores que 2,00 mm; 10,0% entre 2,00 e 0,84 mm; 15,1% entre 0,84 e 0,30 mm e 74,3% menores que 0,30 mm. A análise do calcário foi realizada no Laboratório de Química do Solo do Setor de Ciências Agrárias/UFPR.

A aplicação dos tratamentos foi executada no início de novembro de 1993. O calcário foi uniformemente espalhado a lanço, em uma única dose e em seguida incorporado, de acordo com as especificações de cada tratamento experimental. Nas operações de preparo primário do

solo foram utilizados escarificador de hastes fixas e arado de discos, tracionados por um trator Ford modelo 6630 de 90 CV, operando à velocidade aproximada de 3 km/h. Amostras de solo foram coletadas para determinação da umidade gravimétrica na data do preparo (TABELA 4).

TABELA 4 - UMIDADE GRAVIMÉTRICA (%) EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO NA DATA DO PREPARO PRIMÁRIO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR.

Profundidade (cm)	Umidade gravimétrica (%)
0 - 10	48,6
10 - 20	49,2
20 - 30	42,6
30 - 40	42,3

Os pontos de passagem das hastes do escarificador, bem como a superfície atingida pelos discos do arado, foram identificados e registrados parcela a parcela, para servir de referência ao plantio e avaliação da cultura teste, assim como às posições horizontais de amostragem de solo e resistência à penetração. A operação de preparo secundário do solo foi executada logo antes do plantio e constou de uma única gradagem, comum a todos os tratamentos, feita com grade niveladora leve.

A adubação consistiu de 400 kg da fórmula 4-30-18 por hectare, incorporados no sulco de plantio. Coberturas nitrogenadas foram efetuadas aos 45 e 60 dias da cultura, aplicando-se, em cada oportunidade, 30 kg de N por hectare na forma de uréia.

O plantio foi efetuado no dia 06 de dezembro de 1993, utilizando-se a cultivar de milho AG-303 como cultura teste. Esta cultivar de milho é recomendada para plantio no Primeiro Planalto paranaense, possui relativa sensibilidade à acidez do solo e é de uso normal na Fazenda Experimental do Canguiri/UFPR. Os sulcos de plantio e a incorporação do adubo foram feitos à base de enxada. As sementes foram depositadas uma a uma, colocando-se 14 sementes por metro linear. Após um mês, procedeu-se a um raleio manual, quando este número foi reduzido para 7 plantas por metro linear. Como o espaçamento entre filas era de 80 cm, procurou-se atingir uma população equivalente a 87.500 plantas/ha.

A colheita foi realizada no dia 31 de maio de 1994. Nesta oportunidade procedeu-se a avaliação de aspectos de produção, para o que coletou-se toda a parte aérea das plantas. Para a determinação da variável índice de colheita, adotou-se a seguinte equação (STOSKOPF, 1981):

$$\text{Índice de colheita (\%)} = (\text{Massa seca de grãos por m}^2 / \text{Massa seca aérea total por m}^2) \times 100$$

Em fins de junho e meados de julho de 1994, respectivamente, foram tomados os dados finais de resistência à penetração e procedida a segunda amostragem de solo para verificação da acidez ativa, encerrando-se assim as atividades de campo deste experimento.

Os dados referentes às condições meteorológicas de precipitação e temperatura ocorridas durante o período de condução do experimento encontram-se no ANEXO XIII e foram coletados pela Fundação Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, em posto de observações instalado na Fazenda Experimental do Canguiri/UFPR.

#### 3.1.4. Determinação da acidez ativa

A acidez ativa foi determinada pelo pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 M (EMBRAPA, 1979). Para a coleta das amostras de solo foi escavada uma trincheira em cada parcela. Na caracterização das condições iniciais de acidez ativa, o perfil do solo foi estratificado verticalmente de 5 em 5 cm, até a profundidade de 35 cm, correspondendo cada amostra a um destes estratos.

Na segunda amostragem, nas parcelas onde foi utilizado escarificador, o local de passagem de uma das hastes serviu como ponto de referência para a marcação da posição horizontal de amostragem. Também utilizou-se uma estratificação de 5 em 5 cm, mas, neste caso até uma distância de 15 cm do ponto de passagem da haste. Cada uma destas três posições horizontais de amostragem possuía igual estratificação vertical do perfil do solo até 35 cm de profundidade, perfazendo 21 amostras por parcela. Aonde foi utilizado o arado coletou-se um mesmo número de amostras, escavando-se a trincheira em posição similar a das demais parcelas.

As amostras foram coletadas com o auxílio de uma concha metálica de 5 x 5 x 20 cm (largura, altura e comprimento, respectivamente), especialmente construída para tal.

#### 3.1.5. Determinação da resistência à penetração

A resistência à penetração foi mensurada utilizando-se um penetrômetro cônico modelo Solotest S-210, com ângulo de penetração de  $30^\circ$  e área da base do cone de  $6,33 \text{ cm}^2$ . As leituras foram tomadas até 40 cm de profundidade, com incrementos de 5 cm, em seis pontos dispostos em linha no sentido da largura da parcela e distanciados 15 cm um do outro. Os valores brutos de resistência à penetração foram transformados em Índice de Cone

(IC, em MPa) através da seguinte equação, obtida através da calibração de fábrica do penetrômetro:

$$IC = 0,00855 + 0,00559 \times (\text{valor da leitura direta em } 0,01 \text{ milímetros})$$

A avaliação inicial de resistência à penetração teve como referência o ponto demarcado da parcela por onde estava previsto passar uma das hastes do escarificador. Na segunda avaliação foi considerada a anotação feita após o preparo primário do solo e que localizava estes pontos em cada parcela. Por ocasião das avaliações foram coletadas amostras de solo para determinação da umidade gravimétrica.

### 3.2. Experimento 2: Distribuição espacial de partículas plásticas após o preparo do solo com arado de discos e escarificador

#### 3.2.1. Caracterização da área experimental

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Húmico (ROCHA, comunicação pessoal). As amostras de solo de cada bloco foram compostas por quatro sub-amostras coletadas em duas profundidades (0 - 20 cm e 20 - 40 cm), logo após a demarcação da área. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Física do Solo do Setor de Ciências Agrárias/UFPR, utilizando o método de Vettori modificado, conforme descrito por EMBRAPA (1979). Os resultados da análise granulométrica encontram-se na TABELA 5.



### 3.2.2. Tratamentos

Os tratamentos constaram do arranjo de duas profundidades de trabalho e três espaçamentos entre hastes do escarificador de hastes fixas, além do uso convencional do arado, conforme descrito na TABELA 6.

TABELA 5 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO POR OCASIÃO DA IMPLANTAÇÃO DE EXPERIMENTO DE INCORPORAÇÃO DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS ATRAVÉS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR. (\*)

Prof. (cm)	Bloco	%				
		Areia fina	Areia grossa	AREIA	SILTE	ARGILA
0 - 20	I	10	8	18	26	56
	II	10	8	18	28	54
	III	8	8	16	24	60
20 - 40	I	8	6	14	26	60
	II	10	8	18	26	56
	III	8	8	16	22	60

(\*) Análise realizada pelo Laboratório de Física do Solo do Setor de Ciências Agrárias/UFPR, utilizando o método de Vettori modificado, conforme descrito por EMBRAPA (1979).

TABELA 6 - TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO DE INCORPORAÇÃO DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS EM UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO ATRAVÉS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR

Tratamento	Distância entre hastes do escarificador (cm)	Profundidade de trabalho (cm)
1. D20.P20 <sup>(*)</sup>	20	20
2. D20.P30	20	30
3. D25.P20	25	20
4. D25.P30	25	30
5. D30.P20	30	20
6. D30.P30	30	30
7. ARAÇÃO	----	20

(\*) D = distância entre hastes do escarificador; P = profundidade de trabalho

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela teve área útil de 2.800 cm<sup>2</sup>, distribuídos em 40 cm de comprimento por 70 cm de largura.

### 3.2.3. Instalação e condução do experimento

A aplicação dos tratamentos ocorreu no início de novembro de 1993. Foram utilizados dois tamanhos de partícula plástica para simular a incorporação de sementes de plantas daninhas, fertilizantes ou resíduos vegetais através do preparo do solo. Uma composta de pequenas contas plásticas arredondadas de coloração amarela com 0,25 cm de diâmetro; e outra composta de aparas plásticas de coloração branca com 10 cm de comprimento. A densidade utilizada foi de 2.000 partículas de 0,25 cm e 3.115 partículas de 10 cm por m<sup>2</sup>. Para obter-se uma distribuição uniforme do material sobre o solo, a área de cada parcela foi delimitada por quadros de madeira e as partículas aplicadas em três vezes.

Nas operações de preparo primário do solo foram utilizados escarificador de hastes fixas e arado de discos, tracionados por um trator Ford modelo 6630 de 90 CV, operando à velocidade aproximada de 3 km/h. Amostras de solo foram coletadas para determinação da umidade gravimétrica na data do preparo (TABELA 7).

Os pontos de passagem das hastes do escarificador, bem como a superfície atingida pelos discos do arado, foram identificados e registrados parcela a parcela, para servir de referência à coleta das amostras de solo.

Duas semanas após a aplicação dos tratamentos, procedeu-se a operação de preparo secundário do solo, que constou de uma única gradagem comum a todos os tratamentos, feita com grade niveladora leve.

No final de novembro de 1993 foram abertas trincheiras em todas as parcelas, procedendo-se a coleta das amostras de solo para recuperação das partículas plásticas, com o auxílio de uma concha metálica de 5 x 5 x 20 cm (largura, altura e comprimento, respectivamente), especialmente construída para tal.

Em dezembro de 1993 foi semeado milho em toda a área indistintamente, utilizando-se uma plantadeira-adubadeira de plantio direto, obedecendo um espaçamento de 80 cm entre filas e 7 sementes por metro linear, procurando atingir uma população equivalente a 87.500 plantas/ha. A lavoura foi colhida em maio de 1994, oportunidade em que as plantas foram cortadas rentes ao solo e toda a palhada retirada da área experimental.

No mês de julho de 1994, quando a maior parte do sistema radicular já se havia deteriorado, procedeu-se a aplicação de um segundo preparo do solo (repetindo os mesmos tratamentos e procedimentos do primeiro) e nova amostragem para avaliar as conseqüências sobre a movimentação das partículas no solo. Também nesta oportunidade foram coletadas amostras de solo para determinação da umidade gravimétrica (TABELA 7).

TABELA 7 - UMIDADE GRAVIMÉTRICA (%) EM UM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO HÚMICO NAS DATAS DE PREPARO DO SOLO.

Profundidade (cm)	Amostragem efetuada	
	em 05.NOV.93	em 28.JUN.94
0 - 10	35,2	41,5
10 - 20	47,4	45,5
20 - 30	45,0	48,5
30 - 40	47,9	45,8

Os dados referentes às condições meteorológicas de precipitação ocorridas durante o período de condução do experimento encontram-se no ANEXO XIII e foram coletados pela Fundação Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR, em posto de observações instalado na Fazenda Experimental do Canguiri/UFPR.

### 3.2.4. Recuperação das partículas plásticas

Para a coleta das amostras de solo foi escavada uma trincheira em cada parcela. Nas parcelas onde foi utilizado escarificador, o local de passagem de uma das hastes serviu como ponto de referência para a marcação da posição horizontal de amostragem. Utilizou-se uma estratificação horizontal de 5 em 5 cm, até uma distância de 15 cm do ponto de passagem da haste. Cada uma destas três posições horizontais possuía igual estratificação vertical do perfil do solo, de 5 em 5 cm, até 35 cm de profundidade, perfazendo 21 amostras por parcela. Aonde foi utilizado arado coletou-se um mesmo número de amostras, escavando-se a trincheira em posição similar às demais parcelas.

Em laboratório foi procedida a lavagem das amostras de solo sobre peneira metálica com malha de 0,2 cm. As partículas plásticas recuperadas foram separadas pelo tamanho, contadas e os dados tabulados.

### 3.3. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada através do programa estatístico SAS. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F de Snedecor, seguindo os modelos propostos por GOMES (1978) e STEEL & TORRIE (1980) para delineamentos em blocos ao acaso com esquema fatorial e tratamentos adicionais. Nos casos em que os tratamentos apresentaram diferenças significativas até o nível de 10% de probabilidade, foi aplicado o teste de Duncan para a comparação das médias. A homogeneidade das variâncias foi verificada através da observação dos desvios padrão das médias.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

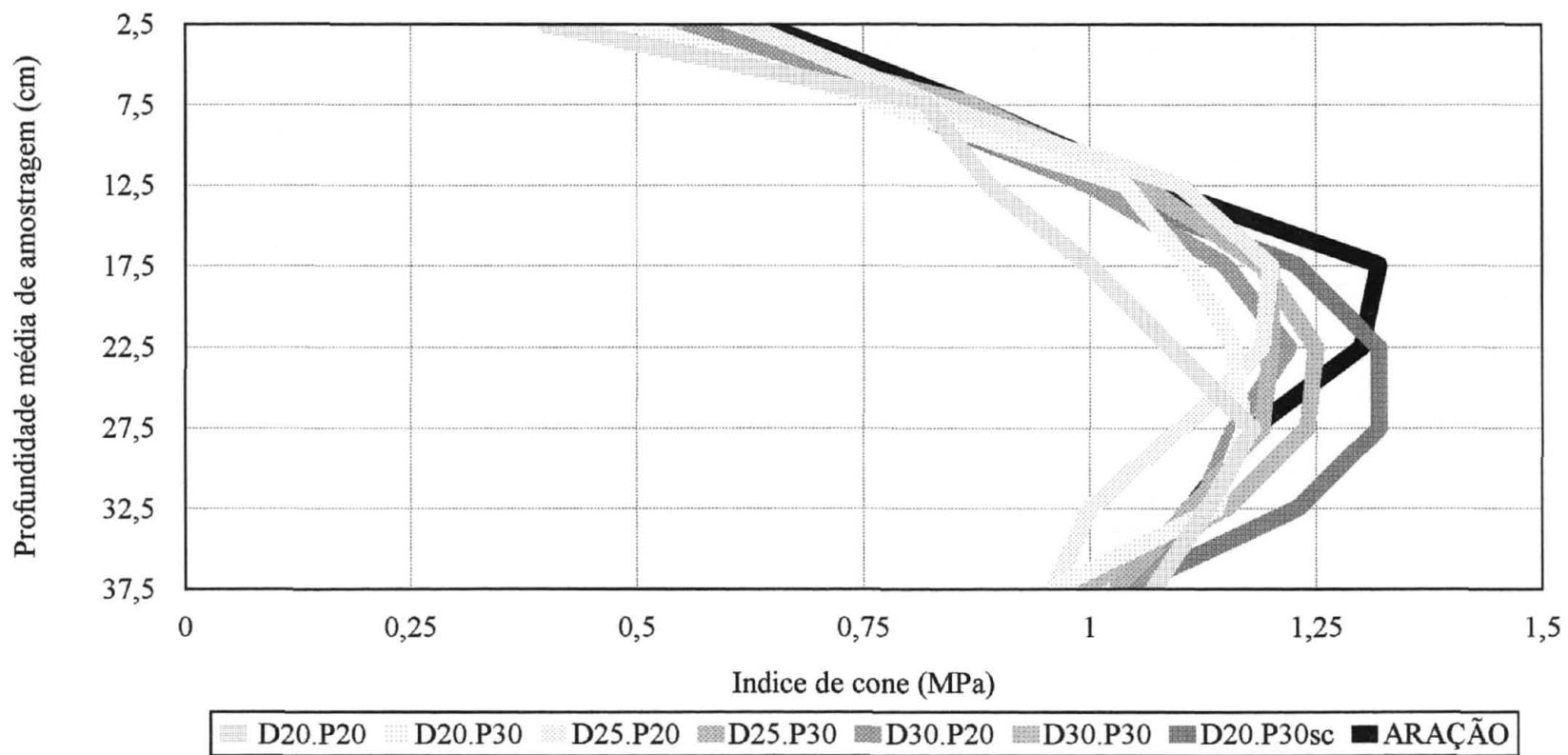
Na apresentação e discussão dos resultados a referência aos tratamentos será feita como especificado nas TABELAS 3 e 6, no item Material e Métodos. Desta forma, a abreviatura D20.P20, por exemplo, referir-se-á ao tratamento 1, no qual foi utilizada a combinação de 20 cm de distância entre hastes do escarificador e 20 cm de profundidade de trabalho.

### 4.1. Influência do preparo primário do solo com arado de discos e escarificador nas condições de impedimento mecânico de um Latossolo Vermelho-Amarelo

Para avaliar estatisticamente o efeito dos tratamentos sobre o impedimento mecânico, os valores de índice de cone (IC) que caracterizaram o estado inicial do solo foram utilizados como covariáveis no intuito de reduzir a influência da variabilidade espacial. Verifica-se na análise conjunta da variância (ANEXO I) que, dentre os dois fatores considerados, apenas o fator profundidade de trabalho proporcionou diferenças significativas entre os tratamentos. Através da análise estatística também foram detectadas diferenças significativas para as fontes de variação posição horizontal e profundidade de amostragem, justificando assim a necessidade do grande número de leituras efetuadas e confirmando o que já havia sido relatado por outros pesquisadores acerca da variabilidade espacial imposta pelo preparo do solo (CASSEL et al., 1978; CASSEL, 1983).

Apesar da variabilidade existente no IC inicial da área experimental (FIGURA 1), percebe-se que as curvas seguem uma mesma tendência e a compactação provocada pela colheitadeira automotriz aparentemente atingiu a maior profundidade amostrada. Esta

FIGURA 1 - INDICE DE CONE EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS O TRÂNSITO DE UMA COLHEITADEIRA AUTOMOTRIZ E ANTES DA APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE PREPARO DO SOLO. Situação inicial nas parcelas experimentais.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm); sc = sem calcário

observação é coerente com resultados obtidos por VOORHEES et al. (1978) em estudo sobre tráfego controlado, quando ficou demonstrado que o tráfego de máquinas agrícolas, em operações normais na propriedade, pode compactar o solo até 45 cm de profundidade. Por outro lado, é provável que os valores iniciais de IC consideravelmente mais baixos encontrados na camada 0 - 10 cm, tenham sido ocasionados pela umidade gravimétrica (TABELA 8) mais elevada nesta parte do perfil do solo no momento da leitura (CASSEL et al., 1978; VOORHEES et al., 1978; CASSEL, 1983). A este respeito e para as condições específicas dos solos em que estavam trabalhando, VOORHEES (1983) e TORMENA (1991) propuseram equações de regressão para a calibração do penetrômetro evidenciando a intensidade da influência que pequenas variações no teor da umidade gravimétrica ocasionam sobre os valores de índice de cone.

TABELA 8 - UMIDADE GRAVIMÉTRICA (%) EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO NAS DATAS EM QUE FOI EFETUADA A PENETROMETRIA DA ÁREA.

