

COMPORTAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM LATOSSOLO ROXO EM
FUNÇÃO DO SEU PREPARO NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)

ORLANDO MELO DE CASTRO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. SIDNEY ROSA VIEIRA

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.

Piracicaba
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 1995

CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"/USP

Castro, Orlando Melo de

Comportamento físico e químico de um latossolo roxo em função do seu pre
paro na cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1995.
174p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Latossolo roxo 2. Milho - Produção 3. Solo - Manejo 4. Solo - Preparo -
Efeito 5. Solo - Propriedade físico-químico I. Escola Superior de Agricultura
Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 631.4
631.51

COMPORTAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM LATOSSOLO ROXO EM
FUNÇÃO DO SEU PREPARO NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)

ORLANDO MELO DE CASTRO

Aprovada em: 18/8/1995

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Carlos Roberto Espíndola

FEAGRI/UNICAMP

Prof. Dr. Gerd Sparovek

ESALQ/USP

Prof.^a Dr.^a Marlene Cristina Alves

UNESP/ILHA SOLTEIRA

Dr. Silvio Crestana

CNPDIA/EMBRAPA



Dr. Sidney Rosa Vieira

- Orientador -

*À memória de meu pai, símbolo
de dedicação e integridade, que
despertou em mim o interesse
pelas coisas da terra,*

DEDICO

*À minha esposa Lúcia e minha filha Letícia,
companheiras nas dificuldades
e nas alegrias,*

OFEREÇO

*À minha mãe e minhas irmãs,
que não mediram sacrifícios
para minha formação,*

OFEREÇO

Agradecimentos

- Ao Dr. Sidney Rosa Vieira, pela orientação, confiança, dedicação e auxílio para realização deste trabalho.
- Aos Pesquisadores da Seção de Conservação do Solo pelo apoio e sugestões, mas principalmente pela manifestação de carinho e amizade.
- À Técnica de Apoio Luzia Aparecida Felisbino da Silva, da Seção de Conservação do Solo, pelo auxílio nos trabalhos de laboratório.
- Às Técnicas de Processamento de Dados, Silvana Cristina Teixeira e Margarete Aparecida das Chagas pelos trabalhos de digitação e editoração.
- Aos Funcionários de campo da Seção de Conservação do Solo e do Centro Experimental de Campinas pelo auxílio na condução dos experimentos de campo.
- Ao Engenheiro Agrônomo Paulo Cesar Nascimento pelo auxílio nas avaliações de cobertura do solo.
- Ao Instituto Agrônomo pela oportunidade de realizar este treinamento.
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP e ao seu corpo docente pelos ensinamentos.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro.
- A Deus, por tudo.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Sistemas de preparo e a compactação do solo	6
2.2. Capacidade de infiltração	10
2.3. Disponibilidade hídrica	15
2.4. Fertilidade do solo	18
2.5. Produção das culturas	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Área Experimental	24
3.1.1. Localização da área	24
3.1.2. Clima regional	24
3.1.3. Solo	25
3.2. Descrição do experimento de campo	26
3.3. Determinações	28
3.3.1. Potencial matricial do solo durante o ciclo do milho	28
3.3.2. Avaliação de estrutura, resistência à penetração, curva de retenção de água, capacidade de água disponível e de aeração do solo.	29

3.3.3. Infiltração e condutividade hidráulica do solo saturado no campo, com permeâmetro.	32
3.3.4. Determinação da condutividade hidráulica e da capacidade de campo	34
3.4. Análise granulométrica e da fertilidade do solo	37
3.5. Avaliações fenológicas	37
3.6. Análise dos dados	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Análise granulométrica do solo.	40
4.2. Análise química do solo	40
4.3. Densidade do solo, resistência à penetração e a distribuição de raízes.	47
4.4. Infiltração e condutividade hidráulica do solo saturado - permeâmetro de Guelph	52
4.5. Potencial matricial da água no solo	56
4.6. Retenção de água do solo	68
4.7. Capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad)	82
4.8. Condutividade hidráulica da água do solo	90
4.9. Produção das culturas	110
5. CONCLUSÕES	112
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
APÊNDICES	129

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Balanço hídrico da região de Campinas, de 1956 a 1987, pelo método de THORNTHWAITTE & MATHER (1955).	25
Figura 2. Densidade do solo, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	48
Figura 3. Valores de resistência à penetração, com penetrômetro de bolso, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo de solo.	50
Figura 4. Densidade de raiz de milho, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	53
Figura 5. Potencial matricial, na profundidade de 10 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.	57
Figura 6. Potencial matricial, na profundidade de 20 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.	58
Figura 7. Potencial matricial, na profundidade de 30 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.	59
Figura 8. Potencial matricial, na profundidade de 60 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.	60

Figura 9.	Potencial matricial, na profundidade de 90 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.	61
Figura 10.	Potencial matricial, na profundidade de 120 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.	62
Figura 11.	Precipitação diária, durante o ciclo do milho, no local do experimento	63
Figura 12.	Cobertura morta do solo (A) e cobertura pelo milho ao longo do ciclo (B), nos três sistemas de preparo do solo.	66
Figura 13.	Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 5 cm.	69
Figura 14.	Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 10 cm.	70
Figura 15.	Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 15 cm.	71
Figura 16.	Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 20 cm.	73
Figura 17.	Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 25 cm.	74

Página

Figura 18. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 30 cm.	75
Figura 19. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 45 cm.	76
Figura 20. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 60 cm.	77
Figura 21. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 75 cm.	78
Figura 22. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 90 cm.	79
Figura 23. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 120 cm.	80
Figura 24. Capacidade de aeração média, determinada para as profundidades até 30 cm, nos três sistemas de preparo de solo.	83
Figura 25. Capacidade de água disponível média, determinada para as profundidades até 30 cm, nos três sistemas de preparo do solo.	84

Figura 26. Classificação da condição estrutural do solo, em termos de capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad), para o plantio direto.	86
Figura 27. Classificação da condição estrutural do solo, em termos de capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad), para o preparo com escarificador.	87
Figura 28. Classificação da condição estrutural do solo, em termos de capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad), para o preparo convencional.	88
Figura 29. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 10 cm.	91
Figura 30. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 20 cm.	91
Figura 31. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 30 cm.	92
Figura 32. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 60 cm.	92
Figura 33. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 90 cm.	93

Figura 34. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 120 cm	93
Figura 35. Perfil de umidade do solo no sistema de plantio direto, em vários tempos e após inundação.	95
Figura 36. Perfil de umidade do solo no sistema de preparo com escarificador, em vários tempos e após inundação.	96
Figura 37. Perfil de umidade do solo no sistema de preparo convencional, em vários tempos e após inundação.	97
Figura 38. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 10 cm	99
Figura 39. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 20 cm	100
Figura 40. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 30 cm	101
Figura 41. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 60 cm	102

Figura 42. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 90 cm	103
Figura 43. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 120 cm	104

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise granulométrica do solo sob três sistemas de preparo, em diferentes profundidades (média de três repetições).	41
Tabela 2. Valores médios de matéria orgânica, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	42
Tabela 3. Valores médios de fósforo (resina), em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	42
Tabela 4. Valores médios de potássio, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	43
Tabela 5. Valores médios de cálcio, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	43
Tabela 6. Valores médios de magnésio, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	44
Tabela 7. Valores médios de pH, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	44
Tabela 8. Valores médios de saturação por bases (V%), em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	45

Tabela 9.	Comparação estatística dos dados de densidade do solo.	48
Tabela 10.	Análise estatística dos valores de resistência à penetração, com penetrômetro de bolso, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo e umidade volumétrica no momento da avaliação, a 10, 30 e 60 cm.	50
Tabela 11.	Análise estatística dos dados de densidade de raiz de milho, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.	53
Tabela 12.	Valores de infiltração e condutividade hidráulica do solo saturado (Kfs), determinadas com permeâmetro de Ghelph, na superfície, a 20 cm e a 40 cm de profundidade, nos três sistemas de preparo do solo.	54
Tabela 13.	Parâmetros da equação de GENUCHTEN & NIELSEN (1985), para cada profundidade, nos três sistemas de preparo do solo	81
Tabela 14.	Parâmetros da equação $K(\theta)$ e r^2 , para cada profundidade, nos três sistemas de preparo do solo	105
Tabela 15.	Valores de condutividade hidráulica na capacidade de campo (K_{cc}), em cm.h^{-1} para os três sistemas de preparo do solo, em cada profundidade	107

Tabela 16. Valores de umidade volumétrica (θ) em amostras de solo (θ medido) retiradas nas parcelas de drenagem após estabilização das leituras dos tensiômetros, valores calculados (θ calculado) pela equação de GENUCHTEN & NIELSEN (1985) e tensão correspondente, para os três sistemas de preparo do solo.	109
Tabela 17. Valores de produção de palha de aveia preta, estande, palha e grãos de milho nos três sistemas de preparo do solo e produção média de milho de 1983/84 a 1989/90. . .	110

**COMPORTAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM LATOSSOLO ROXO EM
FUNÇÃO DO SEU PREPARO NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)**

Autor: ORLANDO MELO DE CASTRO

Orientador: DR. SIDNEY ROSA VIEIRA

RESUMO

Com a finalidade de buscar a forma mais adequada de manejo do solo em condições edafoclimáticas específicas, fez-se o estudo de diferentes sistemas de preparo avaliando-se seus efeitos sobre as características físicas e químicas que atuam no processo de armazenamento de água e na produção de grãos da cultura de milho. O trabalho foi realizado aproveitando-se um experimento de manejo do solo iniciado em 1983/84 em um latossolo roxo distrófico muito argiloso (Typic Haplorthox), no Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agrônômico. Os tratamentos utilizados foram os de milho rotacionado com soja, após aveia preta cultivada no outono-inverno, sob preparo com escarificador, arado de discos (convencional) e plantio direto, com três repetições. As avaliações deste estudo ocorreram em 1990/91, quando se determinou: potencial matricial no ciclo do milho, densidade do solo, resistência à penetração, com penetrômetro de bolso, densidade de raízes, fertilidade do solo, cobertura

morta e pela cultura, retenção de água até 1.500 KPa, capacidade de aeração e de água disponível, infiltração e condutividade hidráulica com permeâmetro e pelo método de saturação do perfil, e produção de grãos da cultura de milho.

Os resultados obtidos revelaram que o plantio direto apresentou mais benefícios ao desenvolvimento das plantas e ao solo que o sistema convencional, entre os quais pode-se destacar: acúmulo de matéria orgânica e fósforo próximo à superfície, maior homogeneidade ao longo do perfil quanto a estrutura, com melhor desenvolvimento radicular do milho, maior infiltração e condutividade hidráulica, maior umidade no solo na fase inicial da cultura, maior reserva de água no solo abaixo de 60 cm de profundidade e maior retenção de água nas camadas mais superficiais. O preparo com escarificador apresentou muitos resultados semelhantes ao plantio direto, como teor de matéria orgânica, densidade de raiz, infiltração, condutividade hidráulica, umidade do solo e outros até melhores que o plantio direto, como maior teor de potássio, cálcio e magnésio e menor resistência à penetração. Quanto ao preparo convencional destaca-se a formação de uma camada compactada em torno de 20 cm de profundidade, que refletiu no menor crescimento de raízes abaixo desta camada. Em que pese a maior acidificação no plantio direto e os baixos teores de cálcio e magnésio, o sistema possibilitou a maior produção de grãos de milho em relação aos demais.

PHYSICAL AND CHEMICAL BEHAVIOUR OF A DUSKY RED LATOSOL AS
FUNCTION OF TILLAGE SYSTEMS IN CORN (*Zea mays* L.)

Author: ORLANDO MELO DE CASTRO

Adviser: DR. SIDNEY ROSA VIEIRA

SUMMARY

Different corn crop management systems were evaluated, considering their effects on soil physical and chemical characteristics, aiming to find the most feasible soil management for different edaphoclimatic conditions. The experiment was carried out using a crop management plot initiated in 1983/84 on a Dusky Red Latosol (Typic Haplorthox), at the "Centro Experimental de Campinas", of the Instituto Agronômico, São Paulo State, Brazil. The experiments considering the rotation of corn and soybean after oats cultivated during the autumn - winter consisted of soils prepared with: chisel plow, disc plow and no tillage, with three replications. Evaluations were done during 1990/91 and consisted of: matric potential during the corn crop cycle; soil density; penetrometer resistance; root density; soil fertility; mulch; water retention up to 1.500 KPa; air and water capacities; infiltration and hydraulic conductivity measured with the Guelph permeameter and by the profile saturation method, and corn yield.

The results showed that the treatment no tillage cropping system was better than conventional tillage for crop development and soil conditions as far as: enhancement of organic matter and phosphorus near the soil surface; higher structural homogeneity through soil profile with better corn root development; higher water infiltration and hydraulic conductivity; higher soil water content at the beginning of the crop; higher water soil content below 60 cm depth and higher soil holding capacity at soil surface layers. The chisel plow cropping system showed similar results to the no-tillage, such as organic matter content, root density, infiltration rate, hydraulic conductivity, and soil moisture. Some attributes were better than for the no tillage, such as potassium, calcium and magnesium contents, and lower penetration resistance. The conventional tillage system showed a clear compacted layer at 20 cm depth which reflected on smaller root growth in this layer. In spite of the high values of soil acidity, the lower levels of calcium and magnesium, the no tillage cropping system showed higher values of corn yield as compared to the other treatments.

1. INTRODUÇÃO

O preparo do solo usado na agricultura tem variado amplamente em termos de implementos utilizados, profundidade de trabalho e a intensidade de movimentação. Entretanto, muitas áreas agrícolas recebem o mesmo tipo de preparo na mesma profundidade por vários anos seguidos, propiciando a formação de duas camadas distintas: uma camada superficial desagregada, sujeita à formação de crosta, e outra camada subsuperficial, compactada, resultante da pressão dos implementos agrícolas, quando trabalham na mesma profundidade e agravadas em condições inadequadas de umidade.

Estas camadas compactadas, além de dificultarem a infiltração de água no solo e a penetração das raízes, reduzem a quantidade de água armazenada, expondo as plantas a períodos de déficits hídricos que podem afetar a produção.

Nos últimos anos se passou a questionar a utilização de sistemas de preparo que mobilizam excessivamente a camada arável do solo, favorecendo a erosão, o predomínio de determinadas espécies de ervas invasoras, o agravamento de certas pragas e doenças de solos e, principalmente, aumentando a relação custo/benefício.

O preparo excessivo do solo, o monocultivo e a eliminação dos resíduos culturais são as principais causas do processo acelerado de degradação física dos solos, pois tais práticas levam à oxidação da matéria orgânica, desagregação do solo por ação das gotas de chuva e erosão acelerada.

O estado em que se encontra a superfície do solo determinará a velocidade de infiltração da água da chuva, bem como a presença da camada superficial desagregada sobre uma camada compactada. As operações de preparo do solo podem alterar a velocidade de infiltração e a capacidade de armazenamento de água, não só pelo efeito na estrutura do solo, mas também pela manutenção de resíduos na superfície que podem minimizar as perdas de água por evaporação.

Sistemas conservacionistas de preparo do solo constituem um meio com potencial para reduzir as perdas de água por evaporação e erosão, aumentando o armazenamento de água no solo (SIDIRAS et al., 1982). Destes sistemas, os de maior uso são o plantio direto e o preparo com arado escarificador. Estes sistemas mantêm o solo com maior umidade, em relação aos sistemas convencionais, por aumentar a infiltração e por reduzir a evaporação, devido à cobertura morta que fica na superfície. Isto é mais evidente no plantio direto, pois os restos culturais ficam totalmente na superfície, reduzindo as possibilidades de evaporação de água do solo.

O aumento de umidade do solo necessariamente não implica em mais água disponível às plantas, pois se a estrutura do solo resultante do manejo adotado aumentar a microporosidade, a água pode ficar mais fortemente retida, aumentando a força necessária para sua extração (LETEY, 1991). Esta é uma situação que ocorre no plantio direto. A não-movimentação periódica do solo torna-o mais compactado que o convencional na camada arável, aumentando a retenção de água. Por outro lado a cobertura morta no plantio direto reduz a evaporação, prolongando o período úmido do solo, fase em que a água é mais fracamente retida.

A menor mobilização do solo também afeta a disponibilidade de nutrientes às plantas, pois concentra os nutrientes nas camadas superficiais, formando camadas estratificadas de concentração (MUZILLI, 1983). Por outro lado, a absorção de nutrientes está relacionada com o desenvolvimento do sistema radicular que será determinado pela presença ou não de camadas compactadas.

Nos últimos anos, com a introdução de novos implementos agrícolas na busca de mudar os sistemas de preparo do solo, vem se desenvolvendo sistemas de preparo que visam diminuir o tráfego de máquinas e implementos agrícolas sobre o solo. Com a finalidade de contribuir para definir de forma mais adequada o manejo do solo, sob dadas condições de solo e clima, foi conduzido o presente trabalho. O objetivo foi o estudo do efeito de diferentes sistemas de preparo do solo sobre as características físicas e químicas que atuam no processo de armazenamento de água no solo e na produção de grãos da cultura de milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As primeiras ferramentas de preparo do solo foram feitas de pedras, madeira e, possivelmente, de ossos e conchas. Foram utilizadas para eliminar ervas invasoras e fazer um sulco superficial que permitisse a colocação das sementes no solo. Mais tarde, animais foram usados para puxar hastes de madeira em formas apropriadas que, com o tempo, foram munidas com pontas ou partes de metal. Posteriormente, o ferro foi utilizado na confecção de implementos, até chegar ao arado de aiveca de tração animal e, com isto, possibilitar o aumento das áreas trabalhadas. A sua invenção revolucionou a agricultura mundial (CASTRO, 1989).

Desde então, o preparo do solo vem evoluindo, com implementos cada vez maiores, tracionados por tratores cada vez mais pesados e potentes. Mas, muitos efeitos negativos acompanham os benefícios obtidos com essa evolução, como a compactação do solo abaixo da camada preparada, comumente chamadas de "pé-de-grade" ou "pé-de-arado".