Profundidade (cm)	Amostragem antes do preparo do solo (29.OUT.93)	Amostragem após o preparo e um cultivo (21.JUN.94)
0 - 10	56,5	51,0
10 - 20	47,7	50,8
20 - 30	43,3	47,6
30 - 40	43,3	47,8

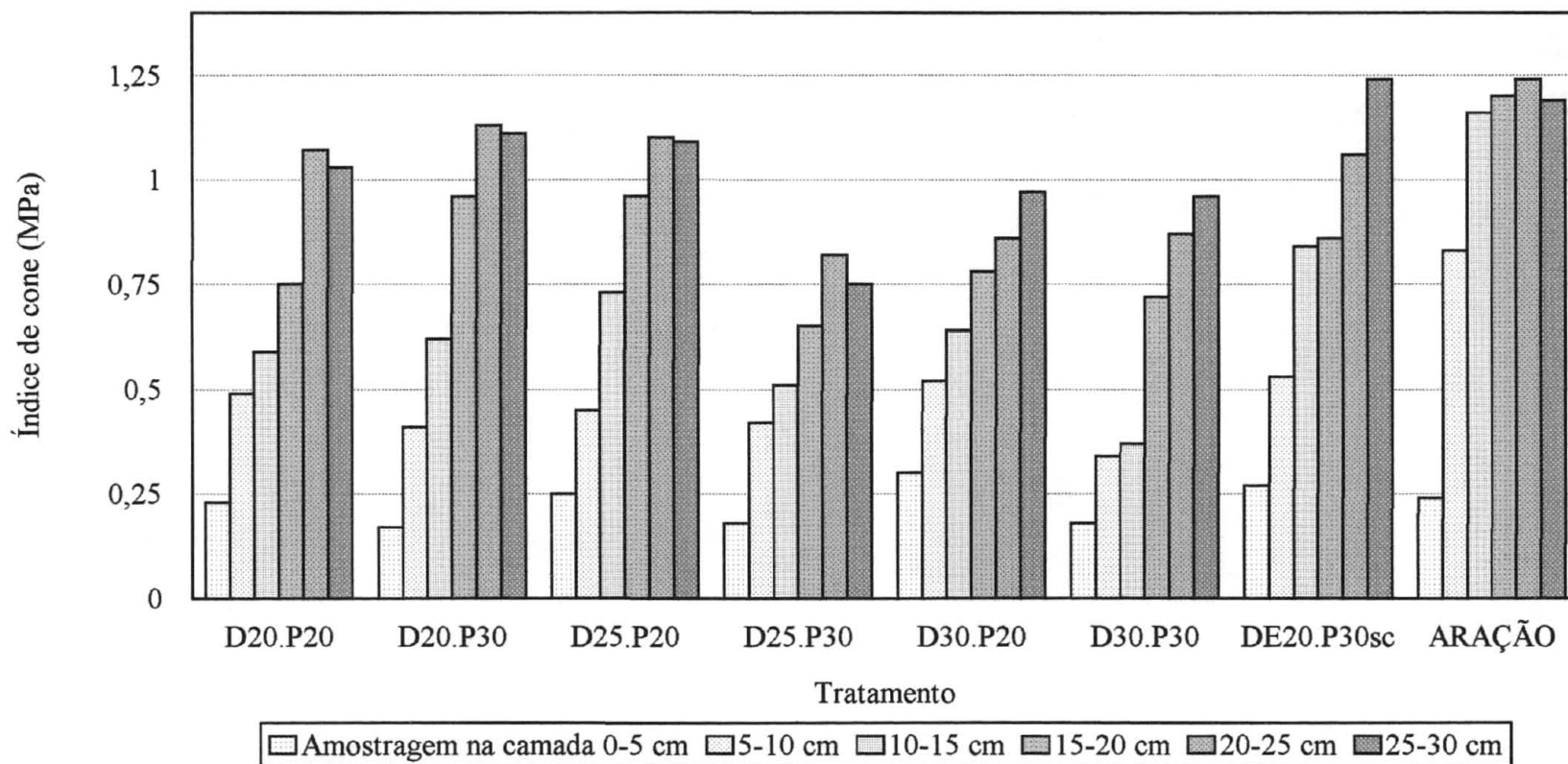
O elevado teor de matéria orgânica na camada superficial (TABELA 1, no item Materiais e Métodos) também pode ter contribuído para a ocorrência de menores valores de



IC na camada superficial, uma vez que esta influencia a compressibilidade do solo através do aumento da resistência à deformação e/ou sua elasticidade (SOANE, 1990). O papel da matéria orgânica na redução dos efeitos da compactação está relacionado também à maior retenção de água no solo (DE KIMPE et al., 1982). Entretanto, considerando o perfil do solo como um todo, pode-se afirmar que a descompactação seria uma prática recomendável para permitir o bom desenvolvimento e aprofundamento do sistema radicular, tendo em vista que a partir da camada de 10 - 15 cm de profundidade detectou-se valores de IC iguais ou superiores a 1,0 MPa (TAYLOR et al., 1966; VOORHEES et al., 1975).

Os valores de IC tomados por posição horizontal de amostragem, em relação a uma haste de referência do escarificador, depois da aplicação dos tratamentos experimentais e do cultivo de milho, foram de uma maneira geral mais baixos que os da leitura inicial, notadamente na camada de 0 - 15 cm no perfil. Entretanto, a pronunciada desuniformidade no traçado das curvas nas diferentes posições de amostragem não permite delinear um comportamento padrão para qualquer dos tratamentos. Assim sendo, para possibilitar uma análise relativa das tendências e em concordância com a proposição de outros pesquisadores (CASSEL et al., 1978; CASSEL & NELSON, 1979; CASSEL, 1983), foram extraídos dentre as médias nas posições horizontais de amostragem, os valores máximos de IC para cada tratamento e profundidade de amostragem (FIGURA 2). Percebe-se então que, com exceção do tratamento ARAÇÃO, todos os demais tratamentos proporcionaram valores de IC inferiores a 1,0 MPa na camada 0 - 20 cm. Na camada até 30 cm de profundidade os valores mantiveram-se abaixo de 1,0 MPa somente nas parcelas dos tratamentos D25.P30; D30.P20 e D30.P30. Como a umidade gravimétrica na segunda amostragem estava mais uniforme ao longo do perfil que durante a primeira (TABELA 8), observando-se as FIGURAS 1 e 2 é possível inferir que (i) provavelmente a profundidade de trabalho do escarificador no

FIGURA 2 - INDICE DE CONE EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DEPOIS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM E UM CULTIVO DE MILHO. Valores máximos extraídos dentre as médias nas posições horizontais de amostragem 0; 15; 30; 45 e 60 cm em relação a um ponto de referência nas parcelas experimentais.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm); sc = sem calcário

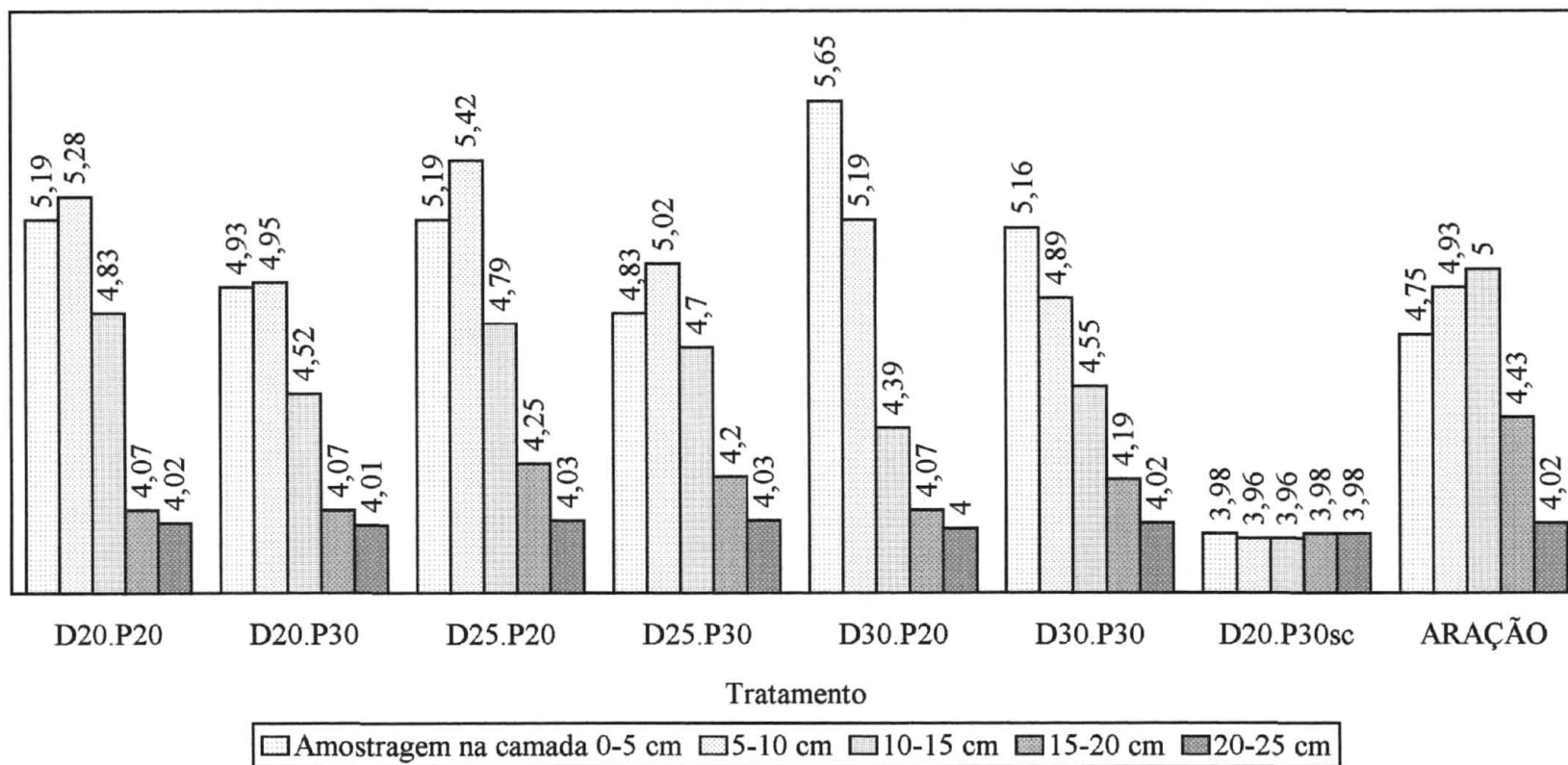
tratamento D30.P20 tenha sido maior do que os 20 cm previstos; (ii) nos tratamentos D20.P30 e D20.P30sc a profundidade de 30 cm não deve ter sido atingida pelo implemento de preparo; (iii) o tratamento ARAÇÃO promoveu uma descompactação irregular do solo, permanecendo faixas com impedimento mecânico elevado a partir da camada 10 - 15 cm de profundidade; (iv) a profundidade de trabalho recomendada para promover o rompimento da camada compactada deste solo deveria ser de pelo menos 40 cm.

#### 4.2. Influência do preparo primário do solo com arado de discos e escarificador na incorporação de calcário e correção da acidez de um Latossolo Vermelho-Amarelo

O calcário incorporado nas parcelas dos tratamentos experimentais de preparo do solo proporcionou a elevação do pH na camada 0 - 20 cm de profundidade, com exceção do tratamento D20.P30sc, no qual não foi espalhado o corretivo (FIGURA 3). Abaixo desta camada houveram alterações mas estas foram irrelevantes, com os valores permanecendo muito próximos do pH inicial do solo (ANEXOS XVI e XVII), mesmo nos tratamentos em que foi trabalhado a 30 cm de profundidade. É provável que a correção da acidez ocorrida ao longo do perfil seja em parte devida ao preparo secundário realizado com grade niveladora, que através do destorroamento, nivelamento e mistura do solo (MAZUCHOWSKI & DERPSCH, 1984), promoveu um maior contato corretivo-solo que o preparo primário. Nas parcelas experimentais em que foi utilizado escarificador pode ter havido também interferência do processo de percolação da água na camada de 0 - 20 cm de profundidade, com o arrastamento de partículas de calcário através das porções de solo afrouxadas pelo preparo.

Cabe ressaltar que: (i) baseando-se no índice SMP, a quantidade de calcário aplicado na superfície era suficiente para elevar o pH em água até 6,0 na camada de 0 a 20 cm de

FIGURA 3 - VALORES MÉDIOS DE pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01 M) NO PERFIL DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS A INCORPORAÇÃO DE CALCÁRIO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM E UM CULTIVO DE MILHO.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm), sc = sem calcário

profundidade ( COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC, 1989); (ii) a distribuição manual do corretivo resultou em porções uniformes sobre as parcelas; (iii) a granulometria fina do calcário (74,3% das partículas  $< 0,30$  mm) era condição que favorecia a sua dissolução (SWARTZENDRUBER & BARBER, 1965); e (iv) os fatores meteorológicos de temperatura média e precipitação pluviométrica (ANEXO XIII) também foram favoráveis à dissolução do corretivo e, conseqüentemente, à taxa de neutralização da acidez do solo (THOMAS & HARGROVE, 1984). Considerando-se que o pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 M apresenta um decréscimo médio de 0,5 unidades em relação ao pH em água (PEECH, 1965) e como foi aplicada uma quantidade elevada de calcário em dose única, pode-se afirmar os tratamentos experimentais de preparo do solo não proporcionaram uma mistura suficiente ao adequado contato corretivo-solo, reduzindo com isto a eficiência na correção da acidez. É fato notório que mesmo sendo bem feita a distribuição superficial do corretivo, a incorporação irregular determina uma correção da acidez a níveis inferiores aos indicados pela recomendação, que por sua vez é baseada em métodos calibrados em condições de laboratório e com mistura uniforme do calcário ao solo (ABRÃO, 1979).

Os dados da variável pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 M depois do preparo do solo e um cultivo de milho foram obtidos a partir de amostras coletadas após oito meses e meio da data de incorporação do calcário. Para efetuar a análise estatística foram utilizados apenas os dados tomados até a profundidade de 20 cm no perfil do solo, tendo em vista que abaixo desta camada as alterações foram pequenas. Na análise estatística conjunta (ANEXO II) verifica-se que não houveram diferenças significativas entre os tratamentos para os fatores considerados. Porém, encontramos como fontes de variação que proporcionaram diferenças significativas a profundidade de amostragem e os tratamentos adicionais, quando analisados isoladamente. Como não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores de pH

para a fonte de variação posição horizontal de amostragem, pode-se deduzir que não ocorreu concentração do corretivo em faixas verticais após a sua incorporação (ANGHINONI, 1989). Desta forma, na FIGURA 3 encontram-se expressos os valores médios de pH por tratamento e profundidade de amostragem, desconsiderando-se a posição horizontal de retirada das amostras. Os tratamentos com escarificador + calcário promoveram uma elevação mais acentuada do pH na camada de 0 - 10 cm no perfil, caracterizando a influência do preparo secundário com grade niveladora. Percebe-se que houve tendência das amostras coletadas nas parcelas dos tratamentos em que foram utilizadas distâncias entre hastes de 20 ou 25 cm apresentarem valores de pH mais elevados na camada 5 - 10 cm, enquanto que naquelas dos tratamentos com distância de 30 cm entre hastes a incorporação do corretivo resultou em valores decrescentes da superfície para o interior do perfil do solo. Isto demonstra que a incorporação de calcário proporcionada pelo escarificador quando as hastes foram distanciadas de 20 ou 25 cm foi maior do que quando reguladas para 30 cm entre si. Por outro lado, no tratamento ARAÇÃO apesar serem próximos uns dos outros, os valores foram gradativamente crescentes da superfície até a camada 10 - 15 cm, havendo então um decréscimo brusco na camada de 15 - 20 cm de profundidade, o que denota não ter havido tendência para deposição do corretivo no fundo do sulco de aração, conforme sugere ANGHINONI (1983).

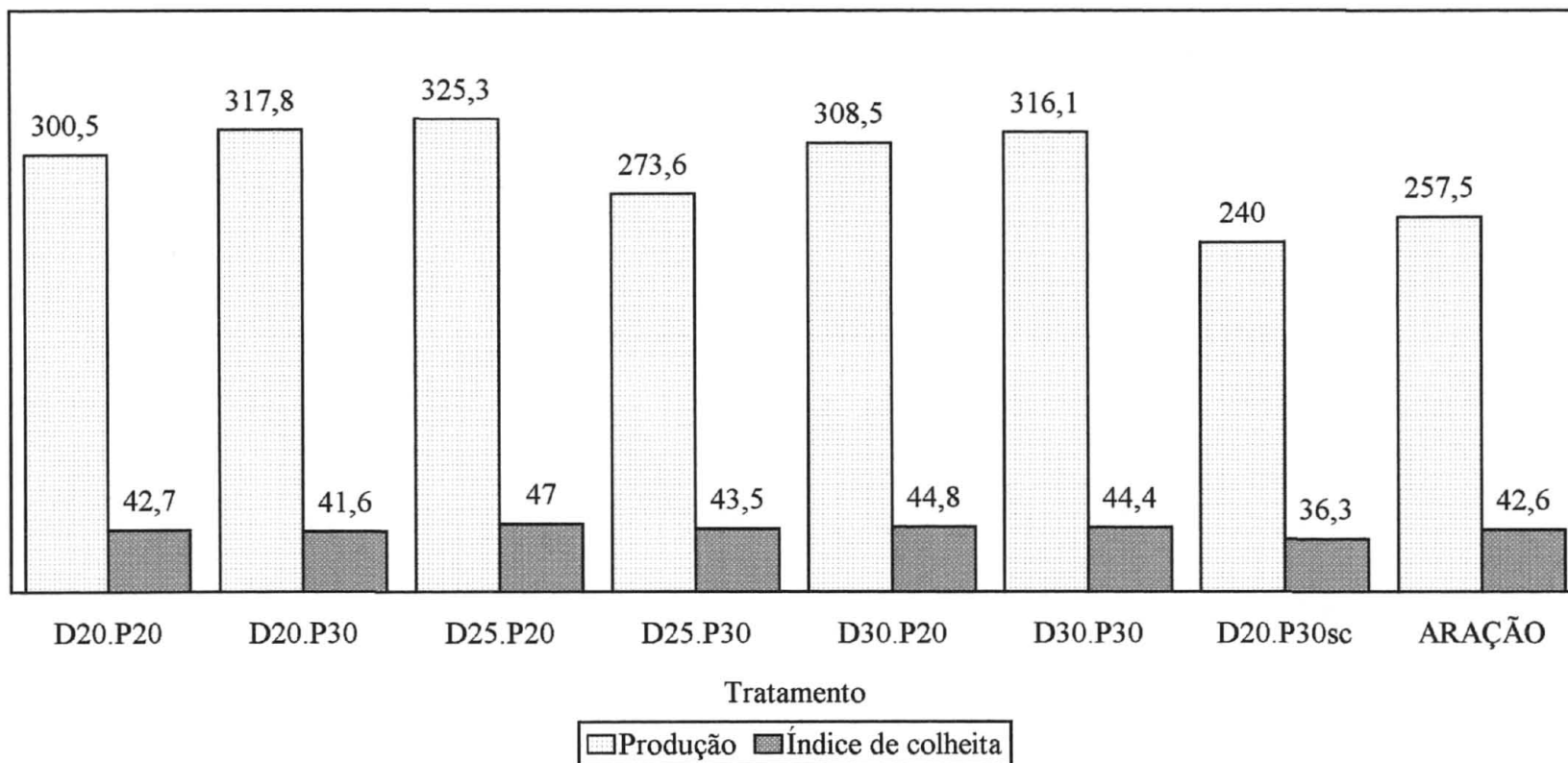
#### 4.3. Produção e índice de colheita da cultura do milho após incorporação de calcário com arado de discos e escarificador em um Latossolo Vermelho-Amarelo

Como a área útil avaliada para tomada dos dados da variável produção de grãos com umidade corrigida para 13%, foi de apenas 4 m<sup>2</sup> por parcela, optou-se por expressar na FIGURA 4 os resultados na forma de g/m<sup>2</sup>. Contudo, na realização da análise estatística foi utilizada a produção total de cada parcela experimental. Verifica-se então, através da análise conjunta da variância dos dados de produção e índice de colheita, que não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para os fatores considerados (ANEXOS III e IV) e somente os tratamentos adicionais diferiram entre si para a variável índice de colheita, quando analisados isoladamente.

É possível que a correção da acidez, proporcionada pela incorporação de calcário através dos tratamentos de preparo do solo, não tenha sido suficiente para proporcionar um ambiente adequado ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas e conseqüentemente facilitar a absorção de nutrientes (CANTARELLA, 1993). De uma maneira geral o desenvolvimento do milho na área experimental não foi satisfatório, sendo detectados sintomas visuais de deficiência de nutrientes, principalmente de zinco. Dado que foi aplicada uma adubação fosfatada pesada (120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), é provável que uma das causas desta deficiência tenha sido o efeito depressivo do fósforo sobre a absorção de zinco, conforme relatam diversos autores (STUKENHOLTZ et al., 1966; EDWARDS & KAMPRATH, 1974). Como conseqüência deste quadro e devido também ao plantio tardio da cultura, as plantas não tiveram um desenvolvimento normal e as produções obtidas foram relativamente baixas.

A ausência de uma resposta mais efetiva pode estar relacionada também ao nivelamento das condições a que as plantas foram submetidas. A adubação pesada com NPK no sulco de

FIGURA 4 - PRODUÇÃO (g/m<sup>2</sup>) E ÍNDICE DE COLHEITA (%) DA CULTURA DO MILHO EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS INCORPORAÇÃO DE CALCÁRIO ATRAVÉS DE ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm); sc = sem calcário



plantio, aliada às condições climáticas altamente favoráveis, com elevada pluviosidade durante todo o período vegetativo da cultura (ANEXO XIII), pode ter favorecido uma maior concentração de raízes na camada mais superficial do solo, onde os teores elevados de matéria orgânica (TABELA 1) provavelmente tenham reduzido o efeito tóxico do alumínio (QUAGGIO et al., 1985, citados por CANTARELLA, 1993).

Por outro lado, é possível verificar na FIGURA 4 que houve tendência de maior produção nas parcelas dos tratamentos de escarificação + calcário em relação aos dois tratamentos adicionais (D20.P30sc e ARAÇÃO). Quanto à variável índice de colheita percebe-se que no tratamento D20.P30sc o valor médio obtido foi destoante e inferior a todos os demais, indicando que a planta se desenvolveu, mas não conseguiu produzir proporcionalmente. Desta maneira pode-se inferir que os tratamentos experimentais de preparo do solo proporcionaram alguma resposta à calagem, sendo que esta aparentemente foi maior quando o preparo do solo foi realizado com escarificador. É provável que um dos fatores determinantes para que a produção obtida nas parcelas do tratamento ARAÇÃO tenha sido inferior a das combinações de escarificador + calcário esteja relacionada às faixas compactadas encontradas a partir da camada de 10 - 15 cm de profundidade no perfil do solo (FIGURA 2).

#### 4.4. Incorporação e distribuição de partículas plásticas em um Latossolo Vermelho-Escuro

##### Húmico após o preparo primário do solo com arado de discos e escarificador

Para auxiliar na visualização do efeito dos tratamentos experimentais sobre a distribuição espacial das partículas plásticas após cada preparo do solo, os resultados encontram-se expressos na forma de percentagem em relação ao número total de partículas recuperadas.

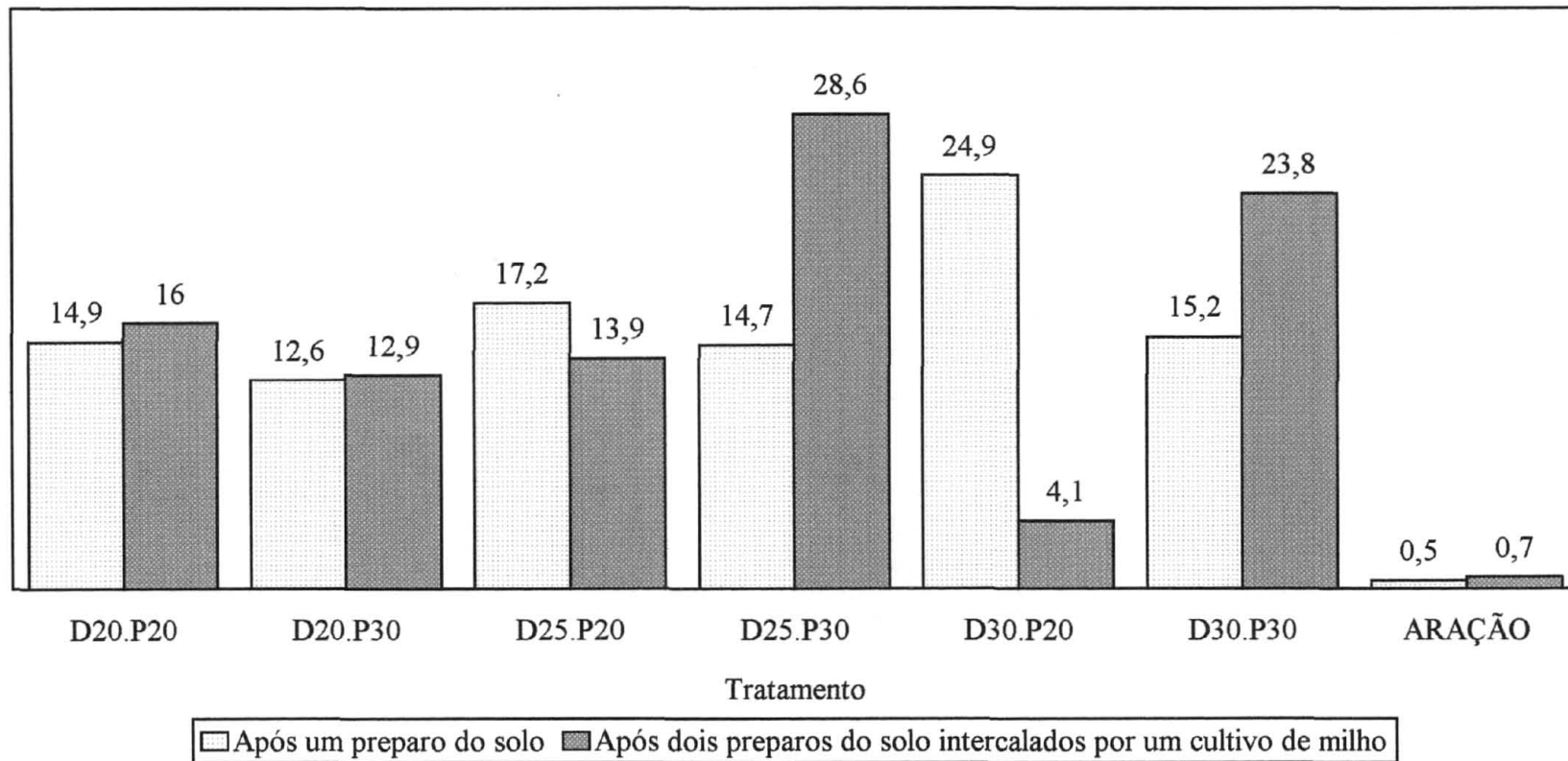
É fato relevante que as reduzidas dimensões das parcelas experimentais (70 x 40 cm) acarretaram dificuldades no momento da escolha dos pontos de amostragem, tendo em vista que os diferentes tratamentos de preparo do solo provocaram um arrastamento desigual das partículas plásticas para fora da área delimitada. Por este motivo, o critério adotado para definir os locais de amostragem foi a seleção visual de áreas com a maior densidade superficial de partículas e que estivessem situadas o mais próximo possível da área original da parcela.

Ao analisar os dados do experimento deve-se sempre levar em consideração que nestes resultados está imbutida a influência do preparo secundário com grade niveladora, notadamente nas camadas mais próximas à superfície do solo. Entretanto, como esta operação é parte integrante dos sistemas de preparo do solo que promovem o aumento da rugosidade superficial, optou-se pela sua utilização.

#### 4.4.1. Permanência de partículas plásticas na superfície de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após o preparo primário do solo com arado de discos e escarificador

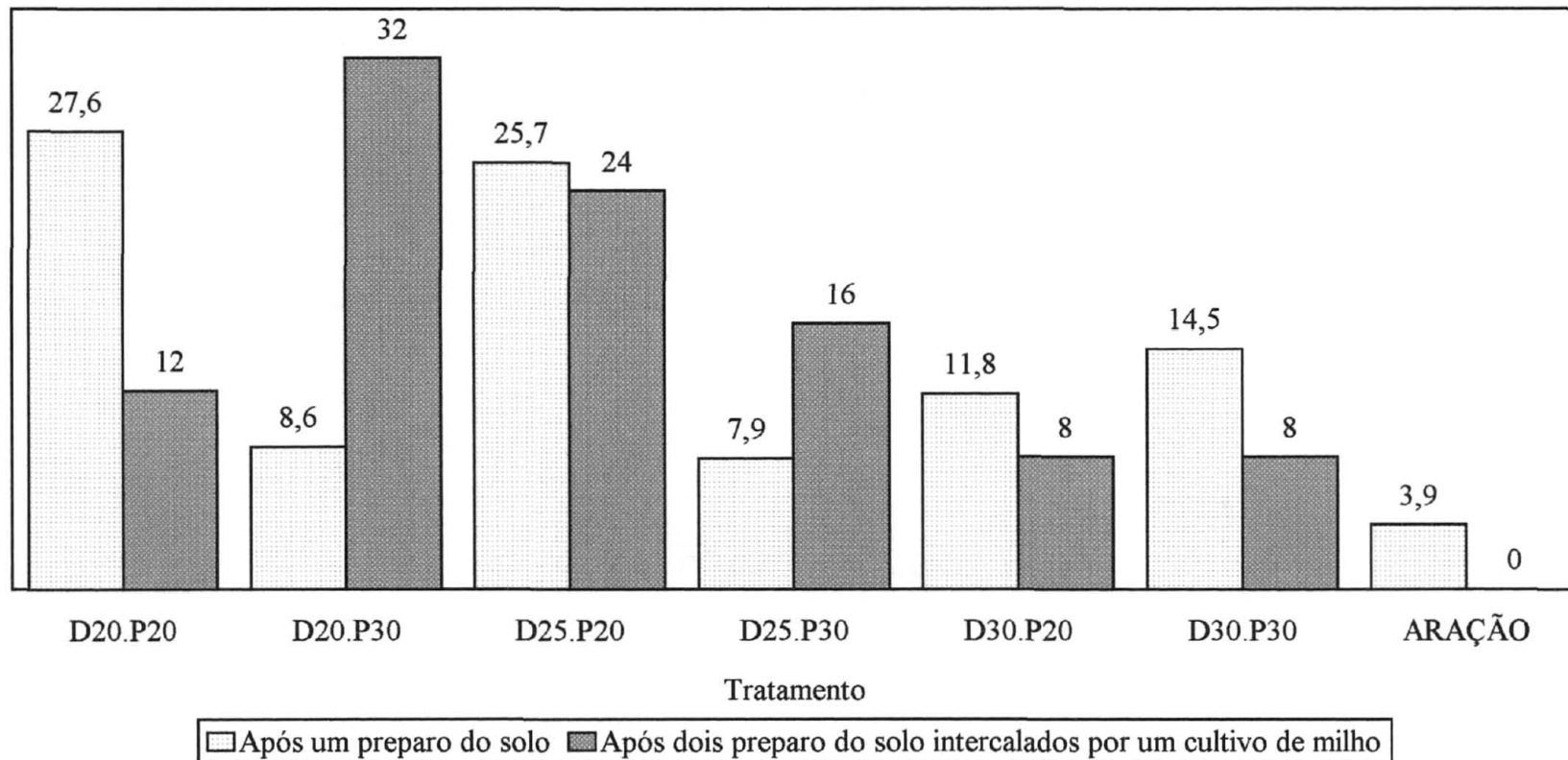
Observa-se na FIGURA 5 que o efeito do preparo do solo sobre o comportamento das partículas plásticas de 10 cm de comprimento resultou em valores relativamente próximos para a maior parte dos tratamentos com escarificação, notadamente após o primeiro preparo do solo. Já para as partículas de 0,25 cm de diâmetro, na FIGURA 6, a variabilidade dos resultados foi de certa maneira desconcertante e injustificada, caracterizando a dificuldade encontrada para redefinir os locais de amostragem após a passagem dos implementos. Entretanto, apesar destas diferenças é possível verificar alguma coerência nestes resultados quando são comparados aos do tratamento ARAÇÃO. Percebe-se então, que as amostras retiradas na superfície das parcelas dos tratamentos em que foi utilizado o escarificador como

FIGURA 5 - RELAÇÃO PERCENTUAL DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS DE 10 cm QUE PERMANECERAM NA SUPERFÍCIE DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO APÓS O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE GRADAGEM.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm)

FIGURA 6 - RELAÇÃO PERCENTUAL DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS DE 0,25 cm QUE PERMANECERAM NA SUPERFÍCIE DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO APÓS O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE GRADAGEM.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm)

implemento de preparo sempre apresentaram um percentual de recuperação de partículas plásticas superior ao do tratamento ARAÇÃO. Isto apresenta-se como vantagem quando há interesse na permanência de restos de cultura na superfície do solo (MAZUCHOWSKI & DERPSCH, 1984).

Para a execução da análise da variância os dados da variável partículas plásticas que permaneceram na superfície do solo foram transformados pela expressão  $(x + 0,5)^{1/2}$ . Este artifício possibilitou a inclusão dos resultados de amostras que apresentaram valor nulo e também provocou a redução do elevado coeficiente de variação proporcionado pelos dados originais. A exemplo do que ocorreu no experimento de incorporação de calcário ao solo, é provável que a inexistência de diferenças estatisticamente significativas para a fonte de variação posição horizontal de amostragem dentro de tratamento (ANEXO V a VIII), seja em grande parte consequência da gradagem niveladora. Com a aplicação do teste de Duncan para a comparação das médias, confirma-se que: (i) o tratamento ARAÇÃO foi o único que em todos os casos proporcionou a manutenção de menor quantidade de partículas plásticas na superfície do solo; (ii) nos tratamentos em que o implemento de preparo primário do solo foi o escarificador, a quantidade de partículas de 10 cm remanescentes na superfície não diferiu estatisticamente após a execução do primeiro preparo do solo, tornando-se os dados menos uniformes e diferindo estatisticamente entre si após o segundo preparo; (iii) quanto às partículas de 0,25 cm percebe-se que houve grande diversidade de resultados, permitindo aventar que estas foram mais afetadas pelo arrastamento superficial ocasionado pelos implementos de preparo do solo, dispersando-se numa intensidade maior do que as partículas de 10 cm.

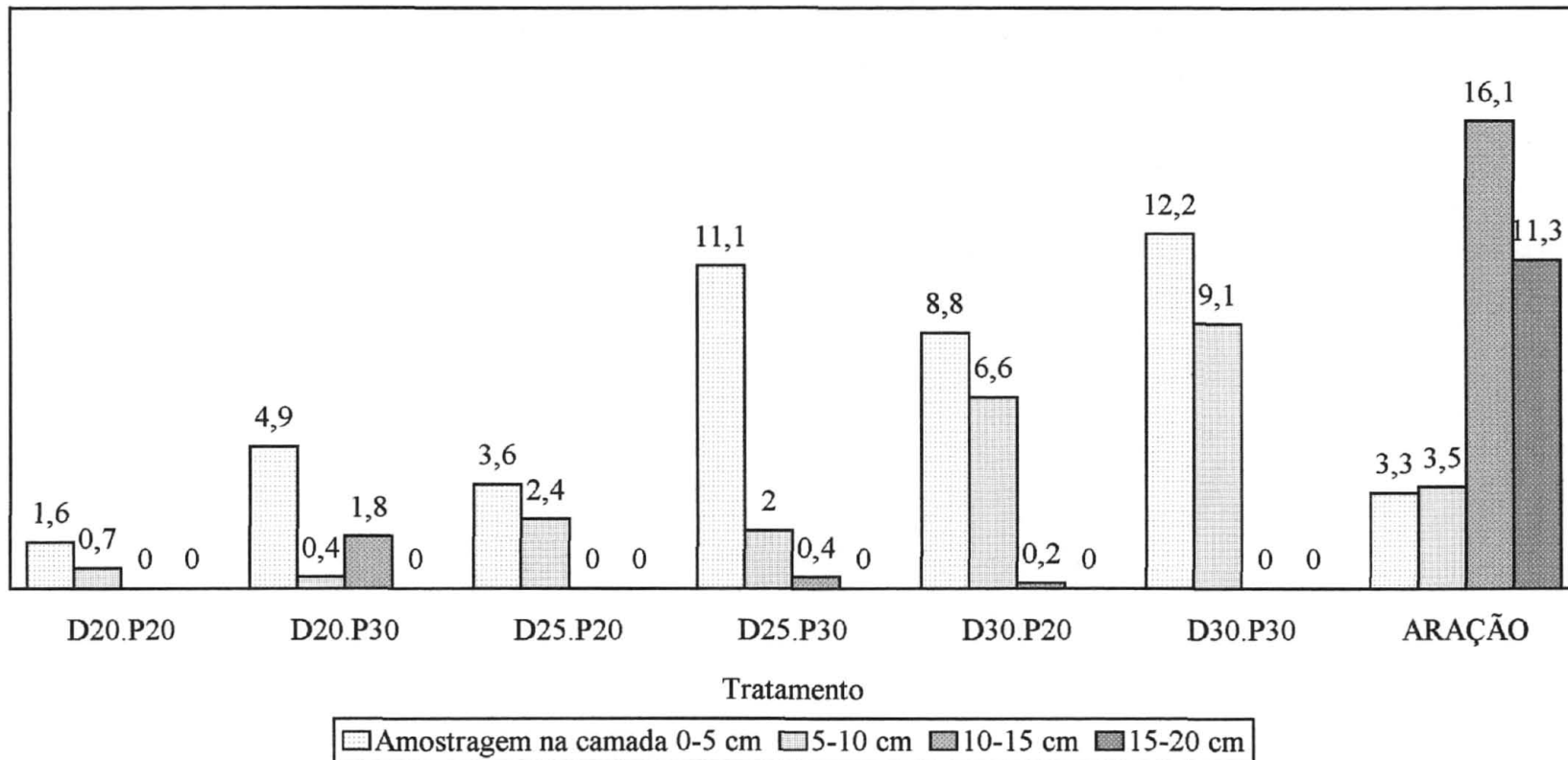
#### 4.4.2. Partículas plásticas incorporadas no perfil de um Latossolo Vermelho-Escuro Húmico após o preparo primário do solo com arado de discos e escarificador

Tomando-se os valores percentuais de partículas plásticas recuperadas após incorporação ao solo e considerando os dois preparos (FIGURAS 7 a 10), observa-se que a relação entre os tratamentos foi até mais inconstante e variável do que aquela ocorrida na superfície, dificultando a interpretação dos resultados.

Para efetivação da análise estatística os valores tabulados também foram transformados pela expressão  $(x + 0,5)^{1/2}$  e, ainda assim, os coeficientes de variação foram bastante elevados. Não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para os fatores considerados, sendo que a profundidade de amostragem foi a única fonte de variação que apresentou diferenças estatisticamente significativas (ANEXO IX a XII).

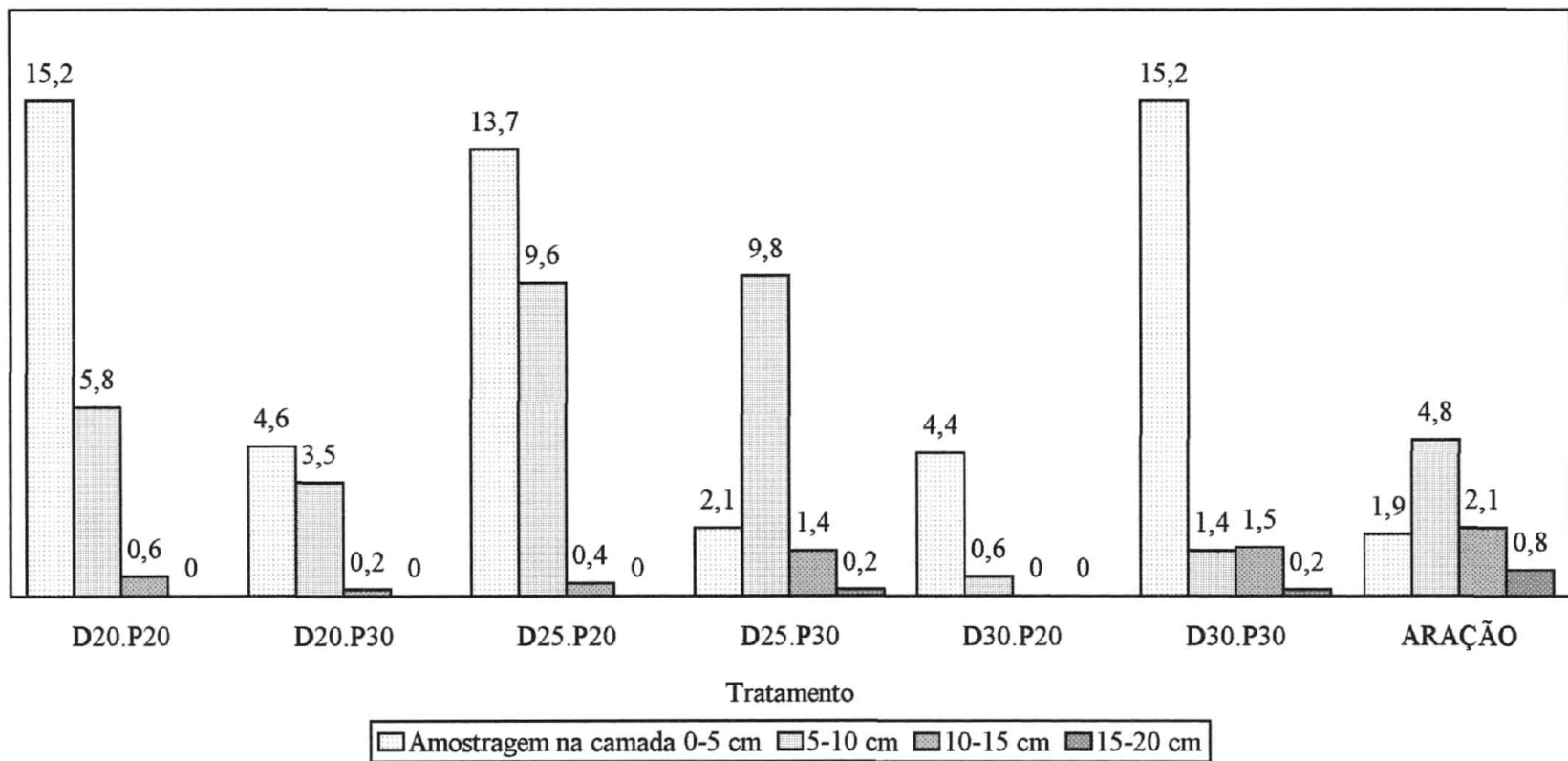
A exemplo do que ocorreu no experimento de incorporação do calcário e foi detectado através da análise de pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 M, foram encontradas partículas plásticas somente até os 20 cm de profundidade no perfil do solo, repetindo-se a mesma observação nos dois preparos aplicados. Como as dimensões das parcelas do experimento em que se avaliou a incorporação do calcário eram bem maiores e as partículas do corretivo bem menores do que as partículas plásticas utilizadas, é certo que a interferência do arrastamento pelo implemento de preparo, no primeiro caso, não foi sentida nos resultados finais obtidos. Apesar disto, é possível detectar-se semelhanças na tendência das curvas traçadas a partir dos valores de pH (FIGURA 3) e dos valores de partículas recuperadas após ambos os preparos do solo (FIGURAS 7 a 10). De uma maneira geral, os tratamentos com escarificador efetivamente incorporaram uma quantidade maior de partículas até os 10 cm de profundidade, enquanto que

FIGURA 7 - RELAÇÃO PERCENTUAL DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS DE 10 cm INCORPORADAS NO PERFIL DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO ATRAVÉS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm)