/Estas camadas compactadas, além de dificultarem a infiltração de água no solo, reduzem a quantidade de água armazenada e o desenvolvimento do sistema radicular é prejudicado, seja por falta ou por excesso de água (CASTRO et al., 1987a). A redução na infiltração implica no aumento do escoamento superficial, com maior transporte de terra e conseqüente empobrecimento do solo agrícola.

Nas duas últimas décadas, muito se tem questionado sobre a utilização de sistemas de preparo que mobilizam excessivamente o solo, favorecendo a erosão. Neste sentido, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos procurando alternativas de sistemas de preparo do solo, visando sua conservação, mas sem prejuízo à produção das culturas. Estes sistemas, denominados preparos conservacionistas do solo, segundo Sammer et al. (1986) citados por DERPSCHE et al. (1991), garantem uma camada de cobertura morta próxima a superfície, através da mistura, com o solo, dos restos vegetais existentes após a colheita da planta comercial e/ou da planta de adubo verde, ou onde estes restos vegetais permanecem sobre o solo como cobertura, sem serem incorporados. As sementes são depositadas no solo através desta camada de restos vegetais. Para ALLMARAS & DOWDY (1985) são conservacionistas os métodos de preparo do solo e plantio, nos quais mais de 30% do solo permanecem cobertos por restos vegetais após a semeadura.

2.1. Sistemas de preparo e a compactação do solo

É comum encontrar, em áreas sob preparo convencional, com aração e gradagens, camadas compactadas próximas à superfície. As operações de preparo do solo sempre na mesma profundidade formam, gradativamente, esta camada. Ao passar pelo solo, qualquer implemento de preparo provoca a compactação de uma camada cuja espessura pode ser aumentada pelo excesso de umidade no momento da operação. Se o implemento for passado sempre na mesma profundidade, esta camada, aos poucos, vai ficando tão densa que dificulta a infiltração de água e a penetração das raízes no solo.

Contraopondo-se aos sistemas de preparo com mobilização total do solo superficial, foi desenvolvido um sistema com mobilização apenas na linha de semeadura, com o restante da superfície do solo ficando coberta pelos restos da cultura anterior. Este sistema tem recebido denominações várias como plantio sem preparo, semeadura na palha e plantio direto.

Mas o não-revolvimento do solo no plantio direto provoca adensamento da camada superficial que se traduz por aumento da densidade do solo e redução da porosidade, devido à diminuição do volume de macroporos (SIDIRAS et al., 1982).

Em trabalhos onde se comparam sistemas de preparo, via de regra a densidade do solo e a resistência à penetração são maiores no plantio direto na camada superficial, enquanto que abaixo desta a tendência é de ser igual ou maior no sistema convencional. Isto pode ser observado nos trabalhos de SIDIRAS et al., 1982; BLEVINS et al., 1983; VIEIRA & MUZILLI, 1984; CENTURION & DEMATTÊ, 1985 e CASTRO et al., 1987b.

Por outro lado, trabalhos de MACHADO & BRUM (1978) e LEITE & MEDINA (1984) mostraram valores de densidade do solo menores em plantio direto em comparação ao sistema convencional.

Estas contradições observadas na literatura se devem principalmente à falta de informação dos trabalhos quanto ao tipo de equipamento utilizado no plantio e época de amostragem. No caso da máquina de semeadura para plantio direto ser provida de sulcador na adubadeira, isto reduz a compactação superficial do plantio direto (DERPSCH et al., 1991). Com relação à época de amostragem, DERPSCH et al. (1991), trabalhando com sistemas convencional, escarificador e plantio direto na cultura de trigo, em latossolo roxo, mostram que as densidades do solo superficiais são iguais antes do preparo e ao final do ciclo do trigo mas significativamente maiores no plantio direto da semeadura até o espigamento.

Uma regra geral que se encontra nestes trabalhos já citados é a compactação subsuperficial no sistema de preparo convencional, logo abaixo da camada mobilizada. De acordo com CAMARGO (1983), esta compactação é formada pelas rodas do trator, que exercem pressão para baixo sobre a camada não cortada pelos discos do arado. Além disso, o elemento cortante do arado ou grade exerce também uma pressão sobre o solo na área de contato, acentuando a compactação. Esta operação realizada com o mesmo equipamento e sempre na mesma profundidade leva à formação de uma capa compactada, chamada "pé-de-grade" ou "pé-de-arado".

Tal fato não se observa quando se utilizam equipamentos de preparo providos de hastes, como os arados escarificadores. Assim é, que solos preparados com este tipo de equipamento tendem a apresentar valores de densidade do solo e/ou resistência menores que o sistema convencional e com menor diferenciação entre camadas, conforme relatado por DERPSCH et al., 1986; OLIVEIRA et al., 1990; DE MARIA et al., 1993.

Quando se fala em compactação do solo, uma das preocupações é o crescimento radicular. Não se dispõe de muitos trabalhos sobre avaliação de sistema radicular em diferentes situações de preparo do solo para nossas condições. VIEIRA (1981), numa comparação entre o sistema convencional e plantio direto com a cultura de soja, mostrou que neste último o sistema radicular apresentou uma distribuição melhor em profundidade, superando o sistema convencional em 50% do volume de raiz abaixo dos 20 cm.

DE MARIA et al., (1993) mostraram que, no sistema de plantio direto em latossolo roxo, a soja apresentou, em relação ao preparo convencional, densidade radicular duas vezes maior na camada abaixo dos 20 cm, onde o solo arado apresentava o "pé-de-arado", apesar dos valores de resistência à penetração e densidade do solo serem semelhantes, sendo maior apenas na camada superficial do plantio direto.

CANNEL (1981) sugeriu que o melhor desenvolvimento radicular em solos não-mobilizados é devido à continuidade dos poros, mantidos pelos canais de raízes que apodrecem e pelas minhocas, sendo que a atividade destas depende da cobertura morta. LAL (1978), trabalhando na Nigéria em solos não-mobilizados, com e sem cobertura morta, verificou menor crescimento radicular de milho e menor atividade de minhocas no solo descoberto. A descontinuidade dos poros explica o menor crescimento radicular no sistema convencional pois, ao atingir a camada compactada, as raízes não têm por onde penetrar e, se a resistência for maior que a força que ela pode exercer, a tendência é o crescimento lateral (CAMARGO, 1983). A umidade do solo pode minimizar o problema, visto que a presença da água reduz a resistência à penetração.

Com relação ao crescimento radicular no plantio direto, DREW & SAKER (1978), observaram que o aumento de nutrientes na camada superficial, especialmente fósforo, pode levar a um desenvolvimento excessivo de radículas nesta camada, que num período de seca prolongada, pode prejudicar a planta se não houver um crescimento em profundidade.

2.2. Capacidade de infiltração

O aumento da infiltração de água nos solos, por meios mecânicos ou biológicos, é uma das mais importantes medidas no controle da erosão hídrica. A vegetação, a umidade antecedente e a estrutura podem afetar a infiltração de água no solo (LAL, 1979).

Valores de densidade do solo maior e macroporosidade menor em solos sob plantio direto levam a pensar que a infiltração neste sistema de plantio deva ser menor que no preparo convencional, onde a superfície normalmente é mais porosa. Mas isto contraria os inúmeros trabalhos sobre perdas de solo e água por erosão, onde o plantio direto reduz as perdas em até 80% em relação aos sistemas convencionais de preparo do solo (MANNERING & BURWELL, 1968; HARROLD, 1972; BENATTI et al., 1977; VIEIRA et al., 1978; MONDARDO et al., 1979; CASTRO et al., 1986).

Esta aparente contradição pode ser explicada pela ação física da chuva sobre o terreno descoberto. As gotas de chuva ao atingirem o solo já desestruturado pelo preparo, desagregam ainda mais as partículas de solo, provocando sua penetração nos poros, levando ao que se denomina de encrostamento. Conseqüentemente, apesar da maior porosidade do solo no preparo convencional, a água tem dificuldade em penetrar e grande parte perde-se pelo escoamento superficial. Os resíduos que cobrem o terreno no plantio direto amortecem o impacto da chuva, eliminando este encrostamento e mantendo a capilaridade do solo.

A cobertura funciona também como obstáculo ao escoamento da água, retendo-a mais tempo na superfície e favorecendo sua infiltração (EHLERS, 1975; SIDIRAS et al., 1984).

A influência da cobertura morta na intensidade de infiltração da água relaciona-se com a qualidade e quantidade dos resíduos vegetais que a constituem. Em princípio, culturas com alta produção de palha e sendo esta formada por material mais fino, dão origem a coberturas mortas densas e espessas, que protegem bem o solo e favorecem a infiltração. SIDIRAS & ROTH (1987), estudando estes efeitos, concluíram que a resteva da aveia preta era a que proporcionava maiores taxas de infiltração de água, em relação às outras espécies de gramíneas e leguminosas.

O sistema de plantio direto sem cobertura morta, ou com pouca cobertura, pode ser tão danoso como o sistema convencional. ROTH & MEYER (1983) obtiveram uma infiltração básica determinada com chuva simulada de 59 mm/h num latossolo roxo com plantio direto; retirando-se porém a cobertura morta, a infiltração caiu para 17 mm/h. Isto representou uma queda de 71% só devido à remoção da cobertura, sendo menor que a infiltração obtida no preparo convencional, de 28 mm/h.

Quanto à quantidade ideal de cobertura no solo para garantir uma alta infiltração, e conseqüente controle da erosão, diversos autores, como MANNERING & MEYER (1963), HUDSON (1971) e LAL (1982), afirmam que de 4 a 6 t/ha de cobertura morta por ano são suficientes para se obter 100% de solo coberto, o que permitiria infiltração total da água de chuva.

LOMBARDI NETO et al., (1988), trabalhando em Campinas-SP, num latossolo roxo com 13% de declive, obtiveram com 4 a 6 t/ha de restos de milho cerca de 70% de cobertura e 75% de controle das perdas de solo e água em relação ao solo descoberto. Estes níveis de cobertura na região Sudeste do Brasil só podem ser conseguidos com dois cultivos ao ano e com rotação de culturas que tenham gramíneas, pois estas garantem coberturas mais duráveis, por terem relação C/N alta.

Além da cobertura do solo, outro fator que atua no processo de infiltração é a continuidade dos poros e a presença de camadas compactadas. No sistema convencional, tem-se uma camada de solo preparado com predominância de macroporos que permite uma velocidade de infiltração sempre maior que na camada abaixo, quando esta está compactada pelo uso contínuo de um mesmo sistema de preparo. Assim é que DALLA ROSA (1981), trabalhando em latossolo roxo, determinou uma infiltração básica de 8 mm/h, medida com infiltrômetro na camada compactada, situada a 25-30 cm, enquanto que na superfície obteve valores 6 vezes maiores e abaixo dela 24 vezes maiores, onde o solo praticamente não sofreu efeitos do manejo.

DERPSCH et al., (1991), trabalhando com vários dados de infiltração obtidos com simulador de chuvas com diferentes tipos de cobertura e estágio de desenvolvimento de plantas, calcularam um índice para melhor definir o encrostamento.

Este índice é composto pela soma da erosividade existente um mês antes das medições de infiltração, corrigido pelo grau de cobertura do solo durante o mesmo mês. Foram encontradas correlações altamente significativas entre este índice e a infiltração total. As diferenças de densidade do solo e proporção de macroporos praticamente não influenciaram na infiltração. Evidentemente, portanto, a infiltração e, com esta, a suscetibilidade a erosão, são primeiramente definidas pelas condições na superfície do solo, ou seja, pela formação de um encrostamento superficial mais ou menos pronunciado como conseqüência da erosividade das chuvas e da cobertura do solo.

Em vista do exposto acima, é de se concluir que avaliações de infiltração em trabalhos sobre preparo do solo devem apresentar resultados mais próximos das condições naturais quando realizados com simuladores de chuva. De fato, resultados obtidos por DERPSCH et al., (1986), ROTH et al., (1988) e ARZENO (1990) com simulador de chuva mostraram que a infiltração no plantio direto pode ser 2 vezes maior que no sistema convencional, ficando o preparo com escarificador numa posição intermediária.

Por outro lado, determinações realizadas com infiltrômetros têm apresentado resultados diametralmente opostos. Estudo comparativo realizado por SIDIRAS & ROTH (1987) indicou valores de infiltração maiores no preparo convencional que no plantio direto quando determinada com infiltrômetros e com valores até 6 vezes maiores que os obtidos no sistema com chuva simulada. Diferenças deste tipo foram também apresentadas por VIEIRA & MUZILLI (1984) e CASTRO et al., (1987a).

"Evidentemente, o processo de selamento superficial, decisivo para a formação de erosão não ocorre nos anéis do infiltrômetro. Contudo, as determinações obtidas com infiltrômetros reproduzem bem a proporção de poros existentes no solo, encontrando-se correlações significativas entre proporção de macroporos e infiltração" (SIDIRAS & VIEIRA, 1984).

A condutividade hidráulica pode fornecer dados que ajudam a caracterizar o movimento da água no solo. Sendo dependente do número, continuidade e tamanho dos poros, é um parâmetro que pode ser útil na diferenciação dos efeitos de sistemas de preparo na movimentação de água no perfil. A compactação do solo e a descontinuidade dos poros reduz significativamente a condutividade hidráulica do solo saturado. Durante uma chuva pesada, a continuidade dos poros, principalmente poros grandes deixados por minhocas e insetos, pode permitir uma drenagem mais rápida da água para camadas mais profundas abaixo até da zona radicular. Em princípio, o plantio direto, por apresentar um sistema permanente de bioporos e canais deixados por raízes que apodrecem, tem esta situação de drenagem (BOONE, 1988). De fato ARZENO (1990) obteve valores de condutividade hidráulica do solo saturado nos sistemas de plantio direto e escarificador cerca de duas vezes maior que no sistema convencional em um latossolo roxo.

Quando o solo se encontra insaturado, a condutividade hidráulica, dita não saturada, é reduzida. Nesta situação, ROTH et al., (1988) não encontraram diferenças entre sistemas de preparo do solo em diferentes profundidades, observando redução da condutividade nas camadas mobilizadas em relação à camada mais profunda que não foi afetada pelos preparos.

2.3. Disponibilidade hídrica

O sistema do preparo do solo é uma das formas pela qual pode-se aumentar ou diminuir, tanto a erosão como o armazenamento de água na zona radicular. Para as condições climáticas do Estado de São Paulo, onde é freqüente a ocorrência de veranicos, a adoção de sistemas capazes de manter mais água disponível para as plantas é importante para se evitar quebras na produção.

A drenagem interna, condicionada pela estrutura do solo, e a evaporação, condicionada pela cobertura e encrostamento superficial, são fatores preponderantes no armazenamento de água no solo.

A evaporação de água do solo, sob condições de campo, ocorre por meio de uma série de ciclos de secagem interrompidas por precipitações ocasionais. Após umedecimento do solo, a evaporação pode ser caracterizada por três estádios. O primeiro estádio, ou de taxa constante, ocorre quando a superfície está úmida e envolve rápida perda de água controlada basicamente pelas condições externas. Quando se estabelece uma resistência ao fluxo de perda de água há um decréscimo exponencial na taxa de evaporação, caracterizando o segundo estádio, que é regido mais pelas condições intrínsecas do solo. O terceiro estádio é caracterizado por uma evaporação muito baixa, mas constante, onde o movimento de água através da superfície do solo seco é principalmente por difusão de vapor.

Tentar limitar a evaporação de água utilizando-se cobertura morta, como no plantio direto, pode ter pequenos benefícios a longo prazo, a menos que a redução na taxa de evaporação inicial permita que se tenha acréscimo na percolação, aumentando a água disponível no solo. Independentemente da cobertura do solo, a evaporação cumulativa de um solo nu ou coberto pode ser muito semelhante após um período prolongado de secamento. Porém, quando se tem chuvas sucessivas, em que o solo não chega a secar, a evaporação cumulativa é menor no solo coberto com restos culturais, podendo resultar em aumento na água armazenada (BOND & WILLIS, 1969). Assim, a cobertura morta atenua os efeitos de veranicos, pois prolongando o período de umidade reduz a possibilidade de ocorrer déficits hídricos para a cultura instalada.

BOND & WILLIS (1970), trabalhando com diferentes quantidades de palha para cobertura do solo, verificaram que no solo descoberto, com taxa de evaporação em torno de 8 mm/dia, o primeiro estágio do processo é de cinco dias. Com a cobertura morta há redução na taxa de evaporação, sendo que, com 4,5 t/ha é de 2,5 mm/dia, o que permite que o primeiro estágio se prolongue por vinte dias. Como não se fez reumedecimento do solo, por volta de trinta dias todos os tratamentos estavam na mesma taxa de evaporação, correspondente ao terceiro estágio.

Portanto, a grande influência da cobertura do solo está na primeira fase do processo, reduzindo a taxa de evaporação e prolongando este período. Essa redução da evaporação se deve não só à ação da cobertura em si, que dificulta a saída do vapor d'água, mas também ao menor aquecimento do solo e redução da secagem superficial por ação do vento.

Este efeito da cobertura morta sobre a evaporação explica as vantagens que o plantio direto apresenta em relação ao preparo convencional na disponibilidade hídrica em diversos trabalhos. Determinações realizadas por VIEIRA (1981) em cultura de soja, mostraram que o solo sob plantio direto pode conter até 15% a mais de água que o convencional na profundidade de 0-5 cm, em períodos de estiagem. SIDIRAS et al. (1983) determinaram, no plantio convencional, um déficit hídrico de 23% durante verânico na cultura de soja, enquanto o plantio direto apresentou 20% de água disponível para as plantas e o preparo com escarificador 5% de água disponível, na camada de 0-10 cm de profundidade. DERPSCH et al. (1986), trabalhando com trigo no Paraná, verificaram que, apesar das baixas precipitações, o plantio direto teve água disponível para a cultura cerca de 30 dias a mais que o sistema convencional, na camada de 0-20 cm de profundidade. Essa é uma das razões porque o plantio direto apresenta menor variação de produção ao longo dos anos. As vantagens do plantio direto são citadas por BLEVINS et al. (1971), LAL (1975), PHILLIPS (1984) e ARZENO (1990).