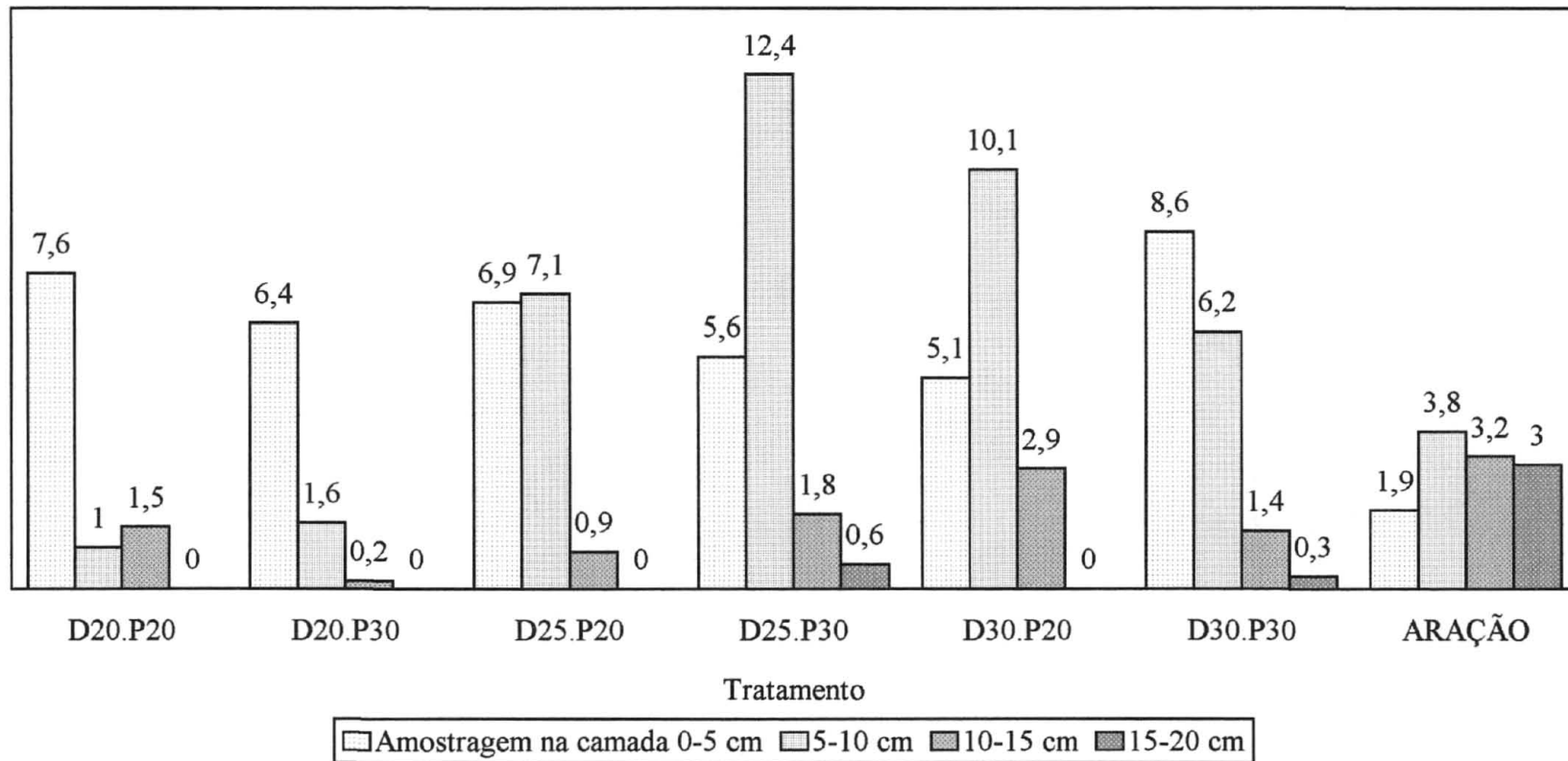
FIGURA 8 - RELAÇÃO PERCENTUAL DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS DE 10 cm INCORPORADAS NO PERFIL DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO APÓS DOIS PREPAROS DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE GRADAGEM E INTERCALADOS POR UM CULTIVO DE MILHO.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm)

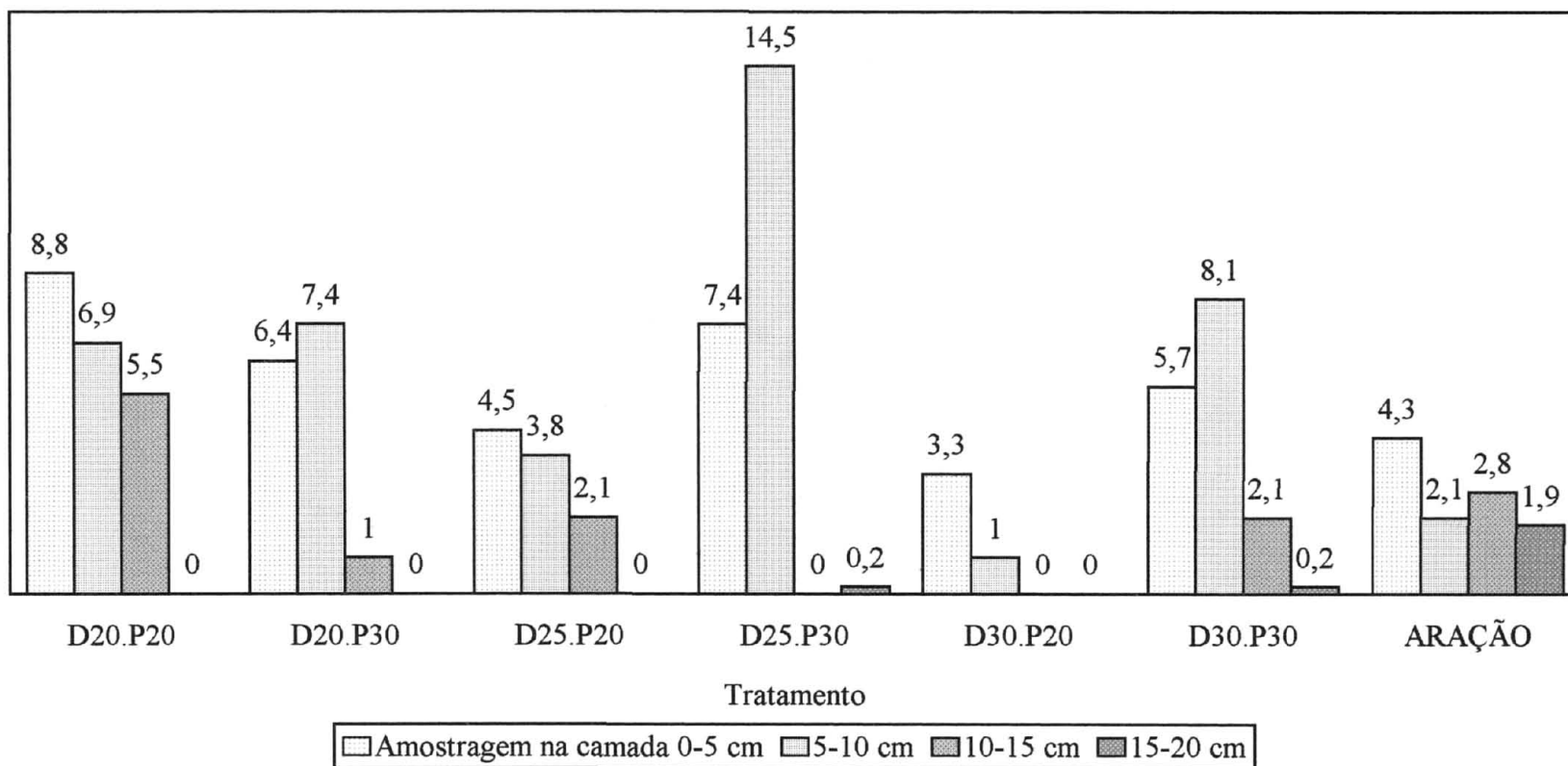


FIGURA 9 - RELAÇÃO PERCENTUAL DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS DE 0,25 cm INCORPORADAS NO PERFIL DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO ATRAVÉS DO PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm)

FIGURA 10 - RELAÇÃO PERCENTUAL DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS DE 0,25 cm INCORPORADAS NO PERFIL DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO APÓS DOIS PREPAROS DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE GRADAGEM E INTERCALADOS POR UM CULTIVO DE MILHO.



D = distância entre hastes do escarificador (cm); P = profundidade de trabalho (cm)

o tratamento ARAÇÃO diferiu ligeiramente, concentrando as partículas na camada de 5 a 20 cm. Não percebe-se também tendência para uma maior deposição de partículas no fundo do sulco de aração, conforme observado por HULBURT & MENZEL (1953) em trabalho semelhante utilizando arado de aivecas.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos pode-se concluir que:

- a) O preparo do solo através da escarificação e da aração, mais uma gradagem niveladora, não promoveu suficientes alterações ao longo do perfil que resultasse em efeitos significativamente diferentes para as variáveis avaliadas. A quantidade de partículas plásticas que permaneceram na superfície após a escarificação foi numericamente superior à promovida pela aração;
- b) As diferentes formas de preparo do solo promoveram uma redução mais acentuada nos valores de índice de cone na camada de 0 a 15 cm de profundidade;
- c) A incorporação de calcário através da escarificação a 20 ou 30 cm de profundidade, mais uma gradagem niveladora, não apresentou diferenças significativas e foi seguida de uma elevação dos valores de pH restrita à camada de 0 a 20 cm no perfil;
- d) Houve tendência da produtividade de milho ser maior nas parcelas onde foi distribuído e incorporado calcário, assim como naquelas em que foi utilizada a escarificação como forma de preparo primário do solo.

## 6. RECOMENDAÇÃO

As dimensões das parcelas do experimento em que foi avaliado o comportamento de partículas plásticas, mostrou-se insuficiente para proporcionar resultados mais evidentes e que permitam avaliar com segurança as diferentes formas de preparo do solo. Sugere-se que sejam utilizadas as mesmas dimensões da parcela do experimento em que foi avaliada a incorporação de calcário.

De uma maneira geral, seria recomendável a repetição dos experimentos em solos de características químicas e físicas diferentes destes utilizados, oportunizando confirmar e/ou complementar os resultados ora obtidos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, J.R. Considerações sobre métodos de aplicação e incorporação de calcário em cultivos anuais. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n. 38, p. 3-19, 1979.
- ADAMS, F.; PEARSON, R.W. Neutralizing soil acidity under bermudagrass sod. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 33, n. 5, p. 737-742, 1969.
- ANGHINONI, I. Modo de aplicação de corretivos da acidez do solo para culturas anuais e perenes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO ( XV : 1982 : Campinas). **Anais...** Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 97-108.
- ANGHINONI, I. Época e métodos de aplicação de corretivos nos solos. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO. (II : 1989 : Santa Maria). **Anais...** Santa Maria : Edições UFSM, 1989. p. 130-150.
- AUBERTIN, G.M.; KARDOS, L.T. Root growth through porous media under controlled conditions. I. Effect of pore size and rigidity. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 29, n. 3, p. 290-293, 1965.
- BARBER, S.A. Liming materials and practices. In: ADAMS, F. **Soil acidity and liming**. 2 ed. Madison : American Society of Agronomy, 1984. p. 171-209.
- BARLEY, K.P.; GREACEN, E.L. Mechanical resistance as a soil factor influencing the growth of roots and underground shoots. **Advances in Agronomy**, New York, v. 19, p. 1-43, 1967.
- BAUDER, J.W.; RANDALL, G.W.; SWANN, J.B. Effect of four continuous tillage systems on mechanical impedance of a Clay Loam Soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, n. 4, p. 802-806, 1981.
- BELTRAME, L.F.S.; GONDIM, L.A.P.; TAYLOR, J.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, n. 3, p. 145-149, 1981.
- BLAKE, G.R.; NELSON, W.W.; ALLMARAS, R.R. Persistence of subsoil compaction in a Mollisol. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 40, n. 6, p. 943-948, 1976.
- BLEVINS, R.L.; MURDOCK, L.W.; THOMAS, G.W. Effect of lime application on no-tillage and conventionally tilled corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 2, p. 322-326, 1978.
- BOONE, F.R. Weather and other environmental factors influencing crop responses to tillage and traffic. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 11, n. 3-4, p. 283-324, 1988.

- BOWEN, H.D. Alleviating mechanical impedance. In : ARKIN, G.F.; TAYLOR, H.M. (ed.). **Modifying the root environment to reduce crop stress**. St. Joseph : American Society of Agricultural Engineers, 1981. p. 21-57.
- BOWERS, W.; BATEMAN, H.P. Research studies of minimum tillage. **Transactions of the American Society Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 3, n. 2, p. 1-3, 1960.
- BROWN, B.A.; MUNSELL, R.I. Soil acidity at various depths as influenced by time since application, placement, and amount of limestone. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 3, p. 217-221, 1938.
- CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In : BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (ed.). **Cultura do Milho. Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba : POTAFOS, 1993. p. 147-196.
- CARTER, M.R. Penetration resistance to characterize the depth and persistence of soil loosening in tillage studies. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 68, n. 4, p. 657-668, 1988.
- CASSEL, D.K. Spatial and temporal variability of soil physical properties following tillage of Norfolk Loamy Sand. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, n. 2, p. 196-201, 1983.
- CASSEL, D.K.; BOWEN, H.D.; NELSON, L.A. An evaluation of mechanical impedance for three tillage treatments on Norfolk Sandy Loam. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 42, n. 1, p. 116-120, 1978.
- CASSEL, D.K.; NELSON, L.A. Variability of mechanical impedance in a tilled one-hectare field of Norfolk Sandy Loam. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 43, n. 3, p. 450-455, 1979.
- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 263-266, 1985.
- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I.; FERNANDES, F.M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 267-270, 1985.
- CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J.; SCOPEL, I. Caracterização do impedimento mecânico em um Latossolo Roxo do Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 323-327, 1983.
- COMIN, J.J. **Desenvolvimento radicular do milho (*Zea Mays* L.) e da soja (*Glycine max* L.) em um Latossolo Vermelho-Escuro após a implantação do plantio direto**. Curitiba, 1992. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2. ed. Passo Fundo : SBPC-Núcleo Regional Sul / EMBRAPA-CNPFT, 1989.
- CONYERS, M.K.; DAVEY, B.G. Observations on some routine methods for soil pH determination. **Soil Science**, Baltimore, v. 145, n. 1, p. 29-36, 1988.
- COULOMB, I.; CANEIL, J.; MANICHON, H. Comportement du sol au labour: méthode d'analyse et évaluation des conséquences de l'état initial du sol sur l'état transformé par le labour. **Agronomie**, Paris, v. 13, n. 1, p. 45-56, 1993.
- COUSENS, R.; MOSS, S.R. A model of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil. **Weed Research**, Oxford, v. 30, n. 1, p. 61-70, 1990.
- DAVIDSON, D.T. Penetrometer measurements. In : BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARK, F.E. **Methods of soil analysis. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison : American Society of Agronomy, 1965. p. 472-484.
- DAVIES, B.E. A statistical comparison of pH values of some English soils after measurement in both water and 0,01 M calcium chloride. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 35, n. 4, p. 551-552, 1971.
- DE KIMPE, C.R.; BERNIER-CARDOU, M.; JOLICOEUR, P. Compaction and settling of Quebec soils in relation to their soil-water properties. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 62, n. 1, p. 165-175, 1982.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N. KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1991.
- DEXTER, A.R. Compression of soil around roots. **Plant and Soil**, The Hage, v. 97, n. 3, p. 401-406, 1987.
- DONAHUE, R.L.; MILLER, R.W.; SHICKLUNA, J.C. **An introduction to soils and plant growth**. 4. ed. New Jersey : Prentice Hall, 1977.
- DOSS, B.D.; DUMAS, W.T.; LUND, Z.F. Depth of lime incorporation for correction of subsoil acidity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 4, p. 541-544, 1979.
- EDWARDS, J.H.; KAMPRATH, E.J. Zinc accumulation by corn seedlings as influenced by phosphorus, temperature, and light intensity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n. 4, p. 479-482, 1974.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro : EMBRAPA / SNLCS, 1979.



- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário em solos do Estado de Santa Catarina. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 143-150, 1986.
- EVANS, C.E.; KAMPRATH, E.J. Lime response as related to percent Al saturation, solution Al, and organic matter content. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 34, n. 6, p. 893-896, 1970.
- FAVARIN, J.L.; FANCELLI, A.L. Alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas de solos cultivados. In : ENCONTRO PAULISTA DE PLANTIO DIRETO (I : 1987 : Piracicaba). **Anais...** Piracicaba : ESALQ, 1987. p. 19-31.
- FLOCKER, W.J.; TIMM, H.; VOMOCIL, J.A. Effect of soil compaction on tomato and potato yields. **Agronomy Journal**, Madison, v. 52, n. 5, p. 345-348, 1960.
- FOY, C.D. Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. In : ADAMS, F. **Soil acidity and liming**. 2. ed. Madison : American Society of Agronomy, 1984. p. 57-97.
- GILL, W.R.; VANDEN BERG, G.E. **Soil dynamics in tillage and tractor**. Washington : Department of Agriculture, 1967.
- GODOY, H.; CORREA, A.R.; SANTOS, D. **Clima do Paraná**. Londrina : IAPAR, 1976.
- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 8. ed. Piracicaba : ESALQ, 1978.
- GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G.C.; SOARES, W.V. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an Oxisol of Central Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 43, n. 6, p. 1155-1158, 1979.
- GRANT, C.A.; BAILEY, L.D. The effect of tillage and KCl addition on pH, conductance, NO<sub>3</sub> - N, P, K and Cl distribution in the soil profile. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 74, n. 3, p. 307-314, 1994.
- GRANT, C.A.; LAFOND, G.P. The effects of tillage systems and crop rotations on soil chemical properties of a Black Chernozemic soil. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 74, n. 3, p. 301-306, 1994.
- HENDERSON, C.W.L. Sensitivity of eight cereal and legume species to the compaction status of deep, sandy soils. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 31, p. 347-355, 1991.
- HOOGMOED, W.B.; DERPSCH, R. Chisel ploughing as an alternative tillage system in Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 53-67, 1985.
- HULBURT, W.C.; MENZEL, R.G. Soil mixing characteristics of tillage implements. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v. 34, n. 10, p. 702-708, 1953.

- KAMPRATH, E.J. Crop response to lime on soils in the tropics. In : ADAMS, F. **Soil acidity and liming**. 2. ed. Madison : American Society of Agronomy, 1984. p. 349- 368.
- KAYOMBO, B.; LAL, R.; MREMA, G.C.; JENSEN, H.E. Characterizing compaction effects on soil properties and crop growth in southern Nigeria. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 21, n. 3-4, p. 325-345, 1991.
- LARSON, W.E. Soil parameters for evaluating tillage needs and operations. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 28, n. 1, p. 118-122, 1964.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v. 1, p. 277-294, 1985.
- LONGENECKER, D.; MERKLE, F.G. Influence of placement of lime compounds on root development and soil characteristics. **Soil Science**, Baltimore, v. 73, n. 1, p. 71-74, 1952.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola. Nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo : Editora Agronômica Ceres, 1976
- MARTINO, D.L.; SHAYKEWICH, C.F. Root penetration profiles of wheat and barley as affected by soil penetration resistance in field conditions. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 74, n. 2, p. 193-200, 1994.
- MAZUCHOWSKI, J.Z.; DERPSCH, R. **Guia de preparo do solo para culturas anuais mecanizadas**. Curitiba : ACARPA, 1984.
- McLEAN, E.O.; DUNFORD, S.W.; CORONEL, F.A. A comparison of several methods of determining lime requirements of soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 30, n. 1, p 26-30, 1966.
- MOSCHLER, W.W.; MARTENS, D.C.; RICH, C.I.; SHEAR, G.M. Comparative lime effects on continuous no-tillage and conventionally tilled corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, n. 5, p. 781-783, 1973.
- MULQUEEN, J.; STAFFORD, J.V.; TANNER, D.W. Evaluating penetrometers for measuring soil strength. **Journal of Terramechanics**, New York, v. 14, p. 137-151, 1977.
- ONI, K.C.; ADEOTI, J.S. Tillage effects on differently compacted soil and on cotton yield in Nigeria. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 8, p. 89-100, 1986.
- O'SULLIVAN, M.F.; DICKSON, J.W.; CAMPBELL, D.J. Interpretation and presentation of cone resistance data in tillage and traffic studies. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 137-148, 1987.
- PEARSON, R.W.; CHILDS, J.; LUND, Z.F. Uniformity of limestone mixing in acid subsoil as a factor in cotton root penetration. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 37, n. 5, p. 727-732, 1973.