2.4. Fertilidade do solo

Os sistemas de preparo provocam modificações na fertilidade do solo, uma vez que a quantidade, a distribuição e a disponibilidade dos nutrientes podem ser alteradas em função das diferentes operações realizadas. As principais alterações na fertilidade do solo sob sistemas de preparo reduzido e plantio direto em relação aos sistemas convencionais são função da não-movimentação do solo, que determina uma tendência para o acúmulo na superfície de material orgânico e de nutrientes. Outro fator é a erosão do solo, muito mais acentuada nos sistemas convencionais, determinando perdas significativas de nutrientes, e conseqüentemente maior empobrecimento do solo (CASTRO et al., 1986).

O teor de matéria orgânica nos solos com menor mobilização mecânica tende a ser mais alto nas camadas superficiais (MUZILLI, 1983; ELTZ et al., 1989). Mas, este acúmulo de matéria orgânica é dependente do tipo de solo, clima e quantidade de resteva produzida pelas culturas. Assim é que CASTRO et al. (1987b) não encontraram diferenças significativas no teor de matéria orgânica entre plantio direto e preparo convencional em Latossolo de textura média na região de Casa Branca-SP, mas em Latossolo argiloso na região de Itatiba-SP o plantio direto apresentou acréscimos significativos no teor de matéria orgânica.

A introdução de gramínea no sistema de produção parece ser fundamental para manter os níveis de matéria orgânica elevados no solo. DE MARIA & CASTRO (1993) mostraram que a aveia preta leva a maiores teores de matéria orgânica na camada arável do solo que a crotalária. Por outro lado, ALVES (1992), trabalhando com diferentes coberturas vegetais de inverno no plantio direto, não observou diferenças no teor de matéria orgânica.

Alguns autores (SHEAR & MOSCHLER, 1969; TRIPLETT Jr. & DOREN Jr., 1969; BLEVINS et al., 1978) afirmaram que, em áreas sob plantio direto, o aumento de cálcio e magnésio nas camadas mais superficiais só apareceu após um período prolongado de uso desse sistema, pela reciclagem que as culturas promovem. Nos trópicos, via de regra, isto não tem sido observado (MUZILLI, 1983; CENTURION et al., 1985; CASTRO et al., 1987b; OLIVEIRA et al., 1990); talvez em função da predominância da baixa CTC e da boa drenagem desses solos não ocorre este acúmulo de bases trocáveis nas camadas superficiais. Isto pode colaborar para a maior acidificação observada por alguns autores no sistema de plantio direto (SHEAR & MOSCHLER, 1969; JUO & LAL, 1979; CASTRO et al., 1987b; OLIVEIRA et al., 1990). Contribuíram para isto o acúmulo de matéria orgânica e de resíduos da adubação química, sobretudo de fertilizantes nitrogenados, nas camadas superficiais. Quando o nitrogênio é lixiviado na forma de nitrato há sempre uma quantidade equivalente de cátions sendo removidos (SHEAR & MOSCHLER, 1969).

Teores de fósforo mais elevados nas camadas superficiais em sistemas de preparo reduzido têm sido determinados por diversos autores (SHEAR & MOSCHLER, 1969; MUZILLI, 1983; CENTURION et al., 1985; ELTZ et al., 1989) e têm sido explicados como consequência da pequena mobilização do solo, que mantém o adubo residual na profundidade de aplicação e os restos culturais na superfície. Nos sistemas convencionais de preparo, o adubo residual e os restos vegetais são misturados a profundidades de até 20 cm, o que facilita a adsorção específica do fósforo, pelo maior contato com sesquióxidos de Fe e Al do solo (DE MARIA & CASTRO, 1993).

Com relação ao potássio, alguns autores verificaram acúmulo de potássio na superfície em função de preparo reduzido (DREW & SAKER, 1980; CENTURION et al., 1985; ROBBINS & VOSS, 1991), outros não (SHEAR & MOSCHLER, 1969; MUZILLI, 1983; ELTZ et al., 1989). Esse acúmulo provavelmente depende do tipo de solo (textura, mineral de argila), do regime de drenagem e da quantidade adicionada na adubação. CASTRO et al. (1987b), trabalhando em dois latossolos, um argiloso e outro de textura média, ambos com adubação acima do recomendável pela análise, verificaram acúmulos de potássio apenas no plantio direto do solo de textura argilosa. DE MARIA & CASTRO (1993), trabalhando com amostras periódicas ao longo de sete anos em três sistemas de preparo, observaram acúmulos de potássio no solo sob plantio direto e preparo com arado escarificador, acúmulo este que foi eliminado num ano excessivamente chuvoso para as condições locais.

2.5. Produção das culturas

O rendimento da cultura é função da combinação dos diferentes fatores abordados anteriormente, não se esquecendo dos fatores químicos. Um solo bem estruturado, sem impedimento físico para o crescimento das raízes, com boa disponibilidade de nutrientes essenciais e água e sem competição de ervas invasoras pode garantir produções satisfatórias.

Além do preparo do solo, o sistema de rotação de culturas utilizado pode ter grande influência na produtividade. Os sistemas de rotação de culturas que incluem leguminosas, aumentam o teor de nitrogênio total do solo e, conseqüentemente, aumentam a produtividade das culturas subseqüentes, desde que sejam exigentes quanto a este elemento. Este fato foi constatado por MEDEIROS et al. (1987), trabalhando em solo podzólico vermelho-escuro, onde o feijão guandu, em três anos, aumentou o nitrogênio total em aproximadamente 900 kg, em relação ao pousio/milho. Sistemas com outras leguminosas (trevo, lablabe, etc.) aumentaram em torno de 700 kg/ha. Conseqüentemente, o rendimento de milho no sistema aveia + trevo/milho foi 3300 kg/ha a mais do que o sistema pousio/milho.

DERPSCH (1984), trabalhando com os sistemas de plantio direto, escarificador e convencional na cultura de milho, com e sem adubação nitrogenada, não observou grandes diferenças entre sistemas de preparo, mas sim para o efeito do tremoço branco no inverno em relação ao pousio, embora nos dois casos houvesse resposta ao nitrogênio aplicado.

Nesta mesma linha, CASTRO (1989), num experimento conduzido em Campinas-SP, verificou que o milho cultivado após duas leguminosas, soja e crotalária, nos tratamentos com preparo do solo, dispensou a adubação nitrogenada em cobertura, enquanto que no plantio direto houve resposta para adubação com nitrogênio, sendo mais acentuada quando havia aveia preta no inverno. Isto ocorre porque, no plantio direto a decomposição dos restos vegetais é mais lenta que nos solos preparados, onde a liberação dos nutrientes dos restos vegetais é acelerada.

As gramíneas como milho e trigo têm sido mais responsivas à rotação de culturas que a soja, pois esta não é dependente do nitrogênio deixado por cultivos anteriores. A resposta das culturas à ação do sistema de preparo utilizado é muito em função dos fatores hídricos e de controle de ervas invasoras. Quando se tem o sistema de plantio direto com boa cobertura do solo, consegue-se bom controle na emergência de ervas invasoras e melhor controle da umidade do solo (ALMEIDA & RODRIGUES, 1985).

DOREN Jr. (1965) verificou que as produções de milho foram diretamente proporcionais à fração da superfície do solo com cobertura morta, o que está associado à maior quantidade de água armazenada. DOREN Jr. et al. (1976) obtiveram maiores produções de milho em plantio direto quando a cobertura morta atingiu 70 a 80% do solo após o plantio. A cobertura, além de permitir maior infiltração de água, reduziu a quantidade perdida por evaporação.

SHANHOLTZ & LILLARD (1969) verificaram, em testes controlados, que a cultura de milho plantada em plantio direto utilizou cerca de 81% da água total disponível no perfil do solo e da chuva durante a fase de crescimento. No sistema convencional utilizou 57% da água disponível. Isto mostra que, quando ocorrem secas de curta duração, o sistema de plantio direto pode minimizar os efeitos da estiagem. Exemplo disto é o trabalho de SIDIRAS et al. (1983), já citado, onde o déficit hídrico que ocorreu no sistema convencional, durante um veranico na fase de enchimento de grão da cultura de soja, significou 33% a menos na produção em relação ao sistema de plantio direto.

Em função do exposto pode-se dizer que, em condições de boa distribuição de chuva no ciclo das culturas, é de se esperar produções semelhantes entre sistemas de preparo, mas ocorrendo períodos de seca ou de excesso de chuvas, os sistemas conservacionistas, especialmente o plantio direto, tendem a levar a maiores produções, desde que outros fatores de produção, como adubação e controle de ervas invasoras sejam satisfatórios.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área Experimental

3.1.1. Localização da área

O experimento localiza-se no Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agronômico, na latitude 22°53' sul, longitude 47°04' oeste, e altitude média de 660 m.

3.1.2. Clima regional

A região de Campinas, de acordo com a classificação climática de Koeppen, tem o clima definido como uma transição entre os tipos Cwa e Cfa, significando clima tropical de altitude com inverno seco e verão úmido. A temperatura do mês mais quente (fevereiro) é superior a 22°C e a do mês mais frio (junho) menor que 18°C. O total médio de chuva anual é 1382 mm, sendo que o período mais chuvoso é de outubro a março, com um total de 1048 mm, representando 75% do total anual. O período mais seco é de junho a setembro, quando se tem uma deficiência hídrica no solo, da ordem de 7 mm, conforme pode ser observado na Figura 1, que apresenta o balanço hídrico na região de Campinas.

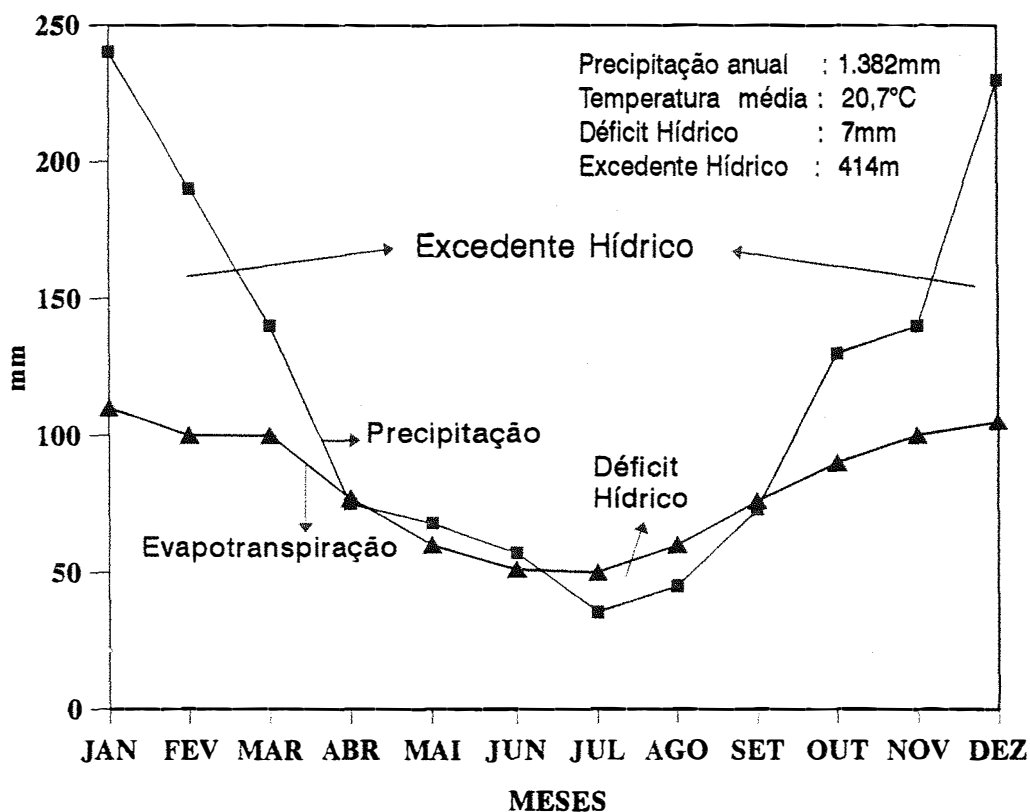


Figura 1. Balanço hídrico da região de Campinas, de 1956 a 1987, pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955).

3.1.3. Solo

O solo foi identificado no levantamento pedológico detalhado do Centro Experimental de Campinas¹, como latossolo roxo distrófico, com horizonte A moderado, textura muito argilosa, unidade Barão Geraldo. Na classificação americana corresponde ao Typic Haplorthox. A declividade da área experimental é de 6% no sentido sul-norte.

¹ OLIVEIRA, J.B. de - Seção de Pedologia, Instituto Agrônomo, 1990. Comunicado pessoal.

3.2. Descrição do experimento de campo

O experimento utilizado foi iniciado no ano agrícola de 1983/84, sendo que as determinações relativas a este estudo foram realizadas em 1990/91, portanto no 8.º ano agrícola.

Nesta área experimental são utilizados três sistemas diferentes de preparo primário do solo: arado de discos, arado escarificador e plantio direto, em parcelas de 15 m x 15 m.

As culturas de verão utilizadas são milho e soja, em sistema contínuo e em rotação, resultando em três sistemas de manejo de culturas: milho contínuo, soja contínua e rotação milho-soja. No outono-inverno as parcelas são divididas ao meio sendo uma metade semeada com aveia preta (*Avena strigosa*) e a outra metade com *Crotalaria juncea*. Desse modo tem-se as culturas de primavera-verão sempre semeadas após aveia preta e crotalária, o que faz seis diferentes tratamentos de culturas, em três sistemas de preparo do solo, com três repetições.

Neste trabalho utilizou-se apenas o tratamento milho em rotação após aveia preta nos três sistemas de preparo do solo, por ser o tratamento que tem apresentado, ao longo dos anos, as maiores diferenças na produção do milho, tanto para efeito de rotação como para preparo do solo.

Desse modo, tem-se milho após aveia preta com plantio direto, arado de discos e escarificador, com três repetições, em parcelas de 7,5 m x 15 m.

O preparo primário com arado de discos, aqui considerado como preparo convencional (PC), foi realizado com arado reversível de três discos de 28" a uma profundidade de 20 cm, seguido de duas passadas de grade niveladora.

O preparo com escarificador (PE) consistiu de preparo primário com arado escarificador de sete hastes tipo oblíqua, com espaçamento entre os sulcos de 33 cm e profundidade de trabalho de 30 cm. Após a escarificação fez-se a gradeação por duas vezes.

O sistema de plantio direto (PD), consistiu da semeadura do milho sem preparo prévio do solo, com semeadeira adequada para o sistema, com disco ondulado para corte da palha, disco duplo na linha de semente e facão sulcador de 12 cm para colocar o fertilizante a 10 cm de profundidade. O controle de ervas invasoras emergidas no plantio direto foi realizado com 1,5 l/ha de glifosate + 0,5 l/ha de 2,4 D, duas semanas antes da semeadura do milho. Nos tratamentos PC e PE fez-se a aplicação de 5 l/ha de atrazina + metolachlor após a semeadura em pré-emergência das ervas invasoras e do milho.

O milho utilizado foi o cultivar C-606 da Cargill, semeado a 1,0 m entrelinhas e 7-8 sementes por metro, deixando após desbaste 6 plantas por metro.

A adubação de plantio, realizada em 5/12/90, consistiu de 10 kg/ha de N, 50 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de K_2O ; aos 50 dias após a emergência fez-se uma adubação de cobertura com 90 kg/ha de N, com sulfato de amônio. Em abril de 1985, cinco anos antes deste estudo, foi realizada uma calagem com 2,4 t/ha de calcário dolomítico, sendo incorporado de acordo com o preparo de cada tratamento, ou seja, no plantio direto o calcário foi deixado na superfície.

3.3. Determinações

3.3.1. Potencial matricial do solo durante o ciclo do milho

Após a emergência do milho, em 12/12/90, foram instalados, em cada parcela, uma bateria de tensiômetros de mercúrio nas profundidades de 10, 20, 30, 60, 90 e 120 cm. As leituras dos tensiômetros foram diárias a partir de 15/12/90.

As leituras da coluna de mercúrio foram transformadas em tensão de água pela fórmula:

$$\Psi_{h_2} = -12,6 H + h_1 + h_2 \quad (1)$$

onde:

Ψ_{h_2} = tensão da água no solo na profundidade h_2 , em cm de coluna d'água;

H = leitura da coluna de mercúrio em cm;

h_1 = altura do reservatório de mercúrio ao solo, em cm;

h_2 = profundidade do tensiômetro no solo, em cm.

3.3.2. Avaliação de estrutura, resistência à penetração, curva de retenção de água, capacidade de água disponível e de aeração do solo.

Após a colheita do milho foram abertas trincheiras de 1,50 m de profundidade e 1,0 m de largura em cada parcela, para leitura de resistência à penetração com penetrômetro de bolso, e coleta de amostras indeformadas com anéis volumétricos de 100 cm³, nas profundidades de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 75, 90 e 120 cm.

Para a determinação de resistência à penetração fez-se um alisamento de superfície da trincheira onde se colocou um quadro de 60 cm x 60 cm, quadriculado de 5 cm x 5 cm, considerando a superfície como profundidade zero. No centro de cada quadrado se fez uma leitura com penetrômetro de bolso modelo ELE, fazendo-se a média dos 12 pontos de cada profundidade, ficando assim com um valor médio para cada profundidade de cada trincheira.

Os anéis volumétricos foram coletados na mesma parede em que se fez a medição com penetrômetro, tomando-se o cuidado de cravá-los com o macaco hidráulico entre os pontos deixados pelo aparelho. Após a retirada dos anéis, eles foram limpos por fora, tampados e vedados com fita crepe para não perder água. Logo após a coleta foram levados ao laboratório, destampados, pesados e na base cortante do anel fixou-se uma gaze com elástico para em seguida serem colocados em bandeja plástica para saturação.

Inicialmente se colocou uma lâmina d'água de 1 cm e 24 horas depois se completou de água até a borda superior dos anéis, mas sem cobri-los de água. Após 24 horas, as amostras foram retiradas da bandeja, deixando-se escoar o excesso de água para posterior pesagem.

Em seguida as amostras foram colocadas na mesa de tensão circular de 0,60 m de diâmetro e 15 cm de altura, fechada com tampa e cujo meio de tensão é constituído de esferas de vidro com diâmetro médio de 35 μm , utilizada para tensões até 8 KPa. Os pontos da curva característica determinados pesando as amostras após ter atingido o equilíbrio a não mais perder água foram: 0,5; 2,0; 5,0 e 6,0 KPa. Posteriormente, as mesmas amostras foram levadas às câmaras de Richards com placa porosa para determinação de retenção de água nas tensões de 10, 30, 50, 100 e 200 KPa, pesando-se as amostras após equilíbrio em cada tensão, estabelecido por pesagens de algumas amostras até massa constante.

Após pesagem na última tensão, retirou-se a gaze e o elástico para pesagem que, somado ao peso do anel, entra na tara total para os cálculos da umidade. As amostras de solo foram secas em estufa a 105°C até atingir peso seco constante, o qual foi utilizado nos cálculos de densidade do solo e da umidade nos diferentes pontos da curva característica.

O solo retirado dos anéis foi esboroadado e peneirado em malha de 2 mm para se fazer a determinação dos pontos a 500, 800 e 1.500 KPa em câmaras de Richards (RICHARDS, 1965). A partir das umidades e suas respectivas tensões se fez o ajuste proposto por GENUCHTEN & NIELSEN (1985), com a equação:

$$\theta = \theta_R + (\theta_s - \theta_R) / [1 + (\alpha h)^n]^m \quad (2)$$

onde: θ é a umidade do solo na tensão h ; θ_R é a umidade residual; θ_s é a umidade de saturação; α é o valor de entrada de ar; h é a tensão da água no solo; m e n são parâmetros empíricos.

Para a avaliação da capacidade de aeração (**Car**) e de água disponível (**Cad**), foram efetuados cálculos seguindo parâmetros estabelecidos por THOMASSON (1978). O autor define a capacidade de aeração (**Car**) como sendo a diferença do volume de ar presente em uma amostra de solo equilibrada na saturação até 5 KPa de sucção. Por outro lado, a capacidade de água disponível (**Cad**) é determinada pelo volume de água retido entre 5 KPa e 1.500 KPa de sucção, em condições de equilíbrio. Ambos os parâmetros são expressos em porcentagem o volume de solo amostrado. Posteriormente, os dados obtidos são marcados em gráfico onde recebem uma classificação para a condição estrutural do solo.

Em síntese, tem-se:

$$Car = \theta_s - \theta_{5KPa} \quad (3)$$

$$Cad = \theta_{5KPa} - \theta_{1.500KPa} \quad (4)$$

onde: θ_s é a umidade de saturação; θ_{5KPa} é o volume de água retido a 5 KPa de sucção e $\theta_{1.500KPa}$ é o volume de água retido a 1.500 KPa de sucção.

3.3.3. Infiltração e condutividade hidráulica do solo saturado no campo, com permeâmetro.

Utilizando permeâmetro de Guelph, cujo funcionamento é baseado no princípio de Mariotte, mediu-se a taxa constante de infiltração e calculou-se a condutividade hidráulica do solo saturado no campo (Kfs), (REYNOLDS & ELRICK, 1985).

Foram feitas medições na superfície, a 20 cm e a 40 cm de profundidade, em dois pontos por parcela, dos quais se fez a média para ter um valor por parcela.

A medição na superfície foi feita utilizando um anel de folha galvanizada com 16 cm de diâmetro e 30 cm de altura, sendo que 15 cm foram cravados no solo. O permeâmetro foi colocado de modo que a ponta por onde sai a água ficasse em contato com a superfície.

Para as medições a 20 cm e a 40 cm fez-se um orifício de 5 cm de diâmetro com trado. Depois foi passada uma escova circular de mesmo diâmetro para eliminar o espelhamento nas paredes e colocado pedrisco no fundo do orifício para evitar o entupimento na saída de água do permeâmetro. Nos três casos a operação se iniciou com uma carga hidráulica de 3 cm de altura, fazendo-se leituras a cada minuto. Após infiltração constante, determinada por quatro diferenças iguais entre leituras, elevou-se a carga para 6 cm e repetiu-se a operação.

Feitas as medições, os dados foram analisados segundo proposto por VIEIRA et al. (1988), com cálculos através de programa em FORTRAN que resolveu as equações:

$$Q_1 = \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot H_1^2}{C_1} + \pi \cdot a^2 \right) \cdot Kfs + \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot H_1}{C_1} \right) \cdot \phi_m \quad (5)$$

$$Q_2 = \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot H_2^2}{C_2} + \pi \cdot a^2 \right) \cdot Kfs + \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot H_2}{C_2} \right) \cdot \phi_m \quad (6)$$

onde: **Kfs** é a condutividade hidráulica do solo saturado no campo, ϕ_m é o potencial matricial de fluxo, **Q** é o fluxo constante, **H** é a carga hidráulica, **C** é um fator de geometria, e **a** é o raio do orifício onde as medições foram feitas. A solução das equações (5) e (6) gera valores de Kfs em $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. A infiltração é calculada a partir do volume de água que penetra no solo, em litros, dividido pela área de molhamento do orifício, em m^2 , na carga hidráulica maior.

3.3.4. Determinação da condutividade hidráulica e da capacidade de campo.

Em uma parcela de cada tratamento retiraram-se os restos da cultura de milho onde foi cravado um quadro de folha galvanizada de 3 m x 3 m com 0,30 m de altura. Dentro desta parcela de 9 m² foram instaladas três baterias de tensiômetros nas profundidades 10, 20, 30, 60, 90 e 120 cm. A parcela foi inundada até que o tensiômetro a 120 cm de profundidade acusasse que o solo nesta camada estava saturado. A seguir cortou-se o fornecimento de água, esperou-se acabar a água que ainda estava na superfície para em seguida se cobrir toda a parcela com plástico e palha para evitar a evaporação. Feito isto, deu-se início às leituras dos tensiômetros com intervalo de 1 hora até completar 7 leituras, passando depois para intervalos de 12 horas e 24 horas até completar 17 dias, quando as leituras se estabilizaram. Estes dados permitiram determinar a condutividade hidráulica de acordo com metodologia descrita por HILLEL et al. (1972).

O método de HILLEL et al. (1972) obedece às seguintes considerações teóricas: a densidade do fluxo de água está relacionada com o gradiente de potencial total através da equação de Darcy:

$$q = -K(\theta) \partial \psi / \partial z \quad (7)$$

que, substituída na equação da continuidade, fornece a equação diferencial geral que descreve o movimento da água no solo:

$$\partial \psi / \partial t = \partial \psi / \partial z [K(\theta) \cdot \partial \psi / \partial z] \quad (8)$$

onde: K é a condutividade hidráulica do solo (cm.dia^{-1}), a qual é função da sua umidade θ ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$); ψ é o potencial total da água no solo (cm); z é a coordenada vertical de posição (cm) e t é o tempo (seg). Integrando a equação (7) em relação a z , a partir da superfície do solo até uma profundidade L , genérica, obtém-se:

$$\int_0^L (\partial \theta / \partial t) dz = [K(\theta) \cdot \partial \psi / \partial z]_{z=L} - [K(\theta) \partial \psi / \partial z]_{z=0} \quad (9)$$

Como o solo se encontra coberto com plástico em $z = 0$, o fluxo nesta profundidade é nulo e a equação se reduz a:

$$\int_0^L (\partial \theta / \partial t) dz = [K(\theta) \cdot \partial \psi / \partial z]_{z=L} \quad (10)$$

de onde se pode explicitar $K(\theta)$:

$$K(\theta) = \frac{\int_0^L (\partial \theta / \partial t) dz}{\partial \psi / \partial z} \quad (11)$$

Assim, a condutividade hidráulica é obtida a partir da densidade de fluxo q , calculada pela integral da equação (11) e do gradiente de potencial $\partial\psi/\partial z$.

Para o cálculo da condutividade hidráulica as leituras do tensiômetro foram transformadas em potencial matricial (ψ_m) pela equação 1. Com os dados de retenção de água se estabeleceu a equação de ajuste pelo modelo de GENUCHTEN & NIELSEN (1985) para cada profundidade e, por intermédio desta equação, se determinou o valor de umidade volumétrica (θ) para cada valor de potencial matricial (ψ_m) gerado pelas leituras dos tensiômetros, ao longo do tempo (t).

A partir dos valores de θ e ψ_m para as diferentes profundidades z (10, 20, 30, 60, 90 e 120 cm), nos diferentes tempos de drenagem (t), chegou-se à determinação da condutividade hidráulica K para cada profundidade e para diferentes valores de θ por meio da equação (11) e estabeleceu-se a relação de $\ln K$ versus θ por regressão linear, com a equação representativa da função $K(\theta)$ para cada profundidade na forma:

$$K = K_0 \cdot e^{\gamma(\theta - \theta_0)} \quad (12)$$

onde γ é o coeficiente angular da reta de $\ln K$ versus θ , K_0 a condutividade hidráulica do solo saturado e θ_0 a umidade volumétrica de saturação.

3.4. Avaliação granulométrica e da fertilidade do solo

Na mesma ocasião em que se coletaram as amostras de anéis volumétricos, fez-se a coleta de amostras deformadas com trado tipo holandês para análise granulométrica e de fertilidade do solo. Coletaram-se 15 pontos por parcela nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm e 50-60 cm, fazendo-se uma amostra composta para cada profundidade. A partir desta amostra fez-se a análise granulométrica pelo método do densímetro, conforme metodologia descrita em CAMARGO et al. (1986), e análises químicas caracterizando os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio pelo método de extração com resina trocadora de íons. Determinou-se também o teor de matéria orgânica através do método colorimétrico e o pH em cloreto de cálcio. As análises foram realizadas de acordo com metodologia descrita em RAIJ & QUAGGIO (1983).

3.5. Avaliações fenológicas

Em cada parcela de preparo de solo, fez-se o corte rente ao solo da aveia preta, em 11/10/1990, numa área útil de 5 m² (2,0 x 2,5 m), para a determinação da massa seca e de grãos. Depois fez-se a colheita do restante das áreas com colheitadeira automotriz provida de picador de palha, para garantir uma cobertura mais uniforme do solo pelos restos culturais da aveia.

Após a colheita fez-se uma avaliação da porcentagem de cobertura morta do solo utilizando o método da corda com marcas a cada 5 cm. Num quadrado de 1 m de lado, fez-se uma leitura em cada diagonal, contando as marcas que coincidem com solo coberto. Esta operação foi repetida imediatamente após a semeadura do milho.

Após a emergência do milho a avaliação de cobertura foi realizada a cada 15 dias, com um aparelho proposto por ELWELL & WENDELAAR (1977). Este aparelho consiste de uma barra de alumínio de 1,0 m com 10 tubos cilíndricos de 1 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento. Com um suporte de alumínio ela é mantida a 1,0 m de altura e posicionada num quadro de 1,0 m x 1,0 m. Fizeram-se as leituras de cobertura do solo através dos tubos, posicionando a barra com os tubos em diferentes posições no quadro. Desse modo pôde-se medir a avaliação da cobertura do solo com cobertura morta mais a folhagem do milho. Para separar a cobertura de uma e de outra, no mesmo local se fez a medição de cobertura morta usando o método da corda. Quando as plantas atingiram uma altura que dificultava a leitura pelos tubos de alumínio, utilizou-se uma adaptação sugerida por ELWELL & WENDELAAR (1977), que consistia em colocar um espelho abaixo dos tubos de modo que a folhagem refletida no espelho pudesse ser vista através dos tubos, agora posicionados a 0,50 cm do solo para facilitar as visadas.

Após o florescimento do milho, na fase de enchimento de grãos, foi feita a avaliação do sistema radicular em três plantas por parcela, das quais se obteve um valor médio. Utilizou-se o método de tradagem de solo ao lado de cada planta, coletando-se amostras de 10 cm de altura com diâmetro de 7 cm (volume = 384,85 cm³) até 60 cm de profundidade. Cada amostra foi colocada em saco plástico, etiquetada e levada ao laboratório onde foi lavada várias vezes até que as raízes estivessem em condições de serem peneiradas. Em seguida foram levadas à estufa a 65°C por 48 horas para secagem. Depois de seca fez-se uma limpeza do material, eliminando restos de plantas e outros materiais que não fossem raízes, para pesagem, expressando os resultados em massa de raiz seca/dm³ de solo.

A colheita do milho foi feita em 12/4/1991, em parcelas de 2,0 m x 2,5 m, onde se determinou o número de plantas, peso da parte aérea e peso de grãos. Em cada parcela foi coletado uma amostra de palha e de grãos para secar em estufa, para corrigir para zero a umidade da palha e para 13% a umidade dos grãos.

3.6. Análise dos dados

A comparação dos dados obtidos foi realizada aplicando-se o teste de Duncan, usando o programa estatístico SANEST, comparando-se os três sistemas de preparo do solo: plantio direto, escarificação e preparo convencional.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise granulométrica do solo.

A análise granulométrica foi realizada com a finalidade muito mais de caracterizar o solo local, do que verificar a existência de um possível efeito dos sistemas de preparo na distribuição de partículas primárias do solo. De fato, pelos dados da Tabela 1, não se verificam diferenças que mereçam referência entre os tratamentos de preparo nas diferentes profundidades amostradas. Pode-se dizer que quanto à textura não há diferenças entre tratamentos após oito anos de execução do experimento. Esta caracterização é importante para se comparar resultados com solos semelhantes.

4.2. Análise química do solo

Nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 são apresentados os dados de análise química e a comparação estatística entre sistemas de preparo, dentro de cada profundidade estudada, para matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, pH e saturação por bases.

Tabela 1. Análise granulométrica do solo sob três sistemas de preparo, em diferentes profundidades (média de três repetições).

Sistemas de Preparo	Profundidade cm	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		2,00 - 0,25 mm	0,25 - 0,05 mm	0,05 - 0,002 mm	< 0,002 mm
		%			
PD	0-10	10	9	8	73
	10-20	10	9	8	73
	20-30	9	7	8	76
	30-40	8	8	7	77
	40-50	6	8	6	80
	50-60	8	8	8	76
PE	0-10	9	10	7	74
	10-20	9	9	7	75
	20-30	11	9	7	73
	30-40	9	8	6	77
	40-50	9	8	7	76
	50-60	7	8	8	77
PC	0-10	8	8	9	75
	10-20	8	8	9	75
	20-30	8	7	7	78
	30-40	7	7	7	79
	40-50	6	6	8	80
	50-60	7	7	8	78

Tabela 2. Valores médios de matéria orgânica, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Matéria Orgânica					
	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	g/kg					
PD	31 a	25 a	20 a	22 a	18 a	17 a
PE	29 ab	24 a	20 a	18 a	18 a	17 a
PC	25 b	21 a	18 a	18 a	18 a	17 a
CV%	6,7	10,2	17,4	17,5	7,4	7,0

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

Tabela 3. Valores médios de fósforo (resina), em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	P (resina)					
	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	mg/dm ³					
PD	40 a	24 a	4,7 a	3,0 a	2,3 a	2,3 a
PE	28 b	26 a	6,0 a	2,3 a	2,7 a	2,7 a
PC	23 b	22 a	4,3 a	3,0 a	2,3 a	2,7 a
CV%	10,5	26,5	30,5	37,9	27,3	38,0

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

Tabela 4. Valores médios de potássio, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	K, cmol/kg					
PD	2,5 a	1,0 a	0,6 ab	0,6 a	0,6 a	0,6 a
PE	3,3 a	2,2 b	0,8 a	0,7 a	0,6 a	0,6 a
PC	2,3 a	1,4 a	0,4 b	0,7 a	0,2 a	0,2 b
CV%	23,2	20,9	21,4	18,2	36,5	30,6

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

Tabela 5. Valores médios de cálcio, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	Ca, cmol/kg					
PD	26 a	14 a	7,0 a	6,0 a	7,0 a	8,0 a
PE	23 a	23 ab	13 b	7,0 a	7,0 a	10 a
PC	23 a	26 b	21 c	12 b	9,0 a	9,0 a
CV%	17,6	20,3	19,2	26,6	21,7	24,8

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

Tabela 6. Valores médios de magnésio, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	Mg, cmol/kg					
PD	8,0 a	4,0 a	2,0 a	3,0 a	3,0 a	4,0 a
PE	8,0 a	6,0 a	5,0 ab	3,0 a	3,0 a	5,0 a
PC	9,0 a	10 b	7,0 b	6,0 a	6,0 b	5,0 a
CV%	12,9	23,7	29,3	32,2	12,8	27,9

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

Tabela 7. Valores médios de pH, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	pH (CaCl ₂)					
PD	4,8 a	4,6 a	4,2 a	4,3 a	4,5 a	4,8 a
PE	4,9 a	5,1 a	4,9 b	4,6 a	4,8 ab	5,0 a
PC	5,1 a	5,3 a	5,6 c	5,4 b	5,0 b	5,1 a
CV%	2,6	8,0	4,2	4,6	4,3	4,0

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

Tabela 8. Valores médios de saturação por bases (V%), em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Saturação por bases					
	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	%					
PD	51 a	30 a	17 a	18 a	24 a	28 a
PE	51 a	53 ab	39 b	25 a	27 a	37 a
PC	55 a	58 b	57 c	44 b	36 b	36 a
CV%	14,1	23,4	14,1	23,0	11,6	20,6

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

No apêndice 1 são apresentados os dados individuais por parcela, de cada tratamento, utilizados na análise estatística.

Na Tabela 2 a análise estatística mostra uma diferença significativa entre o teor de matéria orgânica do plantio direto e do convencional apenas na camada mais superficial do solo. O maior teor de matéria orgânica nesta camada do solo sob plantio direto está de acordo com o observado por MUZILLI (1983), ELTZ et al. (1989) e DE MARIA & CASTRO (1993), todos em solos argilosos. Estes resultados se devem à preservação dos restos vegetais na superfície do plantio direto, o que garante uma decomposição mais lenta deste material, protegido da ação de altas temperaturas e da erosão.

O acúmulo de fósforo foi significativamente maior na camada superficial no plantio direto (Tabela 3), confirmando resultados obtidos por outros autores (SHEAR & MOSCHLER, 1969; MUZILLI, 1983; DE MARIA & CASTRO, 1993). A não-movimentação do solo sob plantio direto diminui as chances de adsorção do fósforo residual, especialmente pelos sesquióxidos de Fe e Al, aumentando a disponibilidade deste elemento. A imobilidade do fósforo no solo acarreta este acúmulo nas proximidades das camadas onde é colocado pela adubadeira.