- PEECH, M. Hydrogen-ion activity. In : BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARCK, F.E. **Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties**. Madison : American Society of Agronomy : 1965. p. 914-926.
- PHILLIPS, R.E.; KIRKHAM, D. Soil compaction in the field and corn growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 54, n. 1, p. 29-34, 1962.
- QUAGGIO, J.A. Reação do solo e seu controle. In : SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. (1986 : Piracicaba). **Anais...** Piracicaba : Fundação Cargill, 1986. p. 53-89.
- ROSOLEM, C.A.; VALE, L.S.R.; GRASSI FILHO, H.; MORAES, M.H. de. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e compactação do solo. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 491-497, 1994.
- RUSSEL, E.J.; RUSSEL, E.W. **Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas**. Madrid : Ed. Aguillar, 1959.
- SCHERER, E.E.; LANZER, E.A.; ECHEVERRIA, L.C.R.; BARTZ, H.R. **Dinâmica da correção da acidez do solo e seus efeitos na produção de milho**. Florianópolis : EMPASC, 1984.
- SCHOFIELD, R.K.; TAYLOR, A.W. The measurement of soil pH. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 19, n. 2, p. 164-167, 1955.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 249-254, 1985.
- SIDIRAS, N.; VIEIRA, M.J. Comportamento de um Latossolo Roxo Distrófico, compactado pelas rodas do trator na semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 10, p. 1285-1293, 1984.
- SOANE, B.D. The role of organic matter in soil compactibility: A review of some practical aspects. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 16, n. 3-4, p. 179-201, 1990.
- SOANE, B.D.; BLACKWELL, P.S.; DICKSON, J.W.; PAINTER, D.J. Compaction by agricultural vehicles: A review. II. Compaction under tires and other running gear. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 1, n. 3, p. 373-400, 1981.
- SOANE, B.D.; PIDGEON, J.D. Tillage requirement in relation to soil physical properties. **Soil Science**, Baltimore, v. 119, n. 5, p. 376-384, 1975.
- SOUZA, D.M.G. de; RITCHEY, K.D. Correção de acidez sub-superficial: uso de gesso no solo de cerrado. In : SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (1986 : Piracicaba). **Anais...** Piracicaba : Fundação Cargill, 1986. p. 91- 113.

- STARICKA, J.A.; ALLMARAS, R.R.; NELSON, W.W. Spatial variation of crop residue incorporated by tillage. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 55, n. 6, p. 1668-1674, 1991.
- STARICKA, J.A.; ALLMARAS, R.R.; NELSON, W.W.; LARSON, W.E. Soil aggregate longevity as determined by incorporation of ceramic spheres. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, n. 5, p. 1591-1597, 1992.
- STARICKA, J.A.; BURFORD, P.M.; ALLMARAS, R.R.; NELSON, W.W. Tracing vertical distribution of shattered seeds as related to tillage. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, n. 6, p. 1131-1134, 1990.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of Statistics - A Biometrical approach**. 2. ed. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1980.
- STOLZY, L.H.; BARLEY, K.P. Mechanical resistance encountered by roots entering compact soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 105, n. 5, p. 297-301, 1968.
- STOSKOPF, N.C. **Understanding crop production**. Reston : Reston Publishing Company, 1981.
- STUKENHOLTZ, D.D.; OLSEN, R.J.; COGAN, G.; OLSON, R.A. On the mechanism of phosphorus-zinc interaction in corn nutrition. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 30, n. 6, p. 759-763, 1966.
- SWARTZENDRUBER, D.; BARBER, S.A. Dissolution of limestone particles in soil. **Soil Science**, Baltimore, v. 100, n. 4, p. 287-291, 1965.
- TAYLOR, H.M.; GARDNER, H.R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content, and strength of soil. **Soil Science**, Baltimore, v. 96, n. 3, p. 153-156, 1963.
- TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER Jr., J.J. Soil strength-root penetration relations for medium- to coarse-textured soil materials. **Soil Science**, Baltimore, v. 102, n. 1, p. 18-22, 1966.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1990.
- THOMAS, G.W.; HARGROVE, W.L. The chemistry of soil acidity. In : ADAMS, F. **Soil acidity and liming**. 2. ed. Madison : American Society of Agronomy, 1984. p. 3-56.
- TORMENA, C.A. **Resistência à penetração e porosidade em plantio direto influenciados por preparos pré-implantação e tráfego**. Curitiba, 1991. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

- TRAN, T.S.; LIEROP, W. van. Lime requirement determination for attaining pH 5.5 and 6.0 of Coarse-textured soils using buffer-pH methods. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 46, n.5, p. 1008-1014, 1982.
- UNGER, P.W. Effects of deep tillage and profile modification on soil properties, root growth, and crop yields in the United States and Canada. **Geoderma**, Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 275-295, 1979.
- VEEN, B.W. The influence of mechanical impedance on the growth of maize roots. **Plant and Soil**, The Hage, v. 66, n. 1, p. 101-109, 1982.
- VEIGA, M. da; AMADO, T.J. Preparo do solo. In : SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**. Florianópolis : EPAGRI, 1994. p.165-187.
- VEIHMEYER, F.J.; HENDRICKSON, S. Soil density and root penetration. **Soil Science**, Baltimore, v. 65, n. 6, p. 487-493, 1948.
- VOORHEES, W.B. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced soil compaction. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, n.1, p. 129-133, 1983.
- VOORHEES, W.B.; EVANS, S.D.; WARNES, D.D. Effect of preplant wheel traffic on soil compaction, water use, and growth of spring wheat. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 49, n. 1, p. 215-220, 1985.
- VOORHEES, W.B.; FARRELL, D.A.; LARSON, W.E. Soil strength and aeration effects on root elongation. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 39, n. 6, p. 948-953, 1975.
- VOORHEES, W.B.; SENST, C.G.; NELSON, W.W. Compaction and soil structure modification by wheel traffic in the Northern Corn Belt. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 42, n. 2, p. 344-349, 1978.
- VYN, T.J.; RAIMBAULT, B.A. Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 5, p. 1074-1079, 1993.
- WALKER, T.W. The estimation of liming requirements of soils: Soil and crop yield data from Hayes Adams and other liming experiments. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 3, n. 2, p. 261-278, 1952.
- WIERSUM, L.K. The relationship of the size and structural rigidity of pores to their penetration by roots. **Plant and Soil**, The Hage, v. 9, n. 1, p. 75-85, 1957.

## A N E X O S

ANEXO I - ANÁLISE CONJUNTA DA VARIÂNCIA DOS VALORES DE  
ÍNDICE DE CONE.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Bloco	2	2,9527	1,4764	----	
Índice de cone antes	1	0,3135	0,3135	4,55	*
Distância entre hastes do escarificador (FA)	2	0,7560	0,3780	1,16	ns
Profundidade de trabalho (FB)	1	1,2028	1,2028	3,70	#
FA * FB	2	1,3656	0,6828	2,10	ns
Tratamentos adicionais	1	0,0803	0,0803	0,25	ns
Posição horizontal de amostragem	38	12,3486	0,3250	1,52	*
Profundidade de amostragem	274	58,5992	0,2139	3,10	**
Resíduo	634	43,7041	0,0689	----	

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

# Significativo ao nível de 10% de probabilidade

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 0,67

C.V. = 39,2%

ANEXO II - ANÁLISE CONJUNTA DA VARIÂNCIA DOS VALORES DE  
pH EM CaCl<sub>2</sub> 0,01 M.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	4,4083	1,1021	----
Distância entre hastes do escarificador (FA)	2	0,2671	0,1335	0,036 ns
Profundidade de trabalho (FB)	1	2,7051	2,7051	0,7266 ns
FA * FB	2	0,1561	0,0780	0,021 ns
Tratamentos adicionais	1	16,2164	16,2164	4,3556 **
Profundidade de amostragem	32	119,1387	3,7231	35,8680 **
Posição horizontal de amostragem	80	8,3051	0,1038	0,7655 ns
Resíduo	472	64,013	0,1356	----

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade  
ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 4,54

C.V. = 8,11%



ANEXO III - ANÁLISE CONJUNTA DOS VALORES DE PRODUÇÃO  
DA CULTURA DO MILHO.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	246.568,685	61.642,171	----
Distância entre hastes do escarificador (FA)	2	14.352,220	7.176,110	0,147 ns
Profundidade de trabalho (FB)	1	9.597,270	9.597,270	0,197 ns
FA * FB	2	111.848,385	55.924,193	1,146 ns
Tratamentos adicionais	1	12.343,277	12.343,277	0,253 ns
Resíduo	24	1.171.084,948	48.795,206	----

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 1.206,44

C.V = 18,31%

ANEXO IV - ANÁLISE CONJUNTA DA VARIÂNCIA DOS VALORES DE  
ÍNDICE DE COLHEITA DA CULTURA DO MILHO.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	4	165,303	41,326	----
Distância entre hastes do escarificador (FA)	2	53,335	26,668	1,55 ns
Profundidade de trabalho (FB)	1	20,025	20,025	1,17 ns
FA * FB	2	12,594	6,297	0,367 ns
Tratamentos adicionais	1	100,299	100,299	5,848 *
Resíduo	24	411,61	17,150	----

\* Significativo ao nível de 5%

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 42,165

C.V. = 9,82%

ANEXO V - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS  
DE 10 cm QUE PERMANECERAM NA SUPERFÍCIE DO SOLO  
APÓS O PRIMEIRO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Bloco	2	21,28	10,64	----	
Tratamento	6	94,83	15,80	4,07	*
Posição horizontal de amostragem	14	54,40	3,89	1,11	ns
Resíduo	40	140,14	3,50	----	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade  
ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 3,82

C.V. = 49,01%

Tratamento	Média
D20.P20	4,21 a
D20.P30	3,72 a
D25.P20	4,46 a
D25.P30	4,01 a
D30.P20	5,12 a
D30.P30	4,24 a
ARAÇÃO	0,98 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,1$ ).

ANEXO VI - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS  
DE 10 cm QUE PERMANECERAM NA SUPERFÍCIE DO SOLO  
APÓS O SEGUNDO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Bloco	2	5,01	2,51	----	
Tratamento	6	29,82	4,97	12,20	**
Posição horizontal de amostragem	14	5,70	0,41	1,04	ns
Resíduo	40	15,68	0,39	----	

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 1,95

C.V. = 32,05%

Tratamento	Média	
D20.P20	2,11	b
D20.P30	1,81	b
D25.P20	2,05	b
D25.P30	2,93	a
D30.P20	1,26	c
D30.P30	2,69	a
ARAÇÃO	0,82	c

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,1$ ).

ANEXO VII - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS  
DE 0,25 cm QUE PERMANECERAM NA SUPERFÍCIE DO SOLO  
APÓS O PRIMEIRO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Bloco	2	12,84	6,42	----	
Tratamento	6	6,21	1,03	2,87	*
Posição horizontal de amostragem	14	5,05	0,36	0,73	ns
Resíduo	40	19,74	0,49	----	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 1,41

C.V. = 49,95%

Tratamento	Média	
D20.P20	1,94	a
D20.P30	1,25	b c
D25.P20	1,77	a b
D25.P30	1,16	c
D30.P20	1,33	b c
D30.P30	1,41	b c
ARAÇÃO	0,88	c

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,1$ ).

## ANEXO VIII - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS

DE 0,25 cm QUE PERMANECERAM NA SUPERFÍCIE DO SOLO

APÓS O SEGUNDO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$ 

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	0,12	0,06	----
Tratamento	6	0,76	0,13	4,90 **
Posição horizontal de amostragem	14	0,36	0,026	0,27 ns
Resíduo	40	3,82	0,095	----

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 0,89

C.V. = 34,88%

Tratamento	Média	
D20.P20	0,88	b c
D20.P30	1,07	a
D25.P20	0,98	a b
D25.P30	0,92	b c
D30.P20	0,82	c d
D30.P30	0,82	c d
ARAÇÃO	0,71	d

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,1$ ).

ANEXO IX - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS  
DE 10 cm RECUPERADAS NO PERFIL DO SOLO APÓS O  
PRIMEIRO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Bloco	2	7,87	3,94	----	
Tratamento	6	23,87	3,98	1,37	ns
Profundidade de amostragem	21	61,11	2,91	7,50	**
Posição horizontal de amostragem	56	21,74	0,39	0,54	ns
Resíduo	166	119,79	0,72	----	

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade  
ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 1,22

C.V. = 69,49%

ANEXO X - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS  
DE 10 cm RECUPERADAS NO PERFIL DO SOLO APÓS O  
SEGUNDO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	2,42	1,21	----
Tratamento	6	13,83	2,30	0,52 ns
Profundidade de amostragem	21	92,59	4,41	14,69 **
Posição horizontal de amostragem	56	16,81	0,30	0,61 ns
Resíduo	166	81,60	0,49	----

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 1,28

C.V. = 54,65%



ANEXO XI - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS  
DE 0,25 cm RECUPERADAS NO PERFIL DO SOLO APÓS O  
PRIMEIRO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Bloco	2	3,84	1,92	----	
Tratamento	6	10,84	1,81	0,26	ns
Profundidade de amostragem	21	144,01	6,86	10,17	**
Posição horizontal de amostragem	56	37,74	0,67	0,49	ns
Resíduo	166	226,99	1,37	----	

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 1,69

C.V. = 69,01%

ANEXO XII - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO NÚMERO DE PARTÍCULAS  
DE 0,25 cm RECUPERADAS NO PERFIL DO SOLO APÓS O  
SEGUNDO PREPARO.

Dados transformados para  $(x + 0,5)^{1/2}$

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	
Bloco	2	4,37	2,18	----	
Tratamento	6	10,99	1,83	0,92	ns
Profundidade de amostragem	21	41,77	1,99	7,07	**
Posição horizontal de amostragem	56	15,76	0,28	0,81	ns
Resíduo	166	57,76	0,35	----	

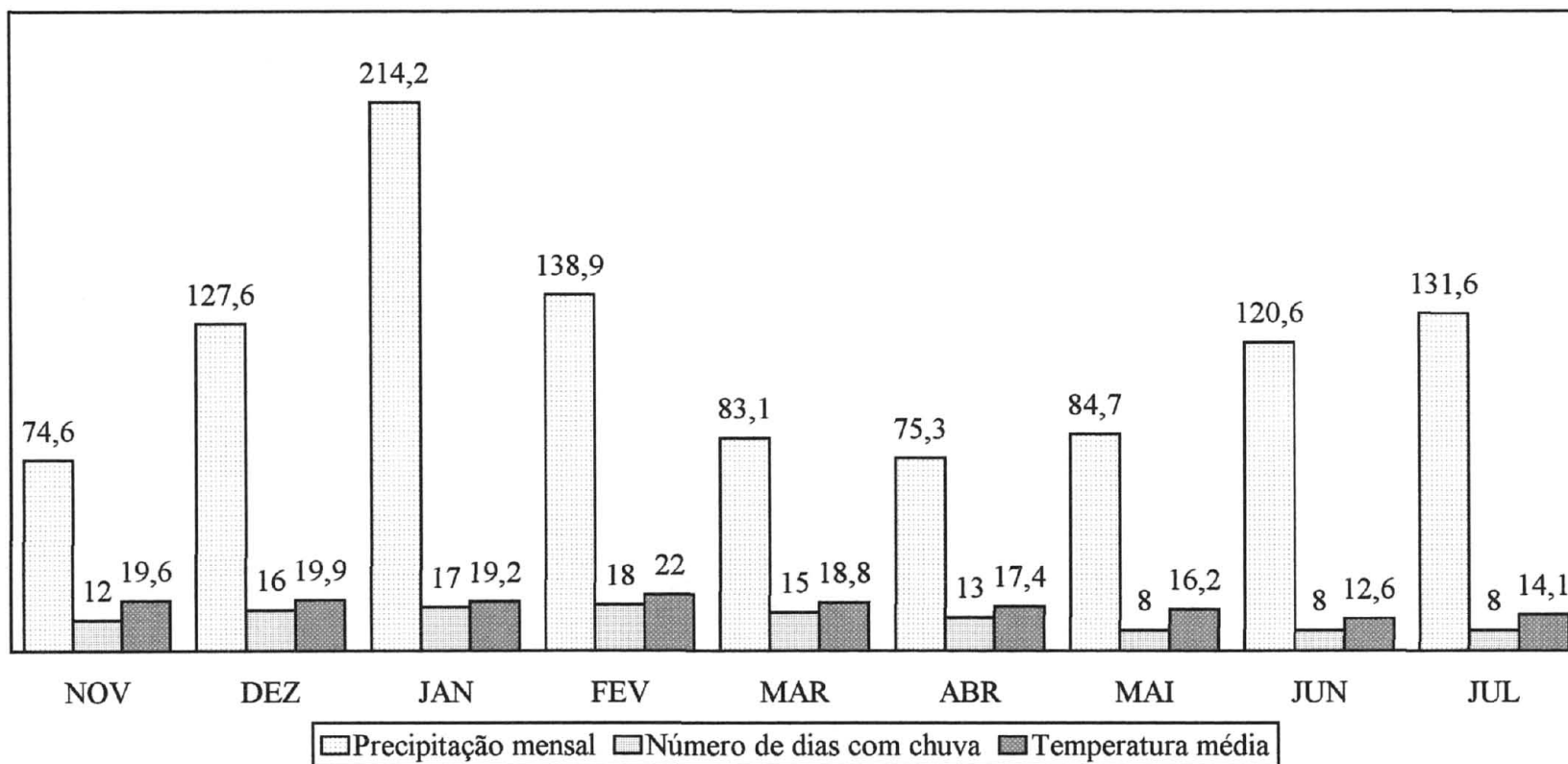
\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns Não significativo

MÉDIA GERAL = 1,26

C.V. = 46,86%

ANEXO XIII - CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) E TEMPERATURA MÉDIA (°C) NO PERÍODO DE NOVEMBRO.93 A JULHO.94, COLETADOS PELO IAPAR NO POSTO DE OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS INSTALADO NA FAZENDA EXPERIMENTAL DO CANGUIRI / UFPR, LOCALIZADA EM PIRAQUARA/PR.



Fonte: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná / IAPAR - Banco de Dados Agrometeorológico.

ANEXO XIV - ÍNDICE DE CONE (IC) EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS O TRÂNSITO DE UMA COLHEITADEIRA AUTOMOTRIZ E ANTES DO PREPARO DO SOLO

Data da avaliação: 29/OUT/93.

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D20.P20	0	5	0,79674	0,77438	0,77438
	0	10	0,84146	0,93649	0,81351
	0	15	0,71848	1,32779	0,875
	0	20	0,7073	1,24953	1,14891
	0	25	1,17686	1,25512	1,24394
	0	30	1,17686	0,96444	1,40605
	0	35	1,09301	0,84705	1,30543
	0	40	1,08183	0,86382	1,00916
	15	5	0,69053	0,77438	0,86382
	15	10	0,79115	0,74643	0,7632
	15	15	0,68494	1,27748	0,69053
	15	20	0,91413	1,59611	0,97562
	15	25	1,07065	1,35015	1,09301
	15	30	1,43959	0,99239	1,16009
	15	35	1,51226	0,69053	1,13214
	15	40	1,27748	0,76879	1,10419
	30	5	0,47811	0,00855	0,80233
	30	10	0,875	0,93649	0,89736
	30	15	0,82469	1,2663	0,90854
	30	20	0,88618	1,21599	0,91413
	30	25	0,78556	1,23276	1,24953
	30	30	1,18804	1,05388	1,35015
	30	35	1,26071	0,5396	1,0986
	30	40	0,9868	0,84705	1,00916
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,74643	1,11537	0,75761
	45	15	0,71848	1,03152	0,86941
	45	20	0,77997	1,22717	0,84705
	45	25	0,7073	1,13773	1,00357
	45	30	1,02034	1,2104	1,16568
	45	35	1,13214	0,9309	1,55139
	45	40	1,10419	0,80233	1,44518
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,64022	0,69612	0,67376
	60	15	0,66817	0,74084	0,74084
	60	20	0,7632	1,08183	0,71289
	60	25	0,99798	1,18245	0,8191
	60	30	1,28866	1,12096	1,20481
	60	35	1,46195	0,875	1,47872
	60	40	1,56816	0,72407	1,41723

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D20.P30	0	5	0,62345	0,98121	1,02034
	0	10	0,81351	1,22717	0,77997
	0	15	0,95885	1,3222	0,85264
	0	20	1,27189	1,48431	0,97562
	0	25	1,14891	1,61847	1,08742
	0	30	0,88059	1,50667	1,0427
	0	35	0,89736	1,12655	1,07624
	0	40	0,94208	0,62345	1,11537
	15	5	0,56196	0,75202	0,75761
	15	10	0,70171	1,00357	0,76879
	15	15	0,99798	1,35015	0,69612
	15	20	1,0986	1,38928	0,99239
	15	25	1,13214	1,23835	1,10419
	15	30	1,04829	1,07624	1,0986
	15	35	1,03152	1,11537	1,08183
	15	40	0,91972	0,81351	0,80792
	30	5	0,32159	0,7632	0,67376
	30	10	0,69612	0,80792	0,79115
	30	15	1,13214	1,19922	0,99798
	30	20	1,19922	1,39487	0,83028
	30	25	1,22717	1,34456	0,9868
	30	30	1,38928	1,29425	1,16009
	30	35	1,5458	1,1545	0,89177
	30	40	1,13773	1,03711	0,57873
	45	5	0,00855	0,56755	0,00855
	45	10	0,70171	0,67935	0,91972
	45	15	0,88059	1,28307	0,90854
	45	20	0,99239	1,40605	0,64022
	45	25	1,13773	1,41164	0,90295
	45	30	1,21599	1,35015	1,11537
	45	35	1,1545	1,03711	1,27189
	45	40	1,05388	0,75202	1,22717
	60	5	0,00855	0,48929	0,00855
	60	10	0,00855	0,7073	0,88618
	60	15	1,04829	1,05388	0,85264
	60	20	1,07065	1,18245	0,80233
	60	25	1,0986	1,17686	0,7632
	60	30	1,2104	1,25512	0,95326
	60	35	1,434	1,22717	1,01475
	60	40	1,42282	1,02034	0,94767