Com relação ao potássio (Tabela 4) observou-se um acúmulo significativo no solo preparado com arado escarificador nas camadas 10-20 cm e 20-30 cm. Não existe uma razão clara para este acúmulo neste sistema, superior até ao plantio direto na camada 10-20 cm, embora DE MARIA & CASTRO (1993) tenham observado resultados semelhantes, mas com menores diferenças. Mas, como destacaram nesse mesmo trabalho, o acúmulo de potássio em solos de baixa CTC, como é o caso presente, é muito dependente do regime de chuvas e drenagem do solo, podendo ser facilmente levado pela água de drenagem se as condições forem favoráveis para isto. De fato, os níveis de potássio nos três sistemas de preparo do solo, excetuando a camada superficial, estão na faixa de baixo a muito baixo, apesar do longo período de uso do solo com adubação dentro do recomendado (RAIJ et al., 1985).

O cálcio e o magnésio, apresentados respectivamente nas Tabelas 5 e 6, apresentaram valores significativamente maiores nos solos preparados com escarificador (PE) e convencional (PC). Uma calagem com 2,4 t/ha de calcário dolomítico, realizada em toda a área experimental 5 anos antes da presente amostragem, pode explicar estes resultados, considerando que o corretivo foi incorporado de acordo com os preparos de cada tratamento, ou seja, no plantio direto não houve incorporação. Isto não impediu que estes cátions fossem levados de algum modo da superfície, a ponto do plantio direto apresentar em todas as profundidades valores mais baixos que os demais para estes dois elementos. Isto levou à acidificação nas diferentes camadas do solo sob plantio direto, expressa no pH (Tabela 7) e na saturação por bases (Tabela 8). Possivelmente, estas bases tenham servido de íon acompanhante para o nitrato presente na superfície, fruto dos restos de adubos nitrogenados e da decomposição do material orgânico, conforme destacado por SHEAR & MOSCHLER (1969).

4.3. Densidade do solo, resistência à penetração e a distribuição de raízes.

A determinação de densidade do solo, realizada ao final do experimento, revelou poucas diferenças entre tratamentos conforme pode ser verificado na Figura 2. Na Tabela 9, onde se apresenta a análise estatística entre tratamentos, a partir dos dados do Apêndice 2, verifica-se uma diferença significativa apenas na profundidade de 20 cm, onde o PC apresentou um valor maior, e na profundidade de 60 cm, quando o PD apresentou maior valor de densidade do solo.

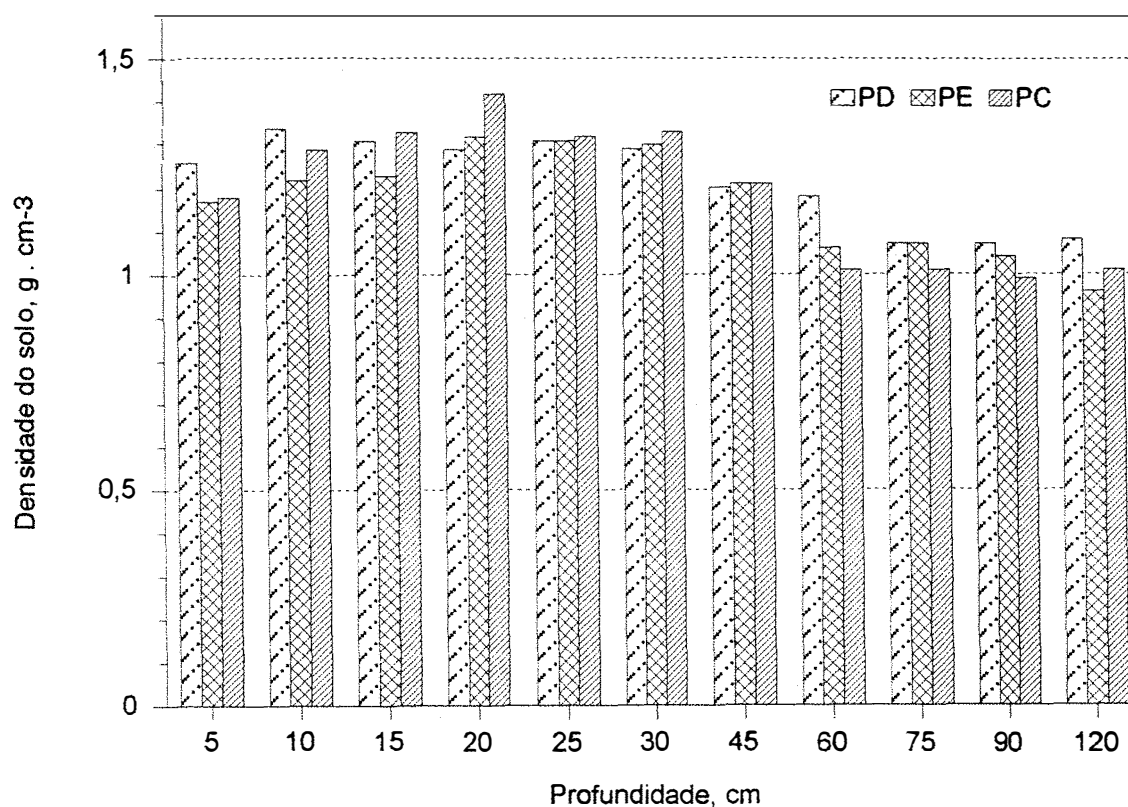


Figura 2. Densidade do solo, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Tabela 9. Comparação estatística dos dados de densidade do solo.

Sistemas de Preparo	Profundidades, cm										
	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	120
	Densidade do solo, g.cm ³										
PD	1,26 a	1,34 a	1,31 a	1,29 a	1,31 a	1,29 a	1,20 a	1,18 a	1,07 a	1,07 a	1,08 a
PE	1,17 a	1,22 a	1,23 a	1,32 a	1,31 a	1,30 a	1,21 a	1,06 b	1,07 a	1,04 a	0,96 a
PC	1,18 a	1,29 a	1,33 a	1,42 b	1,32 a	1,33 a	1,21 a	1,01 b	1,01 a	0,99 a	1,01 a
CV%	5,4	5,8	6,9	4,5	4,4	5,5	6,2	4,4	6,4	6,1	5,9

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

A maior densidade no preparo convencional a 20 cm caracteriza muito bem a compactação ocasionada pela ação do arado, o chamado "pé-de-arado". Estes dados estão de acordo com as observações de VIEIRA & MUZILLI (1984), SIDIRAS et al. (1982) e CASTRO et al. (1987b), porém diferem quanto às camadas mais superficiais, pois neste estudo não foram obtidas diferenças significativas entre preparos, sendo que nos trabalhos citados o plantio direto apresentou valores de densidade mais altos. Isto pode ser explicado pela época de amostragem, pois tendo sido realizada já no final do ciclo da cultura não detectou grandes diferenças do solo não mobilizado do PD para aqueles que foram revolvidos, caso do PE e PC, pois nestes, com o tempo há o acomodamento do solo superficial, levando a valores de densidade semelhantes entre os sistemas, conforme foi demonstrado por DERPSCH et al. (1991). Outra explicação, seguindo o que foi demonstrado por DERPSCH et al. (1991), é que sendo a plantadeira provida de sulcador na adubadeira, ela realiza, por ocasião de cada plantio, uma espécie de escarificação até 12 cm de profundidade, o que contribui para reduzir o efeito da compactação superficial no PD.

As determinações de resistência à penetração com penetrômetro de bolso, realizadas na mesma época e local da coleta dos anéis volumétricos, revelaram a mesma tendência dos dados de densidade do solo, mas com grau de diferenciação maior, conforme pode ser visto na Figura 3 e na análise estatística da Tabela 10, a partir dos dados do Apêndice 3.

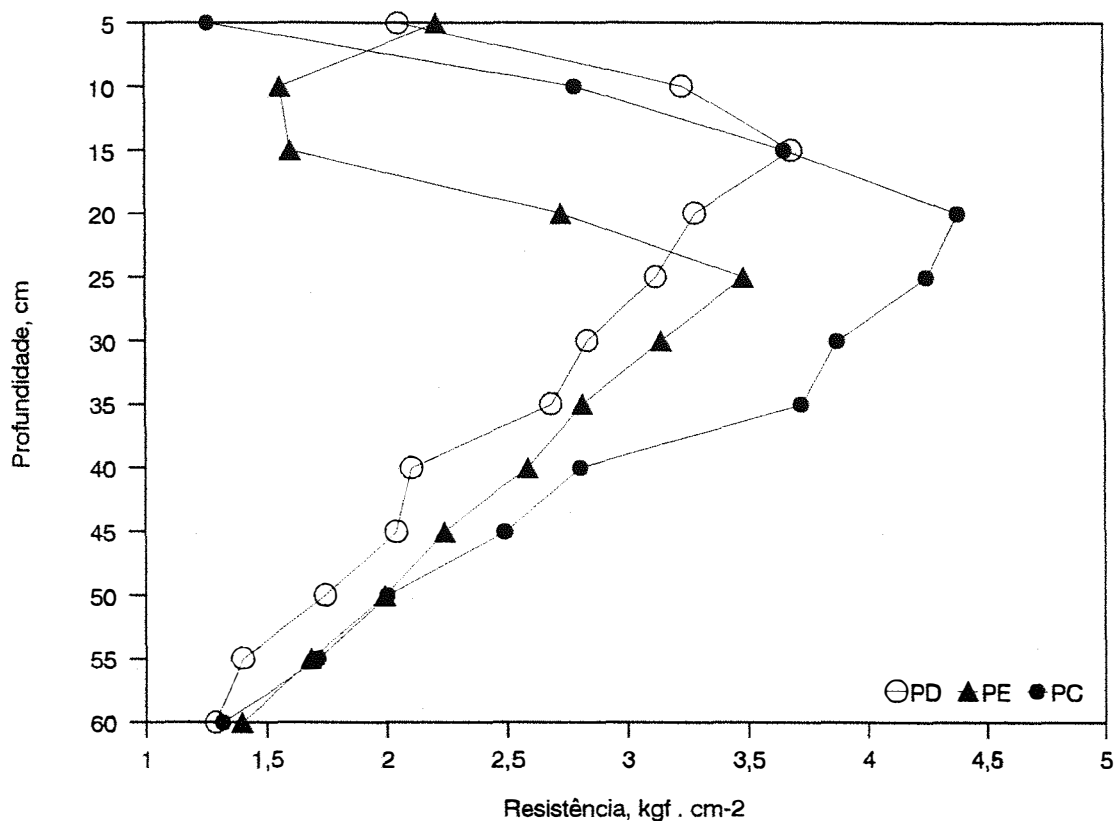


Figura 3. Valores de resistência à penetração, com penetrômetro de bolso, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo de solo.

Tabela 10. Análise estatística dos valores de resistência à penetração, com penetrômetro de bolso, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo e umidade volumétrica no momento da avaliação, a 10, 30 e 60 cm.

Sistemas de Preparo	Profundidades, cm												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
	Resistência, kgf.cm ⁻²												
PD	2,05a	3,23a	3,68a	3,28ab	3,12 b	2,83a	2,68a	2,10a	2,04a	1,74a	1,40a	1,29a	
PE	2,21a	1,56 b	1,60 b	2,72 b	3,48 b	3,14a	2,81a	2,58a	2,24a	1,99a	1,68a	1,40a	
PC	1,26a	2,78a	3,65a	4,38a	4,25a	3,87a	3,72a	2,80a	2,49a	2,00a	1,71a	1,32a	
CV%	41,08	8,37	19,65	18,49	7,50	15,03	15,27	12,86	18,72	12,56	5,34	7,94	
	Umidade - cm ³ .cm ⁻³												
PD		0,251				0,260				0,276			
PE		0,247				0,256				0,285			
PC		0,245				0,251				0,297			

Números seguidos de mesma letra, na mesma profundidade não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade - teste de Duncan.

Pela Figura 3 é evidente a menor dureza do solo no PE, conseqüência da atuação das hastes que rasgam o solo anualmente até 25-30 cm de profundidade, enquanto que o PC de 20 a 35 cm apresenta resistência distinta dos demais. Na análise estatística da Tabela 10 o solo do PE apresenta valores mais baixos de 10 a 20 cm e o PD e PC apresentam valores iguais até 20 cm, sendo que a 25 cm o PC apresenta a maior resistência. Mas o que chama a atenção nestes dados é o gradiente mais acentuado de resistência que o solo do PC apresenta, crescendo 3,5 vezes da profundidade 5 cm para 20 cm (maior valor), enquanto os demais tratamentos têm crescimento de apenas 1,7 vezes.

Este gradiente de resistência é importante, pois estudos de DE MARIA et al. (1993) mostram uma alta correlação entre gradiente de resistência e crescimento radicular de soja em solo argiloso, sendo que o plantio direto, embora apresentasse valores de resistência mais altos, estes eram mais uniformes em profundidade, não apresentando descontinuidade significativa no crescimento das raízes.

Na Tabela 10 também são apresentadas as umidades volumétricas nas profundidades de 10, 30 e 60 cm, fator determinante nas leituras de resistência. Estes valores, com diferenciação mínima entre tratamentos, estão por volta de 75-80% da capacidade de campo para este solo. Esta umidade está dentro da faixa ideal para avaliação de resistência segundo MATA (1988) e, portanto, as diferenças de resistência não são devidas a diferenças de umidade.

A maior densidade do solo e resistência à penetração observada na faixa de 20-25 cm de profundidade, afetou significativamente o crescimento radicular do milho no sistema PC, conforme pode ser visto na Figura 4 e Tabela 11. No Apêndice 4 estão os dados de cada parcela. Nas camadas de 20-30 cm e 30-40 cm a densidade de raiz no PC é menos da metade daquela observada nos outros tratamentos, mostrando que a compactação existente nesta faixa afetou diretamente o desenvolvimento das raízes, confirmando resultados obtidos por VIEIRA (1981) e DE MARIA et al. (1993) também em latossolo roxo, mas com a cultura de soja. Embora o PD apresente valores altos de resistência nas camadas acima dos 20 cm, o desenvolvimento radicular não foi afetado pois, conforme relatado por CANNEL (1981) os solos não mobilizados mantêm a continuidade dos poros, o que facilita o crescimento das raízes por estes poros. Por outro lado, o acúmulo de fósforo e matéria orgânica na camada mais superficial do PD estimulou a abundância de raízes nesta situação, embora a diferença não tenha sido significativa em relação aos demais sistemas.

4.4. Infiltração e condutividade hidráulica do solo saturado - permeâmetro de Guelph

Os valores de infiltração e condutividade hidráulica do solo saturado, medidas com permeâmetro de Guelph na superfície, a 20 cm e a 40 cm de profundidade, estão na Tabela 12, e os dados individuais no Apêndice 5.

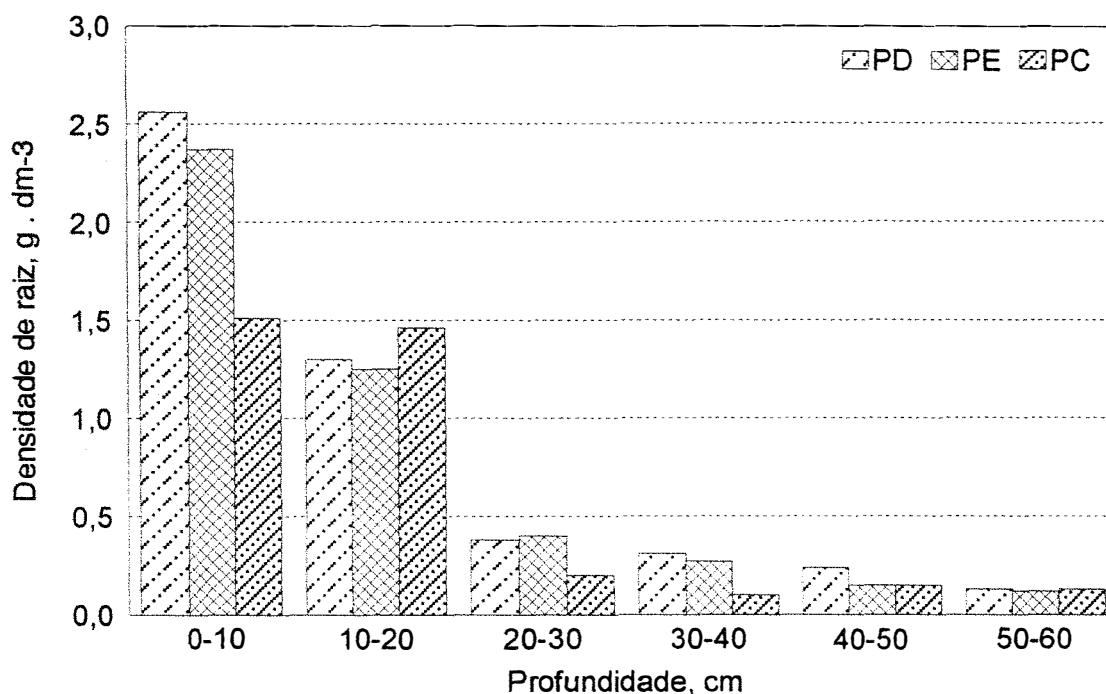


Figura 4. Densidade de raiz de milho, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Tabela 11. Análise estatística dos dados de densidade de raiz de milho, em diferentes profundidades, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Profundidades, cm					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
	Densidade de raiz, g.dm ³					
PD	2,56 a	1,30 a	0,38 a	0,31 a	0,24 a	0,13 a
PE	2,37 a	1,25 a	0,40 a	0,27 a	0,15 b	0,12 a
PC	1,51 a	1,46 a	0,20 b	0,10 b	0,15 b	0,13 a
CV%	46,47	32,43	23,38	21,37	4,81	17,92

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, a 5% de probabilidade (Duncan).