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D25.P20	0	5	0,72966	0,60668	0,8191
	0	10	0,91413	0,81351	0,89177
	0	15	1,29984	1,13214	1,01475
	0	20	1,37251	1,16009	0,97003
	0	25	1,17686	1,03711	1,05947
	0	30	0,85823	0,95326	0,91413
	0	35	0,79674	0,86382	0,82469
	0	40	1,01475	0,94208	0,80792
	15	5	0,78556	0,56755	0,9868
	15	10	0,81351	0,72966	0,79115
	15	15	1,41164	0,89177	0,85823
	15	20	1,3781	1,22717	1,0427
	15	25	0,91972	1,10978	1,22158
	15	30	0,71848	0,92531	0,90854
	15	35	0,8191	1,02034	0,77438
	15	40	0,8191	0,82469	0,86941
	30	5	0,51724	0,5396	1,09301
	30	10	0,88618	0,71289	0,97562
	30	15	1,23835	1,06506	0,77997
	30	20	1,10978	1,3222	0,90295
	30	25	1,21599	1,29425	1,38369
	30	30	0,96444	1,02034	1,33897
	30	35	0,99239	1,08742	1,13214
	30	40	0,99798	1,03711	0,91972
	45	5	0,44457	0,51165	0,65699
	45	10	0,875	0,75761	0,57873
	45	15	1,46195	1,18804	0,70171
	45	20	1,50108	1,25512	0,90295
	45	25	1,46195	1,18245	1,23276
	45	30	1,35574	1,22158	1,35015
	45	35	1,03711	1,07624	1,01475
	45	40	0,83028	1,17686	0,97562
	60	5	0,00855	0,56196	0,39985
	60	10	1,35574	0,74084	0,67376
	60	15	1,47872	1,00916	0,91413
	60	20	1,50667	1,17127	1,2104
	60	25	1,40605	1,00357	1,08183
	60	30	1,38369	0,91413	1,16568
	60	35	1,38928	0,72407	1,0986
	60	40	1,3222	0,80792	1,0427

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D25.P30	0	5	0,62345	0,73525	0,9309
	0	10	0,76879	1,14332	1,18245
	0	15	1,05947	1,2104	1,11537
	0	20	1,0986	0,79674	1,14891
	0	25	1,28307	1,19922	1,02034
	0	30	1,434	1,45077	0,77997
	0	35	1,22717	1,36692	0,74084
	0	40	0,88618	1,28866	0,68494
	15	5	0,56196	0,61786	0,73525
	15	10	0,62904	0,83587	0,72966
	15	15	1,00916	0,95326	0,85823
	15	20	1,05388	0,7632	1,27748
	15	25	1,10419	1,05947	1,40605
	15	30	1,52903	1,07624	0,99239
	15	35	1,28866	1,07065	0,8191
	15	40	1,23835	1,13214	0,73525
	30	5	0,51724	0,61786	0,55078
	30	10	0,69053	0,71848	0,76879
	30	15	1,08183	0,97562	1,29984
	30	20	1,2104	1,14332	1,51785
	30	25	0,94208	1,21599	1,42282
	30	30	1,12096	1,47872	1,40605
	30	35	1,39487	1,31661	0,73525
	30	40	1,24953	1,0986	0,7073
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,97562	0,7632	0,81351
	45	15	1,2663	0,92531	1,33897
	45	20	1,38928	1,12096	1,80853
	45	25	1,28866	0,98121	1,33897
	45	30	1,01475	0,89177	0,92531
	45	35	1,61288	0,86941	0,80233
	45	40	1,52344	0,90295	0,74084
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,95885	0,6514	0,71289
	60	15	0,84705	0,81351	0,96444
	60	20	0,86941	1,30543	1,49549
	60	25	1,13773	1,20481	1,45077
	60	30	1,11537	1,16568	1,38928
	60	35	1,30543	1,17127	0,99239
	60	40	1,31102	1,18804	0,73525

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D30.P20	0	5	0,88618	0,58432	0,66817
	0	10	0,83028	1,17127	0,69612
	0	15	1,00357	1,39487	1,03711
	0	20	1,26071	1,50108	1,07065
	0	25	1,5458	1,3781	1,10978
	0	30	1,64083	0,95885	1,05947
	0	35	1,53462	0,83028	0,86382
	0	40	1,28866	0,79115	1,07065
	15	5	0,83587	0,86382	0,91413
	15	10	0,89736	0,76879	0,85823
	15	15	0,86941	1,34456	0,71289
	15	20	1,10978	1,38369	0,9868
	15	25	1,22158	1,24394	0,88618
	15	30	1,42282	0,93649	0,97003
	15	35	1,28866	0,76879	1,11537
	15	40	1,1545	0,84146	1,1545
	30	5	0,63463	0,9309	0,97562
	30	10	0,66258	0,82469	0,89736
	30	15	1,2104	1,08742	0,62345
	30	20	1,22158	1,42841	0,875
	30	25	1,24953	1,61288	0,97003
	30	30	1,01475	1,4899	0,85823
	30	35	1,31102	1,18245	0,83587
	30	40	1,0986	0,95885	1,10978
	45	5	0,50606	0,00855	0,60109
	45	10	0,79115	0,83587	0,83028
	45	15	1,19922	0,71289	0,8191
	45	20	1,3222	0,91972	0,75761
	45	25	1,44518	1,16568	0,90854
	45	30	1,36692	1,03711	1,12655
	45	35	1,22717	1,24394	0,85264
	45	40	1,10419	1,05388	0,83587
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,7073	0,5396	0,71289
	60	15	1,11537	0,71848	1,00357
	60	20	1,26071	0,89177	1,20481
	60	25	1,10978	1,28307	1,12655
	60	30	1,22717	1,41164	0,85264
	60	35	1,27189	1,434	1,04829
	60	40	1,05388	0,99239	1,3222



Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D30.P30	0	5	0,7073	0,49488	0,52842
	0	10	0,85264	1,03152	0,63463
	0	15	1,40046	1,3222	0,7073
	0	20	1,67437	1,24953	0,95885
	0	25	1,59052	1,28866	0,89177
	0	30	1,32779	1,42282	0,75761
	0	35	1,16568	1,24394	0,63463
	0	40	0,9868	1,05947	0,7073
	15	5	0,72407	0,5396	0,67935
	15	10	1,6017	1,0427	0,84146
	15	15	1,73027	1,27748	0,70171
	15	20	1,2663	1,36133	0,76879
	15	25	1,02034	1,17686	0,83028
	15	30	1,14332	1,2104	0,90295
	15	35	1,05388	1,22717	0,9309
	15	40	0,88059	1,27748	0,97003
	30	5	0,54519	0,66258	0,71848
	30	10	1,19922	0,81351	0,6514
	30	15	1,3781	1,0986	0,75202
	30	20	1,61847	1,51226	0,8191
	30	25	1,75263	1,53462	1,00357
	30	30	1,58493	1,46195	1,18804
	30	35	1,40605	1,33897	1,26071
	30	40	0,90295	0,96444	1,03711
	45	5	0,45016	0,49488	0,6514
	45	10	0,85823	0,63463	0,66258
	45	15	1,24953	1,0427	0,72966
	45	20	1,37251	1,27748	0,7073
	45	25	1,50667	1,3222	0,85264
	45	30	1,36692	1,32779	1,07065
	45	35	1,08183	1,13214	1,27748
	45	40	0,86941	1,23276	0,90295
	60	5	0,00855	0,00855	0,5396
	60	10	0,94767	0,61786	0,70171
	60	15	0,89736	0,89177	0,69053
	60	20	1,14332	1,38928	0,74084
	60	25	1,54021	1,23276	1,23276
	60	30	1,2104	1,23276	1,36133
	60	35	0,97003	1,3222	1,22158
	60	40	0,81351	1,10419	1,16009

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D20.P30sc	0	5	0,82469	0,61786	0,55637
	0	10	0,80792	0,89736	0,62345
	0	15	1,18245	1,0427	1,27748
	0	20	1,43959	1,08183	1,45077
	0	25	1,44518	1,29425	1,44518
	0	30	1,44518	1,00357	0,58432
	0	35	1,28866	0,81351	0,55637
	0	40	1,08183	1,09301	0,7073
	15	5	0,75202	0,72966	0,79674
	15	10	0,85264	0,89177	0,86382
	15	15	1,33338	0,95326	1,03711
	15	20	1,45077	0,93649	1,40046
	15	25	1,09301	1,02034	1,67996
	15	30	1,29984	1,23835	1,64642
	15	35	1,23276	1,40605	1,35574
	15	40	1,29425	1,30543	0,91413
	30	5	0,85823	0,71848	0,80792
	30	10	0,95885	0,74643	0,77997
	30	15	1,05947	0,97003	0,91972
	30	20	1,31102	1,13214	1,32779
	30	25	1,3222	1,08183	1,66878
	30	30	1,47313	1,1545	1,47313
	30	35	1,40605	1,07065	0,97003
	30	40	1,33338	0,80792	0,86382
	45	5	0,57873	0,00855	0,79674
	45	10	0,90854	0,60109	0,81351
	45	15	0,82469	0,95326	0,91972
	45	20	1,24394	1,03152	1,0427
	45	25	1,50108	0,79115	1,31102
	45	30	1,58493	1,02034	1,42282
	45	35	1,56257	1,28307	1,22158
	45	40	1,23276	1,10419	0,91972
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,92531	0,4837	0,57314
	60	15	0,89736	0,85264	0,58991
	60	20	1,0986	1,29425	1,17127
	60	25	1,4899	1,22717	1,42282
	60	30	1,68555	1,12096	1,65201
	60	35	1,71909	1,26071	1,35574
	60	40	1,27189	0,85264	0,84705

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
ARAÇÃO	0	5	0,90295	0,82469	0,7632
	0	10	0,84146	0,95885	0,94767
	0	15	1,4899	0,98121	1,32779
	0	20	1,52903	1,14332	1,38928
	0	25	1,63524	1,20481	1,18804
	0	30	1,62406	1,10978	1,13214
	0	35	1,36133	1,04829	0,86941
	0	40	1,30543	0,89736	0,80233
	15	5	0,74084	0,51724	0,74643
	15	10	0,88618	0,95326	0,75202
	15	15	0,90854	1,3222	0,98121
	15	20	1,5458	1,52344	1,22158
	15	25	1,62965	1,42282	1,24394
	15	30	1,66319	0,99239	1,17686
	15	35	1,7135	0,64581	0,86382
	15	40	1,70232	0,78556	1,00916
	30	5	0,77438	0,58432	0,71848
	30	10	0,78556	1,0427	0,76879
	30	15	0,88059	1,30543	0,91413
	30	20	1,26071	1,18245	1,66319
	30	25	1,38369	1,23276	1,09301
	30	30	1,47313	0,85264	1,11537
	30	35	1,62406	0,84705	1,07624
	30	40	1,53462	0,7073	0,98121
	45	5	0,43339	0,61227	0,67935
	45	10	0,72407	1,07065	0,67376
	45	15	0,71289	1,39487	1,03152
	45	20	0,91972	1,41164	1,16568
	45	25	1,01475	1,0986	1,0986
	45	30	1,10419	0,85264	1,18245
	45	35	1,31102	0,6514	0,88618
	45	40	1,40605	0,68494	0,74084
	60	5	0,00855	0,67376	0,57873
	60	10	0,88059	1,08742	0,71848
	60	15	0,82469	1,20481	0,86382
	60	20	1,3222	1,35015	1,18245
60	25	1,52903	1,40605	1,2663	
60	30	1,42841	0,97003	1,09301	
60	35	1,55139	0,86941	1,35015	
60	40	1,22717	0,79115	1,16568	

ANEXO XV - ÍNDICE DE CONE (IC) EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM E UM CULTIVO DE MILHO. Data da avaliação: 21/JUN/94.

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D20.P20	0	5	0,06445	0,39985	0,24333
	0	10	0,28805	0,15948	0,27128
	0	15	0,36072	0,37749	0,49488
	0	20	0,81351	0,54519	0,88059
	0	25	1,2663	0,83028	1,10978
	0	30	0,91413	0,75202	1,14891
	0	35	1,20481	0,55078	1,12096
	0	40	1,27748	0,52842	1,23835
	15	5	0,07563	0,15389	0,18184
	15	10	0,18184	0,18184	0,30482
	15	15	0,27128	0,11476	0,60109
	15	20	0,51724	0,23215	0,65699
	15	25	0,93649	0,67935	1,01475
	15	30	1,1545	0,75202	0,95885
	15	35	1,12096	0,72407	1,0427
	15	40	0,69053	0,66258	0,89177
	30	5	0,00855	0,00855	0,00855
	30	10	0,29923	0,32718	0,35513
	30	15	0,2042	0,29923	0,316
	30	20	0,18743	0,38308	0,47252
	30	25	1,08183	0,52842	0,64581
	30	30	1,33897	0,84146	0,91413
	30	35	1,42282	0,91413	1,10419
	30	40	1,07624	0,66817	1,14891
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,56755	0,37749	0,51165
	45	15	0,78556	0,33836	0,6514
	45	20	0,91413	0,39426	0,93649
	45	25	1,19363	0,77997	0,76879
	45	30	1,2104	0,72966	0,875
	45	35	1,2663	0,55078	0,86382
	45	40	1,07624	0,48929	1,00357
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,43339	0,34954	0,16507
	60	15	0,90295	0,32159	0,3719
	60	20	1,08183	0,22656	0,67935
	60	25	1,27189	0,11476	0,88059
	60	30	1,24953	0,22656	0,9868
	60	35	1,38369	1,08183	1,03711
	60	40	1,39487	1,07065	1,04829

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D20.P30	0	5	0,1483	0,09799	0,21538
	0	10	0,13153	0,15948	0,22656
	0	15	0,12035	0,61786	0,21538
	0	20	0,27687	0,9309	0,0924
	0	25	1,11537	0,98121	0,36072
	0	30	1,29425	0,98121	1,05947
	0	35	1,33338	0,91972	1,03152
	0	40	1,38928	0,96444	1,05947
	15	5	0,12594	0,17066	0,21538
	15	10	0,17625	0,22097	0,22097
	15	15	0,27687	0,20979	0,38867
	15	20	0,29923	0,53401	0,61227
	15	25	0,61227	0,875	1,05947
	15	30	0,88059	1,00357	1,14891
	15	35	1,27189	1,01475	1,38369
	15	40	1,00357	0,71848	1,41164
	30	5	0,00855	0,00855	0,00855
	30	10	0,22656	0,28805	0,7073
	30	15	0,28246	0,28805	0,84146
	30	20	0,21538	0,22656	0,9309
	30	25	0,09799	0,81351	0,6514
	30	30	0,06445	1,17127	0,98121
	30	35	0,89177	1,07065	1,18245
	30	40	1,09301	0,79674	1,47872
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,00855	0,32718	0,52283
	45	15	0,34395	0,55078	0,95885
	45	20	0,83587	0,69053	1,19363
	45	25	0,84705	0,9309	1,07624
	45	30	1,05388	1,12655	1,08183
	45	35	0,94208	1,16009	1,23276
	45	40	0,94767	1,04829	1,02593
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,22656	0,12594	0,47811
	60	15	0,57873	0,14271	1,04829
	60	20	1,22717	0,84705	0,78556
	60	25	1,29984	1,08742	1,00357
	60	30	1,12096	0,98121	1,06506
	60	35	1,08742	1,19922	1,17127
	60	40	0,7073	1,14891	1,31102

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D25.P20	0	5	0,18184	0,39985	0,17066
	0	10	0,1483	0,16507	0,16507
	0	15	0,89736	0,58991	0,3719
	0	20	1,2104	0,62345	0,47252
	0	25	1,30543	0,68494	0,90295
	0	30	1,23835	0,97003	1,05947
	0	35	1,11537	1,00357	0,99798
	0	40	1,07624	0,9868	0,63463
	15	5	0,13153	0,00855	0,18184
	15	10	0,43339	0,21538	0,23774
	15	15	0,84146	0,23215	0,27687
	15	20	0,86382	0,37749	0,32718
	15	25	1,16009	0,51165	0,9868
	15	30	1,07065	0,93649	1,0986
	15	35	0,83028	1,0427	0,79674
	15	40	0,64581	0,95326	0,56196
	30	5	0,00855	0,00855	0,00855
	30	10	0,3719	0,28246	0,7073
	30	15	0,67935	0,42221	1,07624
	30	20	1,36133	0,56196	1,10419
	30	25	1,42841	0,82469	1,00916
	30	30	1,28866	1,20481	0,65699
	30	35	0,88618	1,17686	1,00357
	30	40	0,72407	0,81351	0,89736
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,24333	0,41662	0,4278
	45	15	0,56196	0,60109	0,74643
	45	20	0,92531	0,81351	1,1545
	45	25	1,41164	0,65699	1,21599
	45	30	1,47872	0,64581	1,13773
	45	35	1,31661	0,91413	1,1545
	45	40	1,01475	0,65699	1,39487
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,00855	0,18743	0,34954
	60	15	0,25451	0,32718	1,04829
	60	20	0,28805	0,51724	1,14891
	60	25	1,02593	0,47252	1,13773
	60	30	1,10978	0,51165	1,21599
	60	35	1,11537	1,14332	1,19922
	60	40	0,66258	0,91413	1,23276

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Prrofundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D25.P30	0	5	0,1483	0,14271	0,19302
	0	10	0,1483	0,23774	0,3719
	0	15	0,10917	0,43339	0,57873
	0	20	0,10358	0,49488	0,72966
	0	25	0,10917	0,70171	0,5955
	0	30	0,53401	0,90854	0,53401
	0	35	0,80792	0,97562	0,72407
	0	40	0,75202	0,83587	0,62904
	15	5	0,0924	0,21538	0,22656
	15	10	0,19302	0,29364	0,31041
	15	15	0,1483	0,19861	0,47252
	15	20	0,10917	0,24892	0,45016
	15	25	0,08681	0,22097	0,3719
	15	30	0,10358	0,88618	0,3719
	15	35	0,8191	1,22717	0,80233
	15	40	1,14891	1,10978	0,91413
	30	5	0,00855	0,00855	0,34395
	30	10	0,1483	0,3719	0,57873
	30	15	0,15948	0,31041	0,89736
	30	20	0,18184	0,22656	0,72407
	30	25	0,15948	0,24892	0,76879
	30	30	0,66258	0,62904	0,97003
	30	35	1,31102	1,19922	0,99239
	30	40	1,51785	1,22717	0,74084
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,28805	0,40544	0,56196
	45	15	0,33836	0,36072	0,83028
	45	20	0,24333	0,27687	1,2104
	45	25	0,23774	0,19861	1,36692
	45	30	0,10358	0,19861	1,27189
	45	35	0,19302	0,77997	1,22717
	45	40	1,19363	1,02034	1,05947
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,19302	0,22097	0,36072
	60	15	0,23774	0,20979	1,04829
	60	20	0,38867	0,2042	1,36692
	60	25	1,07624	0,2601	1,12096
	60	30	1,00916	0,15389	0,88618
	60	35	0,84146	0,26569	0,95885
	60	40	1,0427	0,80792	0,78556

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D30.P20	0	5	0,19861	0,19861	0,18743
	0	10	0,69612	0,17066	0,24892
	0	15	1,16009	0,52283	0,22656
	0	20	1,10978	0,75202	0,28805
	0	25	0,77438	0,93649	0,80233
	0	30	0,80233	0,94208	1,10978
	0	35	0,8191	0,77438	1,22717
	0	40	0,7073	0,55637	1,1545
	15	5	0,75202	0,1483	0,00855
	15	10	1,00916	0,2601	0,17625
	15	15	1,23276	0,41662	0,25451
	15	20	1,24953	0,35513	0,71848
	15	25	1,07624	0,79674	0,71289
	15	30	1,13773	0,81351	0,97003
	15	35	0,97003	0,79115	0,86382
	15	40	0,88618	0,60668	0,93649
	30	5	0,3719	0,00855	0,00855
	30	10	0,9868	0,34395	0,22097
	30	15	1,18245	0,31041	0,25451
	30	20	0,93649	0,20979	0,19302
	30	25	1,24953	0,17066	0,13153
	30	30	1,27748	0,15389	0,23215
	30	35	1,30543	0,47811	1,23835
	30	40	1,04829	0,57314	1,09301
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,46134	0,39985	0,24333
	45	15	0,65699	0,29923	0,33277
	45	20	0,7632	0,52842	0,316
	45	25	0,76879	0,89736	0,25451
	45	30	0,90854	0,9868	0,33277
	45	35	1,10978	1,07065	1,00357
	45	40	0,72966	0,84146	1,03152
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,35513	0,41662	0,00855
	60	15	0,56755	0,76879	0,19302
	60	20	0,88059	0,94208	0,24333
60	25	1,07624	1,0986	0,19861	
60	30	1,2663	1,22158	0,35513	
60	35	1,40605	1,16568	0,85823	
60	40	1,10419	0,80792	1,02593	



Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D30.P30	0	5	0,06445	0,14271	0,32718
	0	10	0,12035	0,25451	0,36631
	0	15	0,16507	0,32159	0,50606
	0	20	0,27687	0,28805	0,47811
	0	25	1,12655	0,25451	0,46134
	0	30	1,36692	0,64581	0,57314
	0	35	1,09301	1,10419	0,91413
	0	40	0,94767	1,20481	0,68494
	15	5	0,29923	0,0924	0,10917
	15	10	0,316	0,17625	0,17066
	15	15	0,52283	0,1483	0,23215
	15	20	0,88618	0,22656	0,32718
	15	25	1,18245	0,31041	0,33277
	15	30	0,9868	0,46693	0,28805
	15	35	0,61786	0,90295	0,94208
	15	40	0,48929	0,93649	1,02034
	30	5	0,00855	0,00855	0,00855
	30	10	0,33277	0,29923	0,25451
	30	15	0,47811	0,27128	0,24333
	30	20	0,97003	0,24333	0,34395
	30	25	1,3222	0,24892	0,29923
	30	30	1,18804	0,2601	0,25451
	30	35	1,02034	0,84705	0,89177
	30	40	0,61227	1,06506	0,92531
	45	5	0,00855	0,00855	0,00855
	45	10	0,36072	0,37749	0,28246
	45	15	0,32718	0,35513	0,23774
	45	20	0,22656	0,41103	0,17625
	45	25	0,24333	0,41662	0,13153
	45	30	0,94208	0,7073	0,07004
	45	35	1,14332	1,13773	0,65699
	45	40	0,94767	1,27748	1,14891
	60	5	0,00855	0,00855	0,00855
	60	10	0,24333	0,28246	0,16507
	60	15	0,47252	0,35513	0,27687
	60	20	0,74643	0,7632	0,6514
	60	25	0,94767	0,68494	0,98121
	60	30	1,24953	0,46134	1,17686
	60	35	1,2663	0,76879	1,27748
	60	40	1,01475	1,20481	1,39487

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
D20.P30sc	0	5	0,32718	0,15948	0,07563
	0	10	0,77438	0,24892	0,50047
	0	15	0,73525	0,34954	0,72966
	0	20	0,65699	1,00357	0,91972
	0	25	0,77997	1,24953	1,16009
	0	30	1,08183	1,49549	1,1545
	0	35	1,1545	1,16568	0,875
	0	40	1,17127	0,79115	0,67935
	15	5	0,34954	0,26569	0,19302
	15	10	0,47811	0,34954	0,28246
	15	15	0,47252	0,22656	0,52283
	15	20	0,55078	0,60109	0,9868
	15	25	0,77438	1,04829	1,28866
	15	30	1,07065	1,1545	0,90854
	15	35	1,04829	1,24394	0,86941
	15	40	1,24394	0,91413	0,79115
	30	5	0,00855	0,00855	0,316
	30	10	0,36072	0,316	0,36631
	30	15	0,36631	0,22656	0,24333
	30	20	0,43339	0,7073	0,71848
	30	25	0,61786	0,93649	0,95326
	30	30	1,14332	1,14891	0,72407
	30	35	1,41164	1,27748	0,64581
	30	40	1,17127	1,16568	0,61786
	45	5	0,00855	0,00855	0,30482
	45	10	0,34954	0,65699	0,5396
	45	15	0,45575	0,81351	0,83587
	45	20	0,44457	0,97003	0,94208
	45	25	0,38308	0,97003	0,95326
	45	30	1,12096	1,07065	1,09301
	45	35	1,42282	1,05947	0,90854
	45	40	1,36692	1,03711	0,61227
	60	5	0,00855	0,00855	0,316
	60	10	0,45575	0,38308	0,75202
	60	15	0,63463	1,07624	0,80233
	60	20	0,46693	1,09301	1,00916
	60	25	0,39426	1,20481	1,00916
	60	30	0,82469	1,2104	0,95885
	60	35	1,61288	1,32779	0,65699
	60	40	1,60729	1,04829	0,52283

Tratamento	Posição horizontal (cm)	Profundidade (cm)	Rep. 1 IC (MPa)	Rep. 2 IC (MPa)	Rep. 3 IC (MPa)
ARAÇÃO	0	5	0,15948	0,17625	0,11476
	0	10	0,23215	0,19302	0,12594
	0	15	0,34954	0,2042	0,34395
	0	20	0,83587	0,43898	0,72966
	0	25	0,89736	0,64022	0,90295
	0	30	0,83028	0,86382	0,85264
	0	35	1,07624	0,78556	0,875
	0	40	1,00357	0,4837	0,69612
	15	5	0,22097	0,00855	0,10917
	15	10	0,74084	0,18743	0,18184
	15	15	0,6514	0,17625	0,25451
	15	20	0,92531	0,86382	0,52842
	15	25	1,12096	1,17127	0,7073
	15	30	1,08742	0,85823	0,9309
	15	35	0,97562	0,97003	1,18804
	15	40	0,66258	0,62345	1,21599
	30	5	0,43898	0,00855	0,00855
	30	10	1,0986	0,51724	0,43339
	30	15	1,0427	0,30482	0,8191
	30	20	1,19922	0,70171	0,94767
	30	25	1,24953	1,00916	0,79115
	30	30	1,21599	1,03711	0,84146
	30	35	1,38369	1,0986	0,99798
	30	40	1,33897	1,09301	1,06506
	45	5	0,36072	0,34954	0,00855
	45	10	0,9868	0,41103	1,0986
	45	15	1,14891	0,99798	1,32779
	45	20	1,24394	1,22158	1,13773
	45	25	1,3222	1,02034	0,97562
	45	30	1,19922	0,95326	1,0427
	45	35	1,27189	0,66258	1,03711
	45	40	1,08183	0,64581	0,99239
	60	5	0,00855	0,12035	0,00855
	60	10	0,77997	0,47811	0,20979
	60	15	1,13214	1,02034	0,52283
	60	20	1,31661	1,29425	0,89177
60	25	1,41164	1,32779	0,97003	
60	30	1,45636	1,00357	1,0986	
60	35	1,40605	0,89177	1,08742	
60	40	1,31102	0,84146	1,14891	

ANEXO XVI - VALORES DE pH EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ANTES DA CALAGEM E DO PREPARO DO SOLO. Situação inicial.

Tratamento	Posição vertical (cm)	pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01 M				
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5
D20.P20	0 - 5	4,08	3,98	4,06	4,03	4,03
	5 - 10	4,05	3,96	3,99	3,98	4,01
	10 - 15	3,96	3,97	3,95	3,98	3,98
	15 - 20	3,93	4,01	3,99	3,95	4,01
	20 - 25	3,91	3,94	4	4,02	4,02
	25 - 30	4	4,02	4,03	4,03	4,02
	30 - 35	3,99	3,98	3,99	4,05	4,03
D20.P30	0 - 5	4,02	4,04	4,03	4,07	3,99
	5 - 10	3,95	3,93	3,96	3,98	3,92
	10 - 15	3,96	3,95	3,99	3,98	3,98
	15 - 20	3,92	3,96	3,98	4	3,99
	20 - 25	3,97	4,01	3,96	4	3,94
	25 - 30	3,98	4,03	4,02	4,01	3,99
	30 - 35	3,98	4,07	4,01	4,02	4,02
D25.P20	0 - 5	4,02	4,03	4,06	4,06	4
	5 - 10	3,95	3,93	4,01	4	3,92
	10 - 15	4,02	4,02	4,01	3,98	3,97
	15 - 20	3,99	4,01	4	3,97	3,99
	20 - 25	4	4,01	4	3,98	4,03
	25 - 30	3,98	4,02	4,01	3,99	4,05
	30 - 35	4	4,02	4,02	4,01	4,01
D25.P30	0 - 5	4,06	4	4,04	4,07	4,03
	5 - 10	3,95	3,97	3,96	4,01	3,97
	10 - 15	3,96	3,93	3,92	3,95	4,02
	15 - 20	4	4	3,95	4,04	4,03
	20 - 25	3,96	3,97	3,98	4	4,01
	25 - 30	4,05	3,99	3,94	4,02	4,03
	30 - 35	4,07	3,98	3,99	3,99	3,99
D30.P20	0 - 5	4,08	4,06	4,04	4,03	4,04
	5 - 10	3,99	3,94	3,99	3,96	3,96
	10 - 15	3,9	3,98	3,97	3,93	3,95
	15 - 20	3,99	3,99	3,99	3,94	4,01
	20 - 25	4,02	3,99	4,02	3,97	3,96
	25 - 30	4,04	4	4,01	4,02	4,03
	30 - 35	4,03	4	3,98	3,99	4,02

Tratamento	Posição vertical (cm)	pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01 M				
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5
D30.P30	0 - 5	4,06	4,07	4,02	4,06	4,05
	5 - 10	3,98	3,93	3,96	4,03	3,95
	10 - 15	4	3,92	3,99	3,96	4,02
	15 - 20	4,03	3,99	3,99	4,02	4,02
	20 - 25	4,01	3,93	4,02	4,02	4,02
	25 - 30	4,02	3,99	3,98	3,99	3,98
	30 - 35	4,02	3,99	3,94	4,04	4,02
D20.P30sc	0 - 5	4,07	4,03	4,01	3,99	4,01
	5 - 10	4,04	3,99	4,02	3,96	3,99
	10 - 15	4	3,99	4	3,96	4,04
	15 - 20	3,91	4,02	4	3,98	4,02
	20 - 25	4,01	4,01	3,99	4,02	4,04
	25 - 30	4,02	3,98	4,01	4,03	3,98
	30 - 35	4,04	4,02	4,04	4,03	3,99
ARAÇÃO	0 - 5	4,05	4	4,01	3,93	4,02
	5 - 10	4,07	3,95	3,93	3,96	3,98
	10 - 15	3,95	3,98	3,89	4,02	3,92
	15 - 20	3,92	4	3,98	4,02	4,01
	20 - 25	3,92	4	3,96	4,02	3,96
	25 - 30	3,96	4,01	4	4,01	4,05
	30 - 35	4,03	4	4	4,03	3,99

ANEXO XVII - VALORES DE pH EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM NIVELADORA E UM CULTIVO DE MILHO.

Tratamento	Posição (cm)		pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01 M				
	vertical	horizontal	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5
D20.P20	0 - 5	0 - 5	5,42	5,64	5,36	5,34	5,14
	0 - 5	5 - 10	5,17	4,79	5,41	5,04	5,13
	0 - 5	10 - 15	4,86	5,02	5,34	4,97	5,17
	5 - 10	0 - 5	4,61	5,7	4,98	5,55	5,42
	5 - 10	5 - 10	4,96	5,48	5,1	5,31	5,12
	5 - 10	10 - 15	4,9	5,4	5,63	4,91	6,13
	10 - 15	0 - 5	4,07	5,2	4,11	5,32	5,23
	10 - 15	5 - 10	4,49	4,89	4,43	4,94	4,33
	10 - 15	10 - 15	4,97	5,71	5,53	4,69	4,61
	15 - 20	0 - 5	4,02	4,1	4	4,28	4,08
	15 - 20	5 - 10	3,92	4,08	3,98	4,18	4,04
	15 - 20	10 - 15	4,07	4,09	4,07	4,06	4,01
	20 - 25	0 - 5	4,06	4,01	3,96	4,04	4,06
	20 - 25	5 - 10	4,01	3,96	3,96	4,05	4,04
	20 - 25	10 - 15	4,02	4,09	3,99	4,03	3,96
	25 - 30	0 - 5	3,95	4,03	3,98	4,03	4,05
	25 - 30	5 - 10	3,98	4,02	3,98	4,06	4,05
	25 - 30	10 - 15	4,02	4	4,01	4,04	4,06
	30 - 35	0 - 5	4,01	4,03	4,01	4,03	4
	30 - 35	5 - 10	4,02	4,06	4,03	4,01	3,98
30 - 35	10 - 15	4,04	4,03	3,99	4,06	4,02	
D20.P30	0 - 5	0 - 5	5,3	5,11	4,82	4,77	5,2
	0 - 5	5 - 10	4,91	5,01	4,74	4,83	5,22
	0 - 5	10 - 15	4,55	4,58	4,72	4,8	5,37
	5 - 10	0 - 5	4,28	4,15	4,84	4,98	5,38
	5 - 10	5 - 10	4,39	4,28	5,09	4,71	6,12
	5 - 10	10 - 15	4,64	4,1	5,42	5,78	6,03
	10 - 15	0 - 5	4,04	4,23	4,28	4,9	4,94
	10 - 15	5 - 10	4,17	4,12	4,34	5,57	4,81
	10 - 15	10 - 15	4,58	4,02	4,44	4,88	4,49
	15 - 20	0 - 5	4,03	4,09	4,06	4,14	4,12
	15 - 20	5 - 10	4,05	4,02	3,99	4,07	4,1
	15 - 20	10 - 15	4,04	4,01	4,06	4,13	4,18
	20 - 25	0 - 5	3,94	3,99	3,98	4,04	4,05
	20 - 25	5 - 10	4,03	4,04	3,98	4,04	4
	20 - 25	10 - 15	3,98	4,03	3,97	4,05	4,03
	25 - 30	0 - 5	4,05	4,06	3,96	4,02	4,05
	25 - 30	5 - 10	4,01	4,01	4,04	4,02	4
	25 - 30	10 - 15	4,05	3,99	3,99	4,03	4,05
	30 - 35	0 - 5	4,04	4,05	3,94	4,08	4,03
	30 - 35	5 - 10	4,03	4,04	3,99	4,04	4,04
30 - 35	10 - 15	4,05	4,02	4	4,03	4,05	

Tratamento	Posição (cm)		pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01 M				
	vertical	horizontal	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5
D25.P20	0 - 5	0 - 5	5,42	4,7	5,58	4,91	5,07
	0 - 5	5 - 10	5,59	4,69	5,8	4,88	5,48
	0 - 5	10 - 15	5,11	4,56	5,56	5,16	5,32
	5 - 10	0 - 5	5,36	5,38	5,71	5,06	5,82
	5 - 10	5 - 10	5,9	5,82	5,98	4,82	5,55
	5 - 10	10 - 15	4,81	5,82	5,37	4,66	5,26
	10 - 15	0 - 5	4,17	4,99	4,61	5,93	6,03
	10 - 15	5 - 10	4,21	4,22	4,37	4,99	5,44
	10 - 15	10 - 15	4,18	4,61	4,75	4,45	4,91
	15 - 20	0 - 5	4,04	4,06	4,13	4,77	4,71
	15 - 20	5 - 10	4,01	4,01	4,31	4,2	4,61
	15 - 20	10 - 15	4,02	4,09	4,07	4,13	4,56
	20 - 25	0 - 5	4,05	4,05	4,04	4,05	4,04
	20 - 25	5 - 10	3,97	4,03	4,05	4,05	4,05
	20 - 25	10 - 15	4,04	3,97	4,05	4,04	4,03
	25 - 30	0 - 5	4	4,03	4,02	4	4,05
	25 - 30	5 - 10	3,98	4,02	4,01	4,05	4,04
	25 - 30	10 - 15	3,95	4,05	3,99	3,98	4,06
	30 - 35	0 - 5	3,92	4,06	4,01	4	4,04
	30 - 35	5 - 10	3,97	4,04	4,02	4,05	4,05
30 - 35	10 - 15	3,98	4,01	4,05	4,05	4,05	
D25.P30	0 - 5	0 - 5	5,3	4,72	4,25	4,84	5,61
	0 - 5	5 - 10	4,59	4,9	4,35	4,74	5,96
	0 - 5	10 - 15	4,43	4,88	4,2	4,26	5,4
	5 - 10	0 - 5	5,66	5,1	4,2	4,74	5,52
	5 - 10	5 - 10	5,12	5,34	4,17	4,37	6,3
	5 - 10	10 - 15	5,21	5,53	4,1	4,18	5,81
	10 - 15	0 - 5	5,39	4,43	4,06	4,58	4,39
	10 - 15	5 - 10	4,92	4,58	4,15	4,15	4,84
	10 - 15	10 - 15	5,93	4,84	4,02	4,31	5,85
	15 - 20	0 - 5	4,26	4,29	4,1	4,1	4,05
	15 - 20	5 - 10	4,92	4,14	3,97	4,13	4,11
	15 - 20	10 - 15	4,13	4,19	3,95	4,06	4,55
	20 - 25	0 - 5	4,01	4,05	4	3,99	4,04
	20 - 25	5 - 10	4,04	4,05	4,04	4,05	4,03
	20 - 25	10 - 15	4,05	4,04	3,9	4,05	4,04
	25 - 30	0 - 5	4,04	4,03	3,96	4,04	4,02
	25 - 30	5 - 10	3,96	4,02	3,94	4,03	4,02
	25 - 30	10 - 15	4,05	4,05	3,99	4,03	4,04
	30 - 35	0 - 5	4,05	3,98	3,97	4,04	4,05
	30 - 35	5 - 10	4,02	3,98	3,93	4,04	4,05
30 - 35	10 - 15	4,03	4	3,98	4,02	3,98	

Tratamento	Posição (cm)		pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01 M				
	vertical	horizontal	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5
D30.P20	0 - 5	0 - 5	6,06	4,71	5,93	5,51	5,16
	0 - 5	5 - 10	6,12	5,28	5,87	5,7	5,67
	0 - 5	10 - 15	6,29	4,93	6,08	5,61	5,8
	5 - 10	0 - 5	5,79	4,67	5,13	5,43	5,15
	5 - 10	5 - 10	5,31	4,91	4,18	5,52	5,24
	5 - 10	10 - 15	5,83	4,89	4,06	5,82	5,96
	10 - 15	0 - 5	4,32	4,33	4,16	4,61	4,36
	10 - 15	5 - 10	4,11	4,17	4,02	5,72	4,52
	10 - 15	10 - 15	4,03	4,1	4,02	4,97	4,48
	15 - 20	0 - 5	3,98	4,05	4,08	4,15	4,1
	15 - 20	5 - 10	3,98	3,99	3,98	4,59	4,07
	15 - 20	10 - 15	3,97	3,98	3,98	4,13	4,08
	20 - 25	0 - 5	3,96	3,98	3,98	4,05	4,02
	20 - 25	5 - 10	3,96	4,01	4,02	4,04	3,98
	20 - 25	10 - 15	3,94	4,01	3,98	4,04	3,97
	25 - 30	0 - 5	3,95	4	4	4,02	3,96
	25 - 30	5 - 10	3,99	4,01	4,03	4,01	3,99
	25 - 30	10 - 15	3,95	4,04	4	4,03	3,96
	30 - 35	0 - 5	3,95	4,04	4	4,05	3,93
	30 - 35	5 - 10	3,91	4,03	4	4,04	3,94
30 - 35	10 - 15	4,01	4,04	4,02	4,05	3,95	
D30.P30	0 - 5	0 - 5	4,97	5,71	5,39	5,4	4,87
	0 - 5	5 - 10	5,02	5,6	5,75	5,24	4,54
	0 - 5	10 - 15	4,63	5,43	5,11	5,36	4,42
	5 - 10	0 - 5	4,94	5,3	4,85	5,7	4,58
	5 - 10	5 - 10	4,64	5,01	4,35	5,42	4,65
	5 - 10	10 - 15	4,46	5,11	4,6	5,4	4,3
	10 - 15	0 - 5	4,24	4,6	4,39	4,98	4,87
	10 - 15	5 - 10	4,13	4,58	4,23	4,88	4,79
	10 - 15	10 - 15	4,13	4,88	4,18	4,95	4,35
	15 - 20	0 - 5	4,06	4,09	4,08	4,16	4,61
	15 - 20	5 - 10	4,05	4,11	4,06	4,27	4,77
	15 - 20	10 - 15	4,08	4,22	4,06	4,12	4,18
	20 - 25	0 - 5	3,99	4,04	3,99	4,04	4,04
	20 - 25	5 - 10	4,02	3,98	4	4,05	4,02
	20 - 25	10 - 15	4	3,98	4,04	4,02	4,05
	25 - 30	0 - 5	4	4,05	4	4,04	4,03
	25 - 30	5 - 10	4	3,96	4,02	4,02	4,02
	25 - 30	10 - 15	4	4,03	4,02	4,04	4,03
	30 - 35	0 - 5	3,99	4,04	4	4,03	4,02
	30 - 35	5 - 10	4	4,05	4,04	4,04	4,05
30 - 35	10 - 15	3,99	3,96	4,02	3,98	4,03	



Tratamento	Posição (cm)		pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01 M				
	vertical	horizontal	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5
D20.P30sc	0 - 5	0 - 5	4,01	3,98	4,05	4,04	3,98
	0 - 5	5 - 10	4,05	3,89	4,02	4,03	3,9
	0 - 5	10 - 15	4,03	3,88	4,05	4,02	3,84
	5 - 10	0 - 5	4,01	4,03	4,03	4,04	3,93
	5 - 10	5 - 10	4,03	3,89	3,97	4,05	3,85
	5 - 10	10 - 15	3,95	3,81	3,97	4,03	3,81
	10 - 15	0 - 5	3,9	3,96	3,95	4,02	4
	10 - 15	5 - 10	3,96	3,89	3,98	4,03	4,02
	10 - 15	10 - 15	3,93	3,87	3,96	3,95	3,96
	15 - 20	0 - 5	3,94	3,96	3,96	3,98	4
	15 - 20	5 - 10	3,96	3,92	3,95	4,03	3,96
	15 - 20	10 - 15	3,99	4,02	3,97	3,97	4,02
	20 - 25	0 - 5	3,94	3,92	3,98	4,02	3,99
	20 - 25	5 - 10	3,98	3,98	3,98	4	3,96
	20 - 25	10 - 15	3,98	3,97	3,98	4,04	3,99
	25 - 30	0 - 5	4	4,03	3,99	3,97	4
	25 - 30	5 - 10	3,97	4,04	3,98	4,01	4
	25 - 30	10 - 15	4,02	4,04	3,96	3,98	3,98
	30 - 35	0 - 5	3,99	4	4,03	4,04	4,01
	30 - 35	5 - 10	4	4,04	4	3,98	3,96
30 - 35	10 - 15	3,93	3,97	3,99	3,94	3,99	
ARAÇÃO	0 - 5	0 - 5	4,5	4,31	5,3	4,42	4,9
	0 - 5	5 - 10	4,55	4,45	5,5	4,37	4,56
	0 - 5	10 - 15	5,08	4,31	5,62	4,49	4,91
	5 - 10	0 - 5	5,12	4,46	5,07	4,47	4,81
	5 - 10	5 - 10	5,55	4,53	4,71	4,49	4,97
	5 - 10	10 - 15	4,86	4,98	5,86	4,51	5,63
	10 - 15	0 - 5	4,55	4,32	5	4,91	4,55
	10 - 15	5 - 10	5,33	4,35	5,69	4,93	6,62
	10 - 15	10 - 15	5,07	4,43	4,25	4,69	6,25
	15 - 20	0 - 5	4,3	4,05	5,54	4,41	5,45
	15 - 20	5 - 10	4,35	4,06	4,1	4,1	5,31
	15 - 20	10 - 15	4,28	3,99	4,02	4,11	4,35
	20 - 25	0 - 5	4,05	4,05	4,02	4,02	4,02
	20 - 25	5 - 10	4,03	4,04	3,97	4,04	4,04
	20 - 25	10 - 15	4,02	4	3,98	3,99	4,01
	25 - 30	0 - 5	4,03	4,02	4	4,03	4,01
	25 - 30	5 - 10	4,03	4,04	4,03	3,96	4,02
	25 - 30	10 - 15	4,02	3,97	4	4,03	4,03
	30 - 35	0 - 5	4,04	3,98	3,99	3,98	4,01
	30 - 35	5 - 10	4,03	3,99	4,03	4,01	4,03
30 - 35	10 - 15	4,01	4,03	4	4	4,03	

ANEXO XVIII - PRODUÇÃO DA CULTURA DO MILHO EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM. Área colhida = 4 m<sup>2</sup>.