Tabela 12. Valores de infiltração e condutividade hidráulica do solo saturado (Kfs), determinadas com permeâmetro de Guelph, na superfície, a 20 cm e a 40 cm de profundidade, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Infiltração, mm . h ⁻¹			Kfs, cm . h ⁻¹	
	Superfície	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
PD	111,37 a	112,15 a	86,26 a	2,33 a	1,25 a
PE	62,88 a	54,56 b	73,32 a	1,08 b	1,04 a
PC	11,88 b	46,15 b	73,09 a	0,92 b	1,04 a
CV%	33,14	13,74	22,89	14,75	23,60

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

Por serem os pontos de amostragem muito pequenos em relação à superfície considerada e devido à variabilidade espacial dos fatores do solo que regem a infiltração de água, o coeficiente de variação dos dados é alto, especialmente das medições superficiais. Como as medições com permeâmetro de Guelph são simples e rápidas, em relação aos outros métodos de campo, é recomendável que se façam várias repetições dentro da parcela de interesse para se obter um dado final médio, que será posteriormente utilizado para comparação estatística com outros tratamentos, se for o caso.

É como se fosse uma amostragem composta, à semelhança do que se tem para fertilidade do solo. Ao se fazer dois pontos por parcela, parte deste problema é amenizado, pois obtem-se um CV menor. ARZENO (1990) e SARVASI (1994) que trabalharam com um ponto por repetição, neste mesmo tipo de solo, obtiveram um CV muito superior.

Em que pese esta variabilidade, os dados obtidos revelam que o solo dos tratamentos PD e PE apresentaram maior infiltração que o PC na superfície e a 20 cm de profundidade. A 40 cm de profundidade não houve diferença significativa entre tratamentos, pois nesta camada já não se tem influência dos implementos de preparo.

A condutividade hidráulica do solo saturado - K_{fs} , que rege a infiltração básica do solo, apresenta a mesma tendência de diferenciação entre sistemas.

Valores mais altos de infiltração e condutividade hidráulica nos sistemas com menor mobilização do solo, especialmente do plantio direto, podem ser explicados pela continuidade dos poros e pela maior atividade biológica da micro e mesofauna. Apesar dos dados de densidade do solo terem mostrado pouca diferenciação entre PD e PC próximo à superfície, deve-se lembrar que no PC, devido à mobilização do solo predomina a descontinuidade dos poros, enquanto que no PD, embora a porosidade total possa até ser menor, ela apresenta um contínuo de poros que facilita a movimentação tridimensional da água; situação semelhante foi encontrada por SARVASI (1994) trabalhando com diferentes sistemas de preparo.

Neste caso cabe lembrar a colocação de HILLEL (1971), que as características do solo que modificam o valor da condutividade são porosidade total, distribuição de tamanho dos poros e a tortuosidade dos interstícios. Este último aspecto pode explicar o valor de infiltração e condutividade cerca de 10 vezes maior no PD em relação ao PC.

Outro aspecto importante que se observa nos dados da Tabela 12 é que, enquanto o PD e PE apresentaram pouca variação de infiltração entre camadas, no PC houve um aumento mais acentuado, especialmente da superfície para a camada de 20 cm, conseqüência possivelmente da descontinuidade estrutural ao longo do perfil deste sistema, já caracterizado pelos dados de densidade do solo e da resistência ao penetrômetro. Estas observações coincidem com as de DALLA ROSA (1981), obtidas em solo argiloso do Rio Grande do Sul.

Não se determinou, no presente estudo, a K_f para as leituras de superfície por ser discutível a aplicação do conceito de condutividade hidráulica a partir do contato solo-atmosfera, com este tipo de equipamento. Os modelos para este tipo de determinação ainda não estão perfeitamente estabelecidos.

4.5. Potencial matricial da água no solo

O potencial matricial da água no solo no período compreendido entre a emergência do milho e a sua maturação estão apresentados nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente para as profundidades 10, 20, 30, 60, 90 e 120 cm. Os valores observados no campo estão nos Apêndices 6, 7 e 8. Na Figura 11 estão registrados os dados de precipitação ocorridos no local do experimento, durante o ciclo do milho.

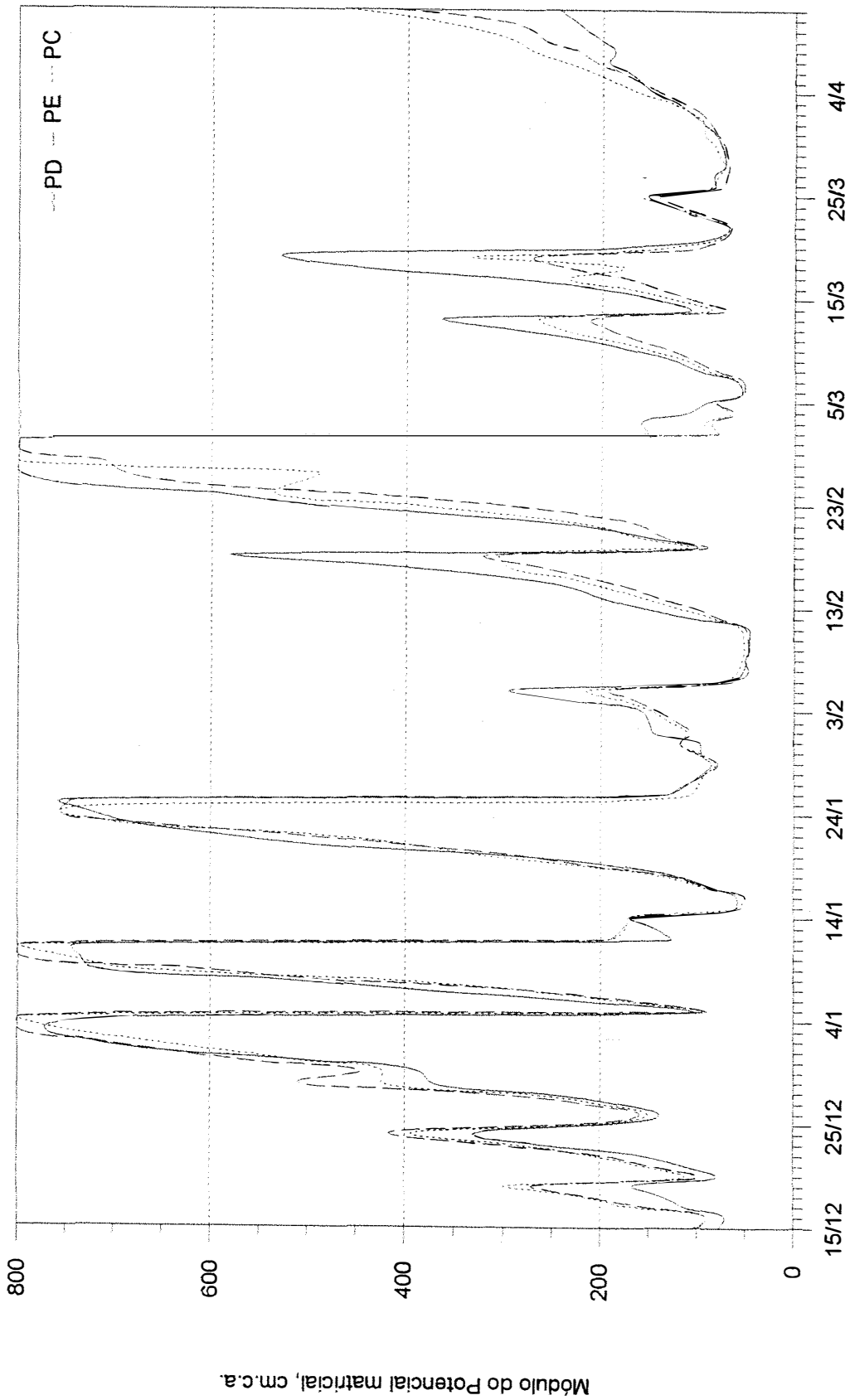


Figura 5. Potencial matricial, na profundidade de 10 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.

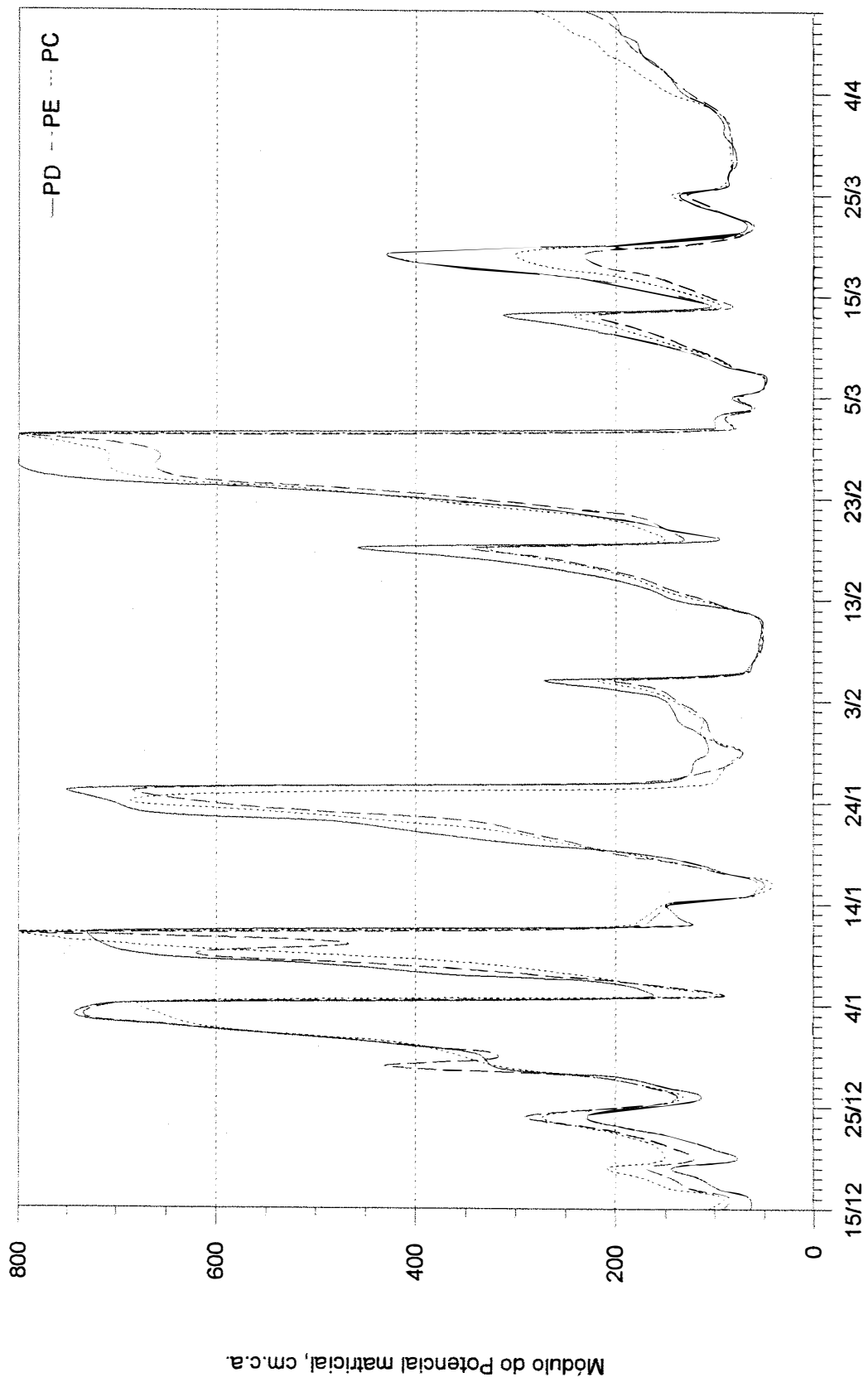


Figura 6. Potencial matricial, na profundidade de 20 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.

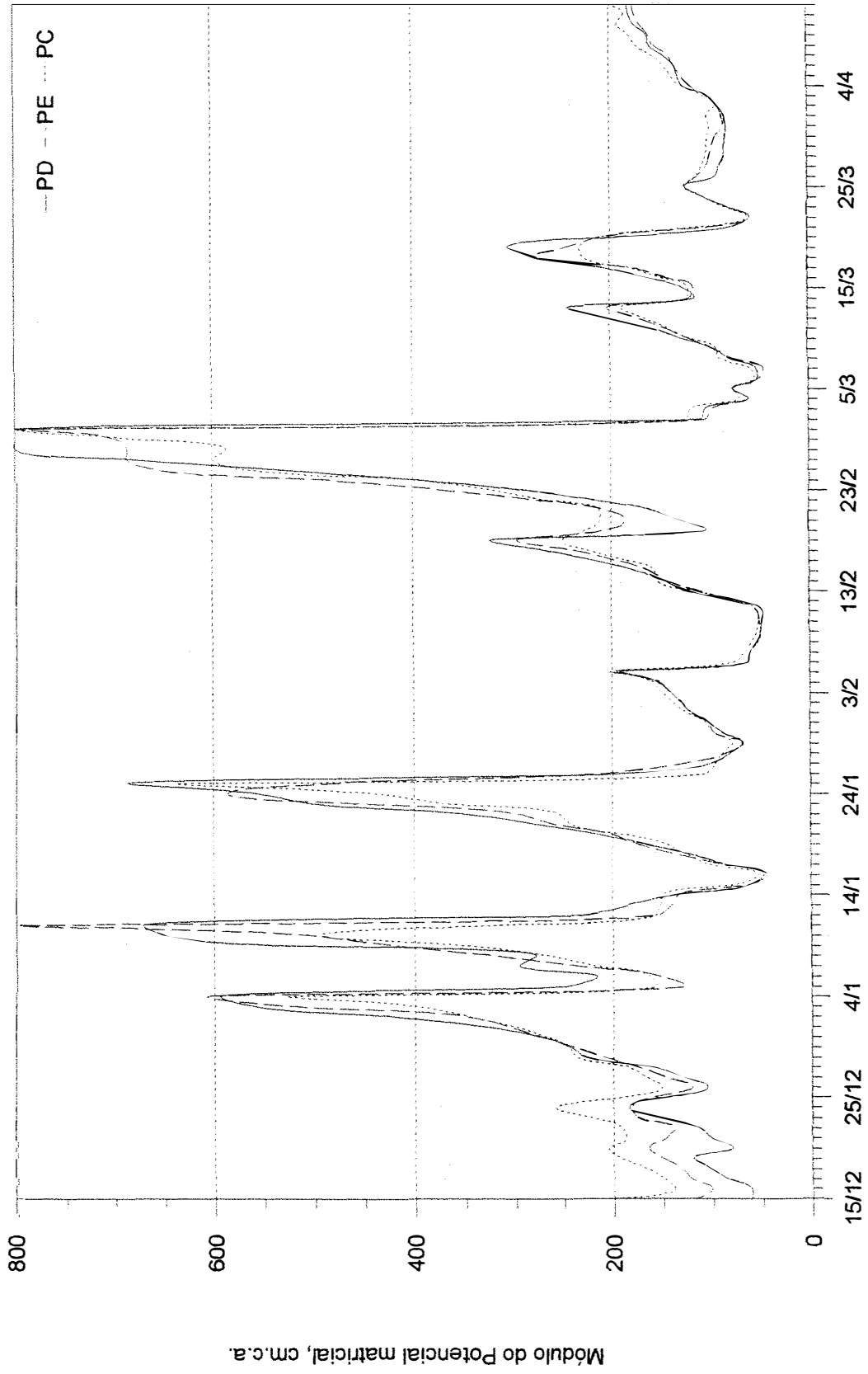


Figura 7. Potencial matricial, na profundidade de 30 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.

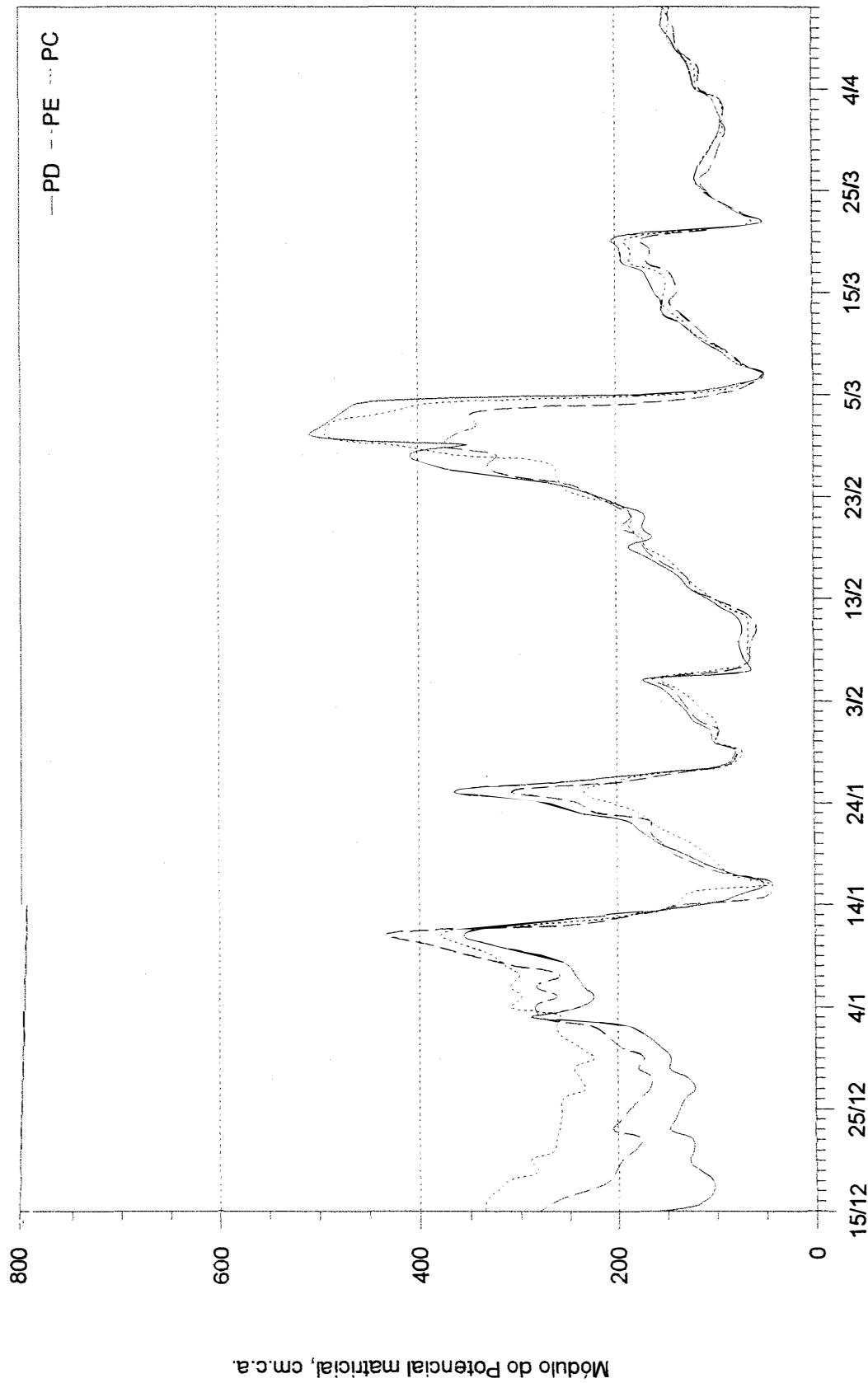


Figura 8. Potencial matricial, na profundidade de 60 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.