Tratamento	Número de espigas com grãos	Massa de grãos+sabugo (g)	Massa de grãos (g)	Massa de grãos (g) umidade corrigida 13%
<b>D20.P20</b>				
Rep. 1	29	2098,01	1725,54	1522,53
Rep. 2	28	1432,85	1094,07	928,22
Rep. 3	31	1681,34	1338,68	1142,29
Rep. 4	31	1743,21	1354,05	1149,51
Rep. 5	24	1822,22	1457,11	1266,5
<b>D20.P30</b>				
Rep. 1	31	1919,97	1564,93	1372,68
Rep. 2	31	2198,82	1772,48	1541,26
Rep. 3	31	1688,76	1342,04	1166,65
Rep. 4	32	1666,85	1333,38	1151,35
Rep. 5	33	1646,67	1301,59	1123,84
<b>D25.P20</b>				
Rep. 1	32	1791,28	1459,29	1286,06
Rep. 2	30	1894,32	1542,02	1326,88
Rep. 3	24	1828,42	1467,66	1267,88
Rep. 4	33	1710,36	1354,38	1154,14
Rep. 5	32	2077,79	1673,31	1471,68
<b>D25.P30</b>				
Rep. 1	35	2095,97	1671,55	1468,53
Rep. 2	27	1064,79	809,94	700
Rep. 3	33	1541,88	1222,43	1038,73
Rep. 4	25	2003,1	1626,15	1420,74
Rep. 5	28	1305,32	988,42	843,64
<b>D30.P20</b>				
Rep. 1	30	2208,09	1854,81	1624,49
Rep. 2	30	1464,36	1135,93	973,7
Rep. 3	33	1678,97	1358,23	1186,73
Rep. 4	30	1626,09	1296,36	1111,01
Rep. 5	30	1916,25	1518,87	1274,64

Tratamento	Número de espigas com grãos	Massa de grãos+sabugo (g)	Massa de grãos (g)	Massa de grãos (g) umidade corrigida 13%
<b>30.P30</b>				
Rep. 1	28	1479,2	1167,11	1020,49
Rep. 2	29	1828,72	1467,82	1284,87
Rep. 3	31	1588,89	1264,05	1087,1
Rep. 4	32	2140,52	1693,9	1497,91
Rep. 5	26	1976,68	1619,51	1431,89
<b>D20.P30sc</b>				
Rep. 1	33	1773,5	1413,52	1215,97
Rep. 2	26	895,41	669,39	561,86
Rep. 3	32	1527,03	1210,49	1016,05
Rep. 4	33	1876,03	1522,97	1340,37
Rep. 5	27	992,41	751,65	664,68
<b>ARAÇÃO</b>				
Rep. 1	25	1732,34	1367,56	1186,52
Rep. 2	25	1200,08	920,98	800,68
Rep. 3	33	1860,98	1516,22	1322,83
Rep. 4	26	1460,4	1120,26	949,88
Rep. 5	27	1304,82	1019,34	890,35

ANEXO XIX - ÍNDICE DE COLHEITA DA CULTURA DO MILHO EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO APÓS O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM. Área colhida = 1 m<sup>2</sup>.

Tratamento / Repetição	Número espigas c/ grãos	Massa grãos + sabugo (g)	Massa grãos (g)	Massa grãos (g) umidade corrigida 13%	Massa seca palhada (g)	Massa seca total (g) parte aérea	Índice de Colheita (%)
D20.P20							
Rep. 1	7	453,99	373,48	337,849	427,68	765,529	44,13276
Rep. 2	9	455,41	367,27	321,129	382,07	703,199	45,66688
Rep. 3	8	405,41	324,17	284,04	441,04	725,08	39,17361
Rep. 4	7	385,51	319,69	285,516	380,23	665,746	42,88665
Rep. 5	8	521,54	432,16	386,808	544,38	931,188	41,5392
D20.P30							
Rep. 1	8	430,89	351	309,445	428,12	737,565	41,95493
Rep. 2	8	572,83	472,39	416,463	512,37	928,833	44,83725
Rep. 3	9	308,56	244,97	219,262	394,77	614,032	35,70859
Rep. 4	9	465,62	371,52	310,326	474,85	785,176	39,52311
Rep. 5	9	510,3	419,26	382,78	450,46	833,24	45,93872
D25.P20							
Rep. 1	8	460,41	380,22	338,833	378,18	717,013	47,25617
Rep. 2	10	647,72	532,7	442,508	527,96	970,468	45,5974
Rep. 3	7	515,09	424,59	374,322	381,24	755,562	49,54223
Rep. 4	9	506,13	419,71	366,981	454,69	821,671	44,66276
Rep. 5	9	531,23	432,37	388,636	426,21	814,846	47,69441
D25.P30							
Rep. 1	9	655,48	539,21	472,46	532,28	1004,74	47,02309
Rep. 2	6	252,78	200,31	177,746	209,07	386,816	45,95109
Rep. 3	9	304,07	246,49	220,623	441,96	662,583	33,29738
Rep. 4	7	539,12	452,73	409,174	473,35	882,524	46,36408
Rep. 5	8	351,96	284,99	253,969	310,29	564,259	45,00926
D30.P20							
Rep. 1	8	495,32	404,77	362,292	413,64	775,932	46,69123
Rep. 2	9	348,74	282,75	249,275	397,85	647,125	38,52038
Rep. 3	8	446,83	371,46	326,202	412,62	738,822	44,15161
Rep. 4	7	411,18	333,55	303,914	343,81	647,724	46,92028
Rep. 5	7	552,5	462,7	404,57	446,34	850,91	47,54557

Tratamento/ Repetição	Número espigas c/ grãos	Massa grãos + sabugo (g)	Massa grãos (g)	Massa grãos (g) umidade corrigida 13%	Massa seca palhada (g)	Massa seca total (g) parte aérea	Índice de Colheita (%)
<b>D30.P30</b>							
Rep. 1	8	459,38	372,09	326,627	514,69	841,317	38,82327
Rep. 2	7	427,63	353,46	312,304	412,87	725,174	43,0661
Rep. 3	8	328,31	261,41	233,466	412,42	645,886	36,14664
Rep. 4	9	667,62	573,23	524,473	486,02	1010,49	51,90266
Rep. 5	7	528,2	446,4	402,119	372,22	774,339	51,93063
<b>D20.P30sc</b>							
Rep. 1	9	354,7	285,21	249,378	371,05	620,428	40,19455
Rep. 2	6	147,8	106,3	93,7151	238,94	332,655	28,17184
Rep. 3	9	334,36	274,24	237,675	412,81	650,485	36,53809
Rep. 4	8	395,62	328,56	296,573	410,74	707,313	41,9295
Rep. 5	6	326	255,83	225,63	423,78	649,41	34,74387
<b>ARAÇÃO</b>							
Rep. 1	8	592,52	485,2	419,782	556,12	975,902	43,01475
Rep. 2	6	272,17	208,67	182,766	255,1	437,866	41,74019
Rep. 3	8	547,7	457,36	406,735	456,19	862,925	47,13445
Rep. 4	9	390,65	314,17	267,947	383,12	651,067	41,15508
Rep. 5	7	289,21	233,67	206,462	307,12	513,582	40,20042

ANEXO XX - NÚMERO DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS RECUPERADAS EM UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO APÓS O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE UMA GRADAGEM. Data da amostragem: 12/NOV/93.

Tratamento	Posição vertical (cm)	Posição horizontal (cm)	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
			Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Part. 10 cm
D20.P20	Superfície	0 - 5	12	40	1	3	0	17
	Superfície	5 - 10	6	6	3	14	0	22
	Superfície	10 - 15	9	14	6	10	1	53
	0 - 5	0 - 5	22	4	5	0	2	0
	0 - 5	5 - 10	30	0	3	0	0	0
	0 - 5	10 - 15	4	2	8	0	3	2
	5 - 10	0 - 5	1	2	0	0	2	2
	5 - 10	5 - 10	0	0	0	0	5	0
	5 - 10	10 - 15	1	0	0	0	1	0
	10 - 15	0 - 5	0	0	0	0	3	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	8	0	3	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	0	0	1	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
D20.P30	Superfície	0 - 5	1	32	0	12	3	12
	Superfície	5 - 10	1	42	1	2	1	14
	Superfície	10 - 15	5	6	0	0	0	30
	0 - 5	0 - 5	3	3	3	11	7	1
	0 - 5	5 - 10	16	1	0	5	13	0
	0 - 5	10 - 15	14	0	3	3	7	0
	5 - 10	0 - 5	3	0	0	0	0	0
	5 - 10	5 - 10	6	1	1	1	0	0
	5 - 10	10 - 15	5	0	0	0	1	0
	10 - 15	0 - 5	1	0	0	0	1	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	0	1	0	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0

Tratamento	Posição vertical (cm)	Posição horizontal (cm)	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
			Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Part. 10 cm
D25.P20	Superfície	0 - 5	0	67	0	30	6	5
	Superfície	5 - 10	8	19	0	44	2	7
	Superfície	10 - 15	15	16	0	9	4	9
	0 - 5	0 - 5	4	0	2	7	1	0
	0 - 5	5 - 10	3	1	7	3	8	0
	0 - 5	10 - 15	37	2	0	4	8	1
	5 - 10	0 - 5	3	0	12	1	2	2
	5 - 10	5 - 10	8	0	34	1	0	0
	5 - 10	10 - 15	5	0	3	8	5	0
	10 - 15	0 - 5	0	0	2	0	5	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	1	0	0	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	0	0	1	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
D25.P30	Superfície	0 - 5	6	85	0	12	0	15
	Superfície	5 - 10	0	8	0	11	1	5
	Superfície	10 - 15	2	21	0	15	2	4
	0 - 5	0 - 5	16	5	0	0	0	5
	0 - 5	5 - 10	2	2	12	0	1	19
	0 - 5	10 - 15	2	8	14	15	11	1
	5 - 10	0 - 5	44	5	1	0	1	3
	5 - 10	5 - 10	22	1	11	1	17	0
	5 - 10	10 - 15	12	0	15	0	4	0
	10 - 15	0 - 5	13	1	0	0	2	0
	10 - 15	5 - 10	2	0	1	0	0	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	1	1	0	0
	15 - 20	0 - 5	5	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
D30.P20	Superfície	0 - 5	3	9	1	6	1	8
	Superfície	5 - 10	7	13	0	68	0	17
	Superfície	10 - 15	4	59	0	10	0	108
	0 - 5	0 - 5	0	0	4	6	13	9
	0 - 5	5 - 10	5	0	4	22	8	0
	0 - 5	10 - 15	17	3	0	0	1	3
	5 - 10	0 - 5	0	0	28	8	3	2
	5 - 10	5 - 10	0	0	27	11	4	2
	5 - 10	10 - 15	7	0	2	0	32	9
	10 - 15	0 - 5	0	0	18	1	0	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	2	0	0	0
	10 - 15	10 - 15	9	0	0	0	1	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0

Tratamento	Posição vertical (cm)	Posição horizontal (cm)	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
			Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Part. 10 cm
D30.P30	Superfície	0 - 5	0	21	0	0	0	20
	Superfície	5 - 10	4	42	1	14	2	18
	Superfície	10 - 15	11	44	2	15	0	9
	0 - 5	0 - 5	3	0	7	4	1	6
	0 - 5	5 - 10	17	0	6	7	0	15
	0 - 5	10 - 15	42	2	8	11	4	15
	5 - 10	0 - 5	2	0	6	26	11	6
	5 - 10	5 - 10	2	0	20	2	9	1
	5 - 10	10 - 15	0	0	13	6	0	4
	10 - 15	0 - 5	1	0	5	0	2	0
	10 - 15	5 - 10	1	0	0	0	0	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	1	0	4	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	3	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
ARAÇÃO	Superfície	0 - 5	0	0	0	0	0	4
	Superfície	5 - 10	2	0	1	0	0	1
	Superfície	10 - 15	1	0	0	0	1	1
	0 - 5	0 - 5	2	0	0	0	2	5
	0 - 5	5 - 10	5	0	0	0	5	5
	0 - 5	10 - 15	2	0	0	0	4	6
	5 - 10	0 - 5	4	1	0	0	23	7
	5 - 10	5 - 10	4	1	2	2	3	3
	5 - 10	10 - 15	1	0	2	2	0	1
	10 - 15	0 - 5	8	11	0	2	2	13
	10 - 15	5 - 10	1	1	10	39	3	2
	10 - 15	10 - 15	1	0	7	11	0	0
	15 - 20	0 - 5	20	15	0	0	6	18
	15 - 20	5 - 10	0	0	4	8	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	1	15	0	0



ANEXO XXI - NÚMERO DE PARTÍCULAS PLÁSTICAS RECUPERADAS EM UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO HÚMICO APÓS DOIS PREPAROS DO SOLO COM ARADO DE DISCOS E ESCARIFICADOR, SEGUIDOS DE GRADAGEM E INTERCALADOS POR UM CULTIVO DE MILHO.  
Data da amostragem: 08/AGO/94.

Tratamento	Posição vertical (cm)	Posição horizontal (cm)	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
			Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm
D20.P20	Superfície	0 - 5	0	1	0	3	1	8
	Superfície	5 - 10	0	0	1	1	0	11
	Superfície	10 - 15	0	5	1	6	0	7
	0 - 5	0 - 5	2	18	6	8	0	3
	0 - 5	5 - 10	4	14	3	6	5	4
	0 - 5	10 - 15	2	5	5	1	6	7
	5 - 10	0 - 5	6	1	5	15	4	0
	5 - 10	5 - 10	1	1	2	0	2	5
	5 - 10	10 - 15	1	0	3	0	2	3
	10 - 15	0 - 5	0	0	2	3	7	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	0	0	6	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	0	0	6	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
D20.P30	Superfície	0 - 5	1	3	0	1	1	12
	Superfície	5 - 10	1	1	0	0	2	7
	Superfície	10 - 15	2	1	0	0	0	9
	0 - 5	0 - 5	2	6	0	0	8	7
	0 - 5	5 - 10	1	1	3	0	4	2
	0 - 5	10 - 15	2	0	3	1	1	3
	5 - 10	0 - 5	4	7	1	0	3	0
	5 - 10	5 - 10	1	0	13	0	1	0
	5 - 10	10 - 15	0	0	4	8	1	0
	10 - 15	0 - 5	1	0	0	0	0	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	1	1	0	0
	10 - 15	10 - 15	1	0	1	0	0	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0

Tratamento	Posição vertical (cm)	Posição horizontal (cm)	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
			Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm
D25.P20	Superfície	0 - 5	0	6	1	6	0	5
	Superfície	5 - 10	2	3	0	8	1	4
	Superfície	10 - 15	0	0	0	4	1	1
	0 - 5	0 - 5	2	9	0	0	2	1
	0 - 5	5 - 10	2	6	8	19	2	2
	0 - 5	10 - 15	1	0	0	17	0	5
	5 - 10	0 - 5	2	6	2	2	2	1
	5 - 10	5 - 10	2	2	3	6	0	2
	5 - 10	10 - 15	0	0	2	21	1	1
	10 - 15	0 - 5	0	0	4	1	2	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	1	0	0	1
	10 - 15	10 - 15	0	0	1	0	0	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
D25.P30	Superfície	0 - 5	0	7	1	2	0	9
	Superfície	5 - 10	0	10	2	12	0	6
	Superfície	10 - 15	0	12	0	7	1	11
	0 - 5	0 - 5	4	10	1	4	5	1
	0 - 5	5 - 10	1	5	2	10	12	16
	0 - 5	10 - 15	2	4	5	6	5	17
	5 - 10	0 - 5	7	5	2	5	6	0
	5 - 10	5 - 10	0	0	8	5	10	6
	5 - 10	10 - 15	0	1	8	7	14	13
	10 - 15	0 - 5	0	0	4	2	2	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	2	2	0	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	1	2	2	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	1	1
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
D30.P20	Superfície	0 - 5	0	0	0	3	0	2
	Superfície	5 - 10	0	1	0	0	1	2
	Superfície	10 - 15	0	1	0	1	1	1
	0 - 5	0 - 5	4	7	2	3	2	3
	0 - 5	5 - 10	1	1	2	1	0	1
	0 - 5	10 - 15	0	0	0	3	1	0
	5 - 10	0 - 5	0	0	0	1	2	1
	5 - 10	5 - 10	1	0	0	0	1	0
	5 - 10	10 - 15	0	0	0	0	0	0
	10 - 15	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0

Tratamento	Posição vertical (cm)	Posição horizontal (cm)	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
			Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm	Partic. 0,25 cm	Partic. 10 cm
D30.P30	Superfície	0 - 5	0	3	0	9	1	7
	Superfície	5 - 10	1	8	0	8	0	11
	Superfície	10 - 15	0	5	0	3	0	9
	0 - 5	0 - 5	3	5	5	10	1	2
	0 - 5	5 - 10	3	9	0	10	4	9
	0 - 5	10 - 15	1	0	1	2	4	19
	5 - 10	0 - 5	0	2	10	1	5	0
	5 - 10	5 - 10	0	0	8	0	7	0
	5 - 10	10 - 15	1	3	0	0	0	0
	10 - 15	0 - 5	0	0	7	6	0	0
	10 - 15	5 - 10	1	0	0	0	0	0
	10 - 15	10 - 15	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	1	1	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0
ARAÇÃO	Superfície	0 - 5	0	0	0	0	0	1
	Superfície	5 - 10	0	1	0	0	0	0
	Superfície	10 - 15	0	0	0	0	0	0
	0 - 5	0 - 5	2	1	6	1	2	0
	0 - 5	5 - 10	2	0	1	1	0	0
	0 - 5	10 - 15	2	3	0	2	1	0
	5 - 10	0 - 5	1	1	4	4	2	1
	5 - 10	5 - 10	0	5	2	1	0	4
	5 - 10	10 - 15	2	4	0	1	2	0
	10 - 15	0 - 5	0	1	10	3	0	0
	10 - 15	5 - 10	0	0	0	0	0	1
	10 - 15	10 - 15	1	3	0	1	0	0
	15 - 20	0 - 5	0	0	7	4	0	0
	15 - 20	5 - 10	0	0	0	0	0	0
	15 - 20	10 - 15	0	0	0	0	0	0