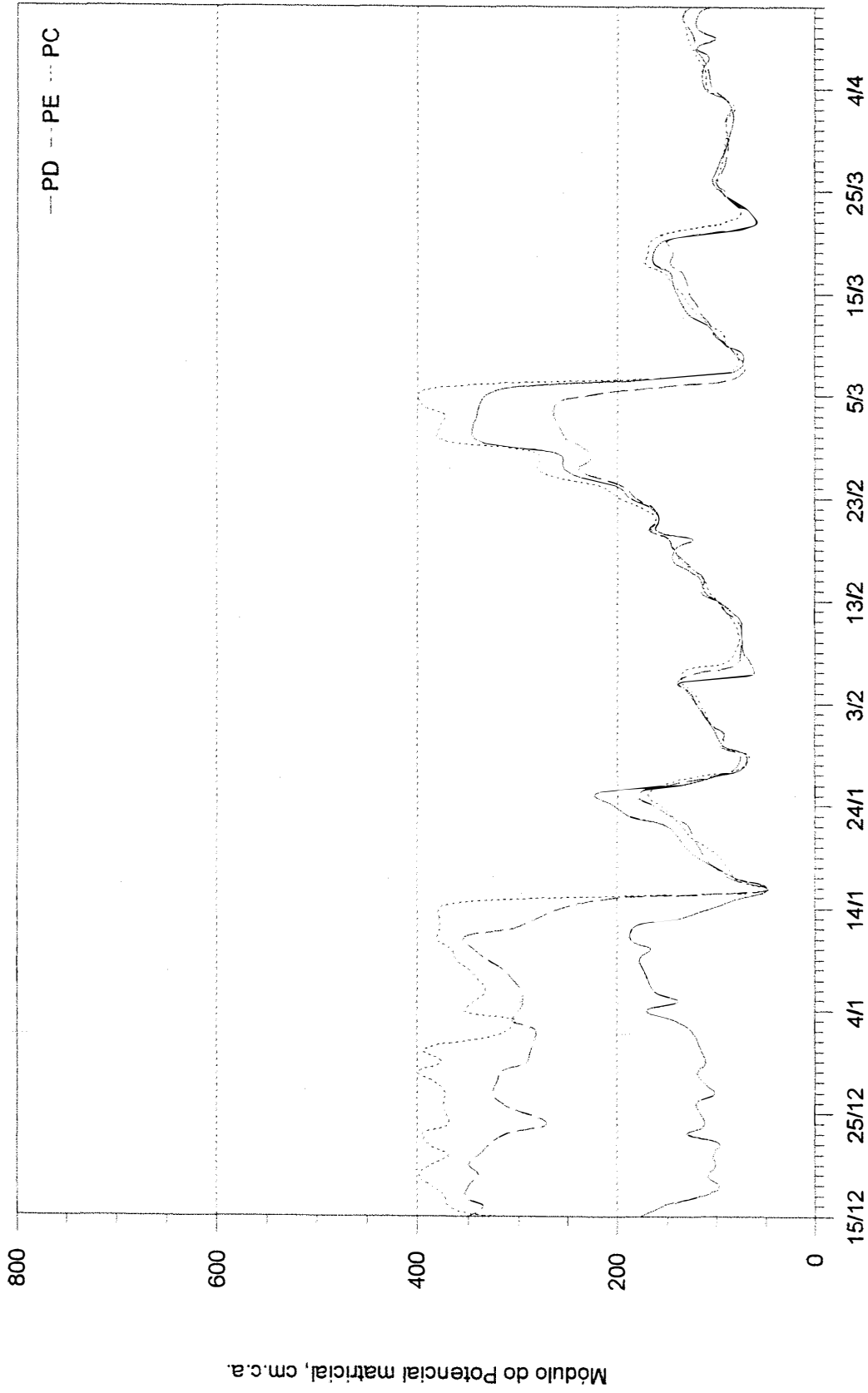


Figura 9. Potencial matricial, na profundidade de 90 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.

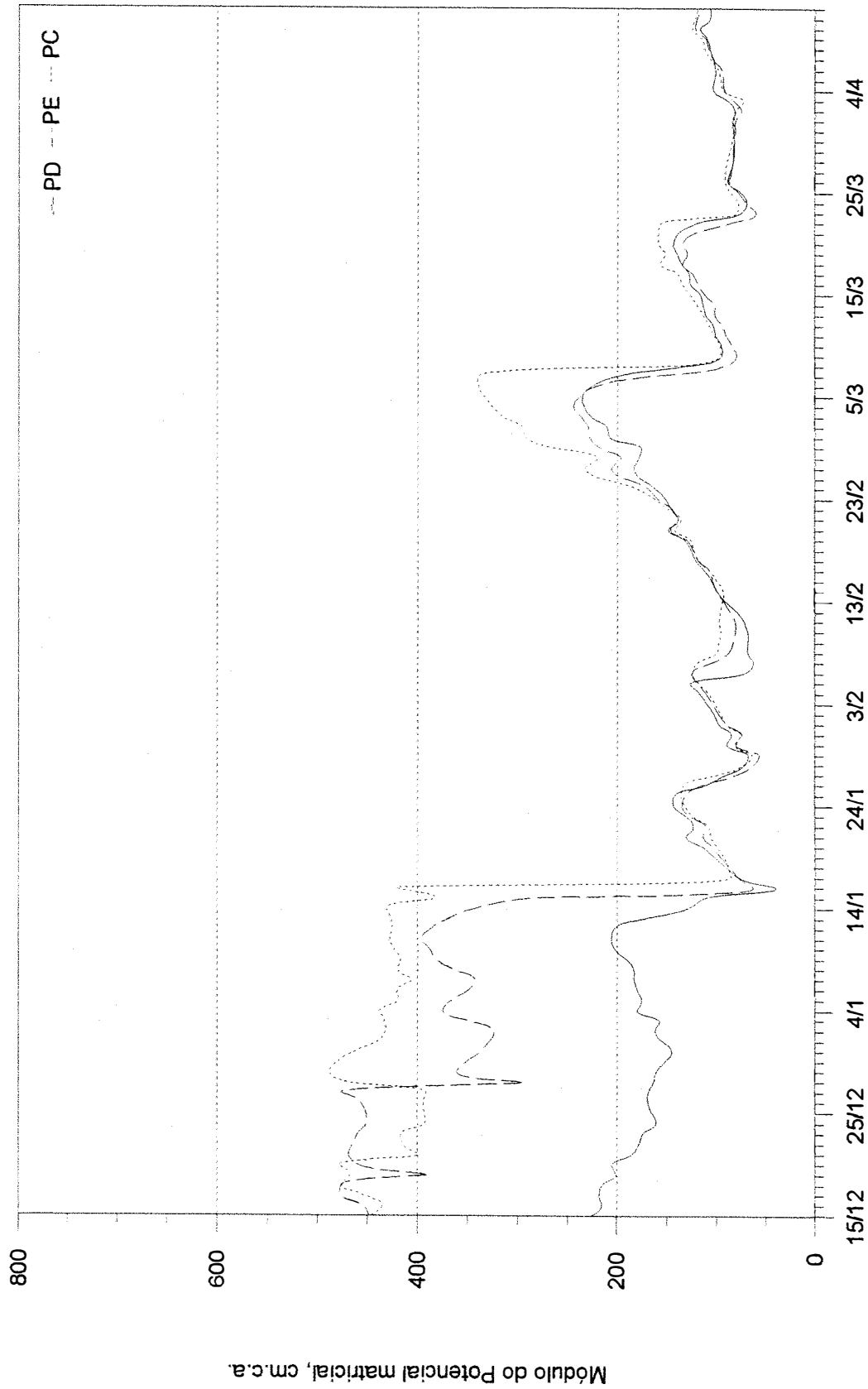


Figura 10. Potencial matricial, na profundidade de 120 cm, nos três sistemas de preparo de solo, durante o ciclo do milho.

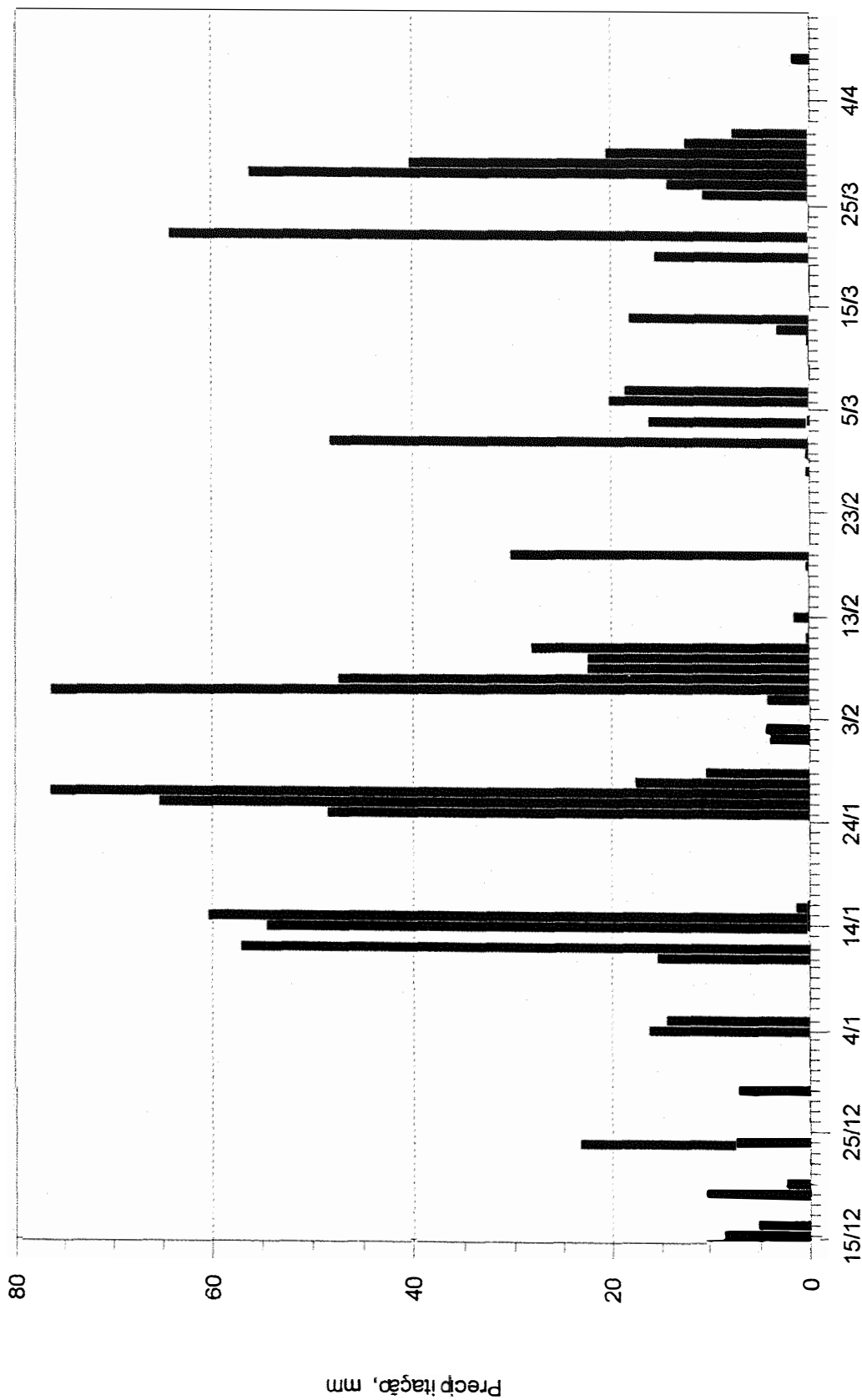


Figura 11. Precipitação diária, durante o ciclo do milho, no local do experimento.

Para efeito de construção dos gráficos de potencial matricial ao longo do ciclo do milho, quando ocorreu rompimento da coluna de mercúrio devido a tensões superiores a 800 cm de coluna d'água, estes valores foram considerados como iguais a 800, conforme pode ser visto nos gráficos das profundidades 10, 20 e 30 cm. Nas demais profundidades não ocorreu tal situação.

De forma geral verificou-se a tendência do PD apresentar um potencial matricial maior que os demais tratamentos na fase inicial da cultura. Em dois momentos de seca no mês de dezembro, isto ficou mais evidente, observando-se uma diferença de até 130 cm.c.a. entre PD e PC na profundidade de 10 cm (Figura 5). Nas demais profundidades observou-se a mesma tendência, com diferenciação menos acentuada nas camadas intermediárias para depois aumentar e ficar em torno de 300 cm.c.a. a 120 cm de profundidade, até meados de janeiro. A partir de meados de fevereiro observou-se, nas profundidades de 10, 20 e 30 cm, potenciais mais baixos no PD, em relação ao PC, com diferenças máximas em torno de 275 cm.c.a. (em 18/02) a 10 cm. Abaixo de 60 cm de profundidade não se observaram tais diferenças havendo uma proximidade maior entre as curvas de potencial matricial.

Se for considerado que o potencial matricial reflete a umidade do solo e também a água disponível às plantas, pode-se dizer que estes dados concordam parcialmente com os trabalhos que mostram o sistema de plantio direto sempre com umidade maior que os sistemas convencionais, como VIEIRA (1981); SIDIRAS et al. (1983); DERPSCH et al. (1986) e ARZENO (1990).

Uma explicação para esta tendência do PD apresentar potenciais mais altos no início do ciclo da cultura e a partir de meados de fevereiro apresentar valores mais baixos que os outros sistemas, pode estar na cobertura do solo.

Na Figura 12 pode-se observar que o PD iniciou com uma cobertura morta de 70%, o PE com 30% e o PC com 11%. Com o tempo esta cobertura foi diminuindo, fruto da decomposição da palha de aveia, até se estabilizar em torno de 40% no PD a partir de fins de fevereiro, ou 70 dias após emergência. Por outro lado, a cobertura proporcionada pelo milho neste mesmo período já atingia cerca de 50 - 60%, até atingir um máximo de 90% aos 100 dias após a emergência. Como o maior potencial matricial no PD em relação ao PC passou a ocorrer a partir desta redução da cobertura morta, há uma evidência portanto que esta cobertura já não era suficiente para amenizar a evaporação de água do solo no PD, que nos demais sistemas é amenizada pelo encrostamento superficial. A continuidade dos poros que facilita a infiltração no PD, por ocasião das chuvas, nos momentos de seca passa a atuar como facilitadora de evaporação, diminuindo a umidade do solo nas camadas mais superficiais. Outro aspecto que favorece a redução da umidade nas camadas superficiais do PD, é o maior volume de raiz presente neste sistema, conforme apresentado na Figura 4. Isto significa que, a partir de 60 - 80 dias da emergência, quando a planta de milho apresenta alta demanda hídrica, o maior volume de raiz presente acelera o secamento do solo nestas camadas consideradas.

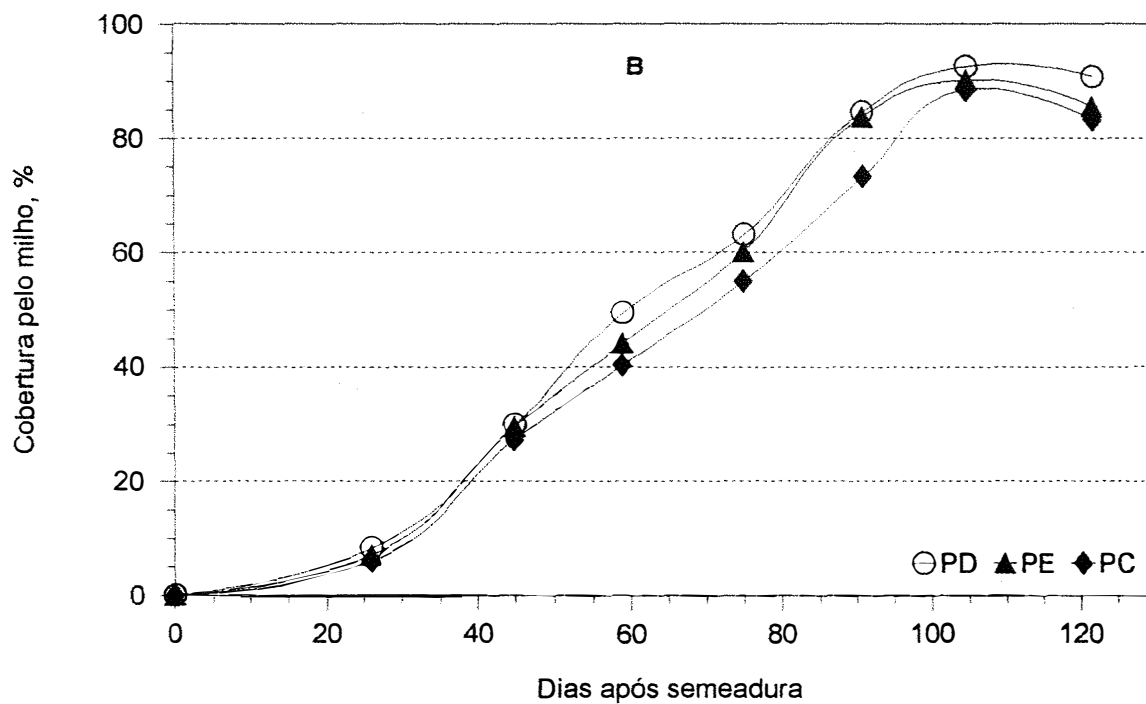
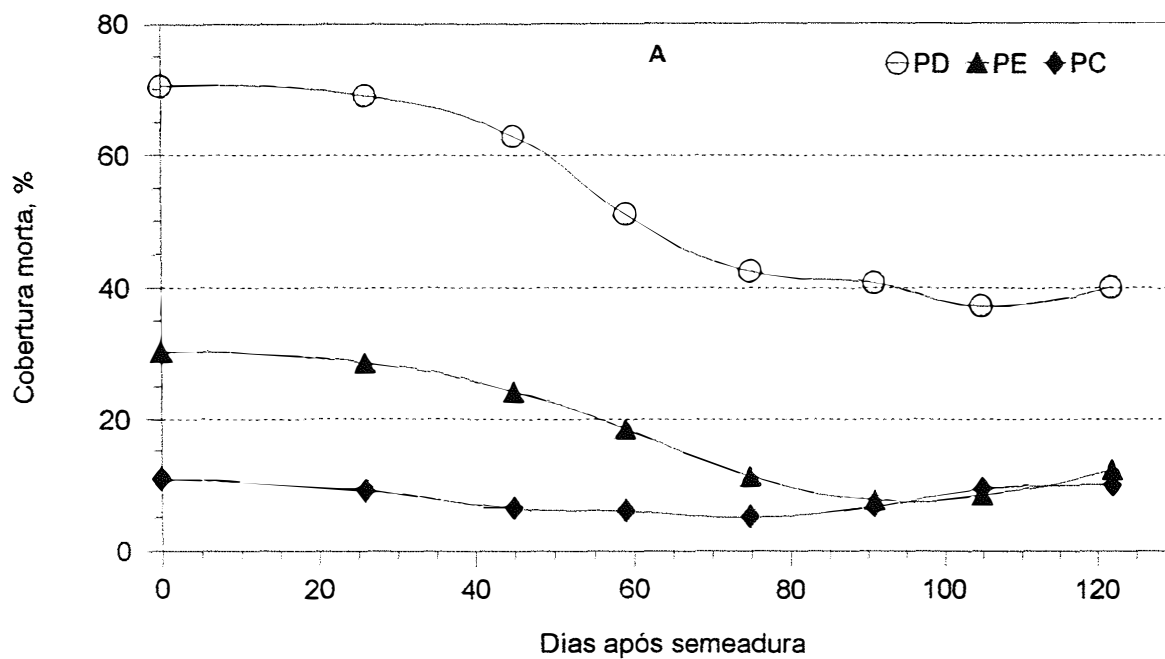


Figura 12. Cobertura morta do solo (A) e cobertura pelo milho ao longo do ciclo (B), nos três sistemas de preparo do solo.

Estes períodos mais secos no PD não significam que pode ter havido comprometimento para a planta, pois chegou-se a potenciais inferiores a 600 cm.c.a.. Em fins de fevereiro, num período de seca mais severo, ultrapassou-se 800 cm.c.a. (limite dos tensiômetros) nos três sistemas, quando pode ter ocorrido déficit hídrico nestas profundidades consideradas. Neste momento é que as raízes presentes em maior volume abaixo de 30 cm no PD e PE podem suprir parte das necessidades hídricas da planta, tendo em vista a água disponível abaixo desta camada, conforme ilustrado nas Figuras 8, 9 e 10.

Fica evidente nestas figuras, que representam o potencial matricial nas profundidades 60, 90 e 120 cm, a maior quantidade de água nestas camadas, especialmente até meados de janeiro, dos sistemas PD e PE em relação ao PC. Isto mostra que estes sistemas em períodos de menor precipitação, que é o caso, mantiveram uma reserva maior de água no solo, conseqüência da maior infiltração por ocasião das chuvas. No PC como a enxurrada é acentuada, ocasionando maior erosão, conforme já destacado por HARROLD (1972); BENATTI Jr. et al. (1977); VIEIRA et al. (1978); MONDARDO et al. (1979) e CASTRO et al (1986), a água armazenada em profundidade é menor, o que em períodos de secamento longo pode levar ao déficit hídrico no solo, comprometendo o desenvolvimento das plantas.

4.6. Retenção de água do solo.

No Apêndice 9 estão colocados os dados da umidade volumétrica de cada tratamento em cada profundidade trabalhada. Estes dados deram origem às Figuras 13 a 23, representando os valores de umidade volumétrica (θ) da saturação até 1.500 KPa, para todas as profundidades amostradas.

Na profundidade de 5 cm (Figura 13) houve maior umidade no PE em relação ao PD até 2 KPa, possivelmente porque este sistema apresenta maior macroporosidade. Embora não se tenha determinado porosidade neste trabalho, os dados da Tabela 9 mostram que a densidade do solo no PE foi menor que os do PD a 5, 10 e 15 cm de profundidade, embora não seja significativa. Mas, em termos de retenção de água isto pode estar implicando numa diferença a mais no PE de 3 a 6%, dependendo da profundidade e da tensão aplicada, conforme Figuras 13, 14 e 15. Esses resultados concordam com os de SARVASI (1994), onde o solo preparado com arado escarificador apresentava maior macroporosidade e retenção de água que os sistemas convencionais e plantio direto nas tensões até 2 KPa.

Conforme se aumenta a tensão aplicada, até 100 KPa, valor normalmente dentro da faixa ótima de água disponível para as plantas, o PE passou a apresentar menor volume de água retida em relação ao PD a 5 cm e em relação ao PD e PC a 10 e 15 cm de profundidade. Nesta faixa de tensão aplicada predominam a ação dos meso e microporos que passam a regular a retenção da água, após drenagem dos macroporos.

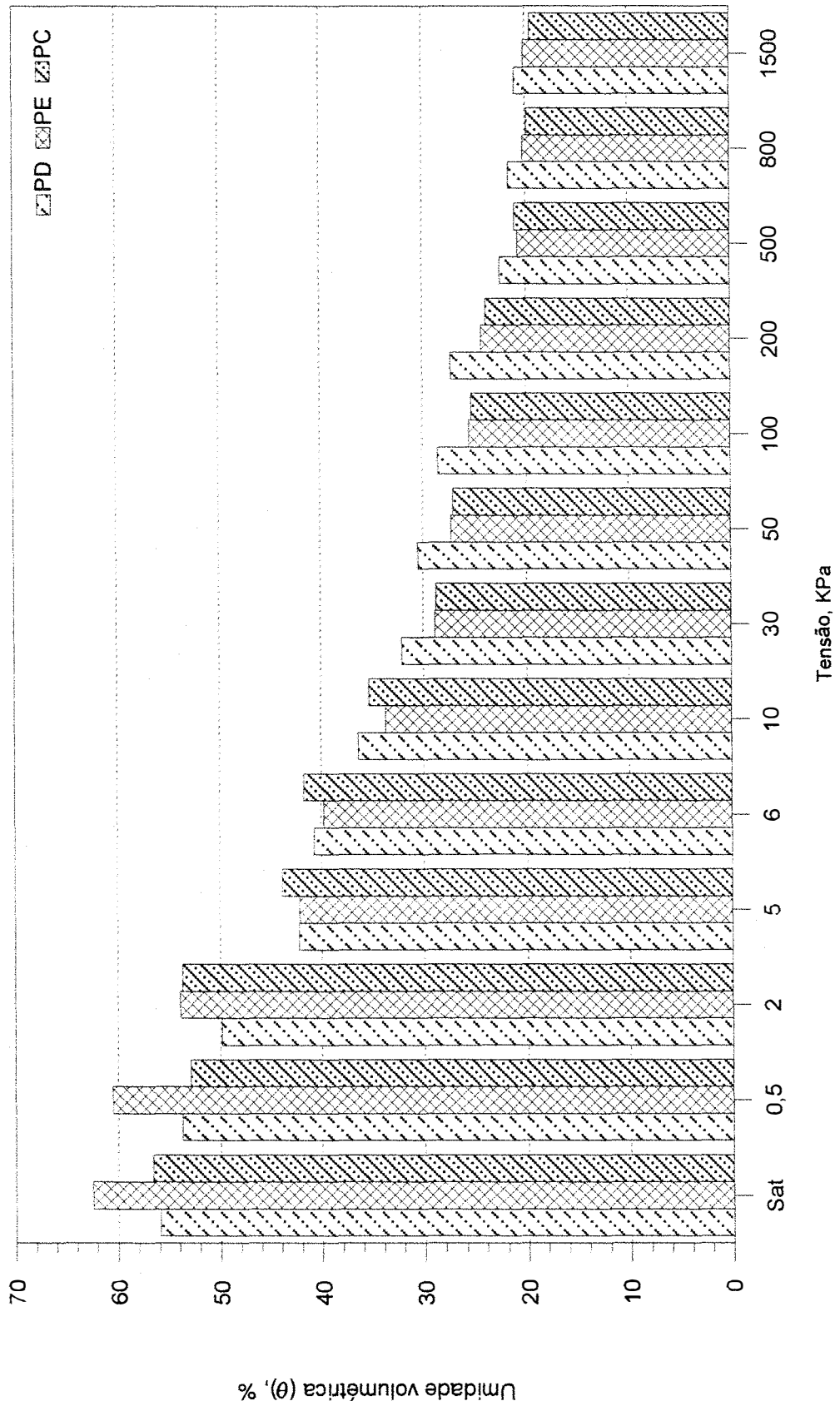


Figura 13. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 5 cm.

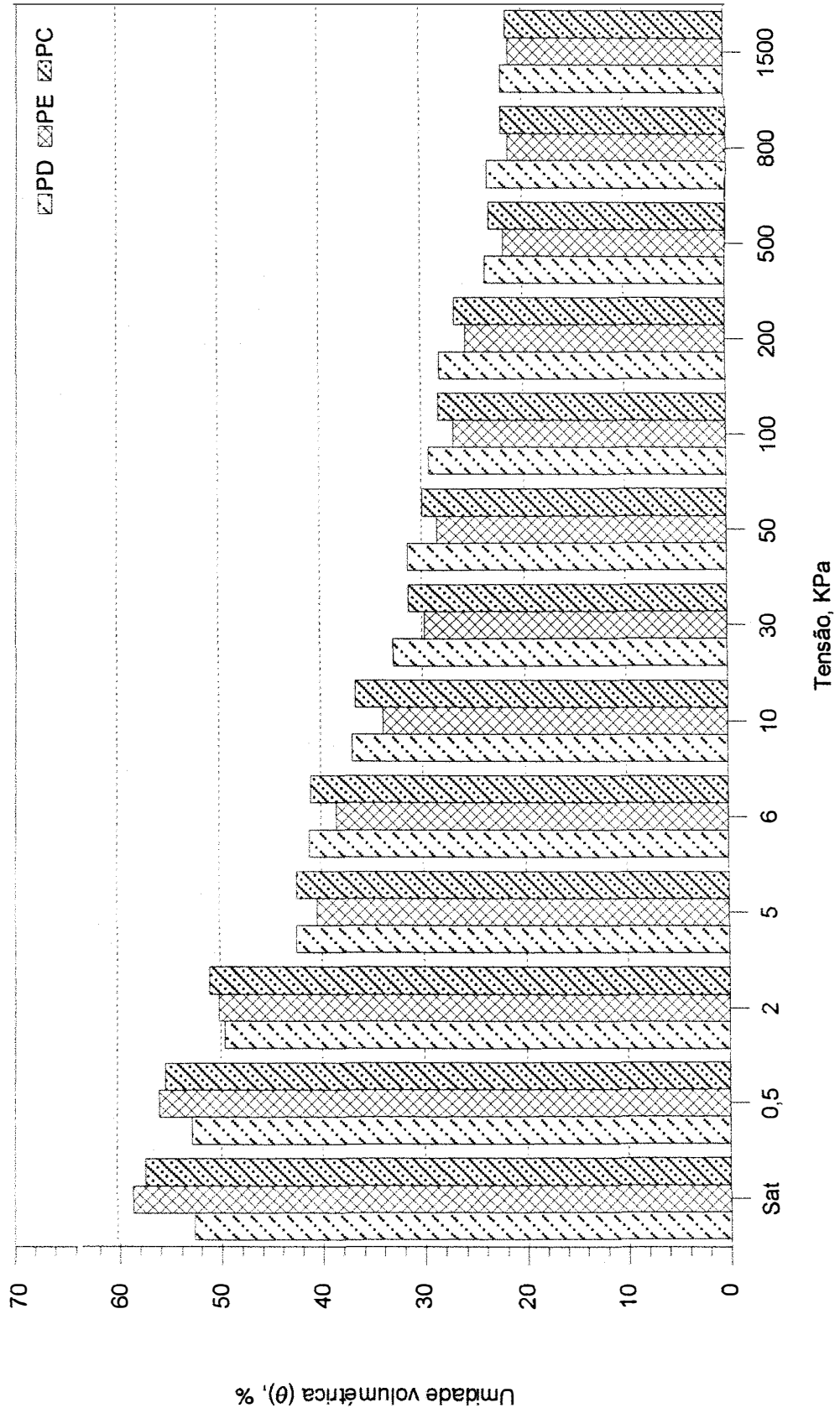


Figura 14. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 10 cm.

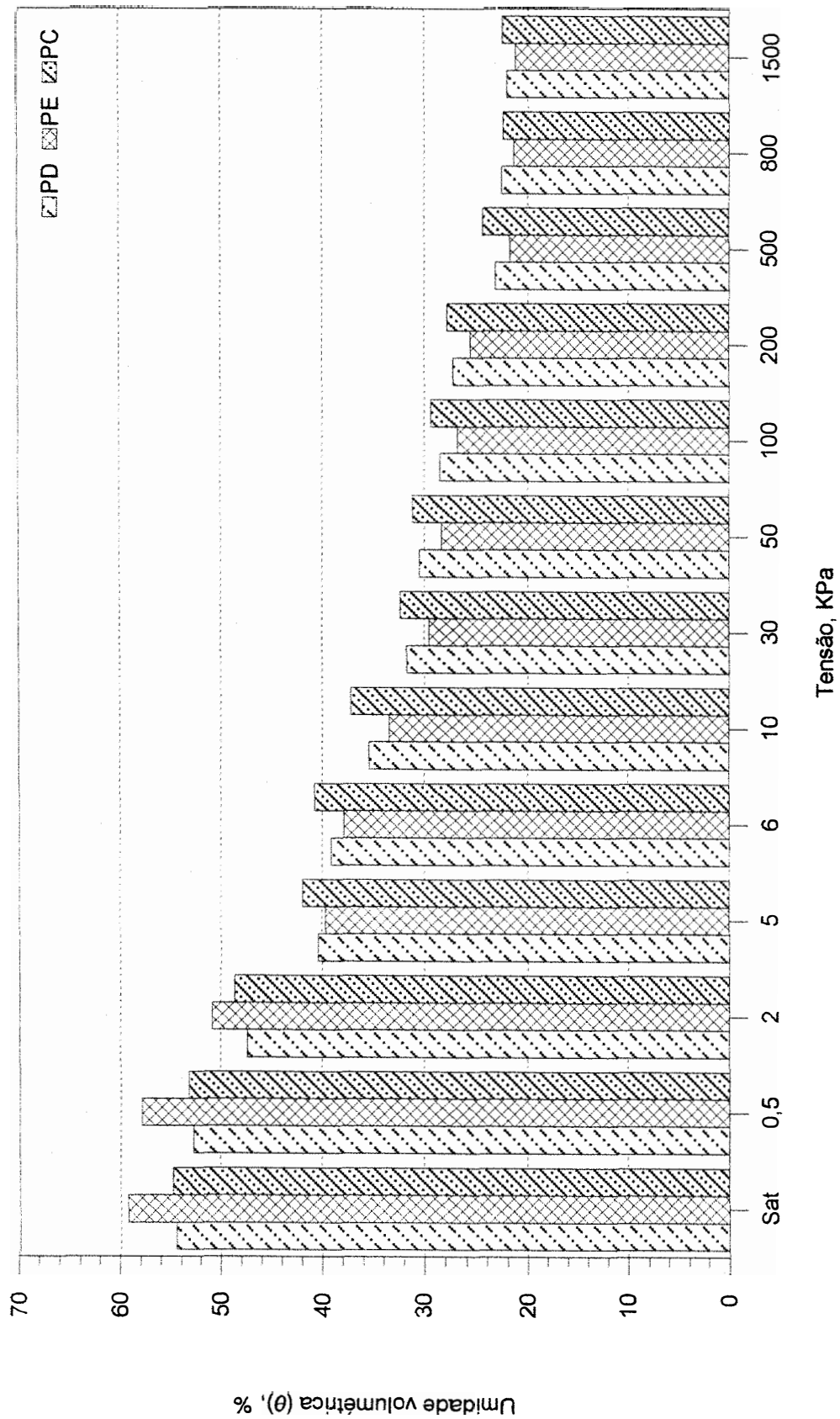


Figura 15. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 15 cm.

A 20 cm de profundidade (Figura 16), embora o PC se apresentasse mais compactado nesta camada que o PD e o PE, isto não implicou em diferenças quanto à retenção de água, apenas nos pontos acima de 500 KPa, faixa de retenção onde as plantas já podem entrar em murcha permanente. Nas demais profundidades (Figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23) observou-se alguma diferença apenas na profundidade de 60 cm (Figura 20) onde o PD apresentou maior retenção de água, acima de 5 KPa, coincidindo com a maior densidade do solo (Tabela 9).

Pelos resultados obtidos verifica-se que a retenção de água foi maior no sistema de plantio direto na faixa de 60 a 100 KPa, na zona de influência dos sistemas de preparo e também onde se concentra o maior volume de raízes. Estes dados coincidem com os de ELTZ et al. (1989) e de SIDIRAS et al. (1983), que obtiveram em latossolo roxo até 5% a mais de umidade no plantio direto a 33 KPa em relação ao sistema convencional, significando maior disponibilidade de água às plantas, segundo estes autores. Esta maior retenção de água no PD se deve naturalmente à maior densidade do solo, mas sem contudo ser impedimento para a infiltração e crescimento radicular conforme já verificado.

A partir dos dados de retenção de água do Apêndice 10 fez-se o ajuste pela equação (2) de GENUCHTEN & NIELSEN (1985). Os parâmetros da equação assim obtidos, apresentados na Tabela 13, foram utilizados no cálculo da condutividade hidráulica pelo método de HILLEL et al. (1972).

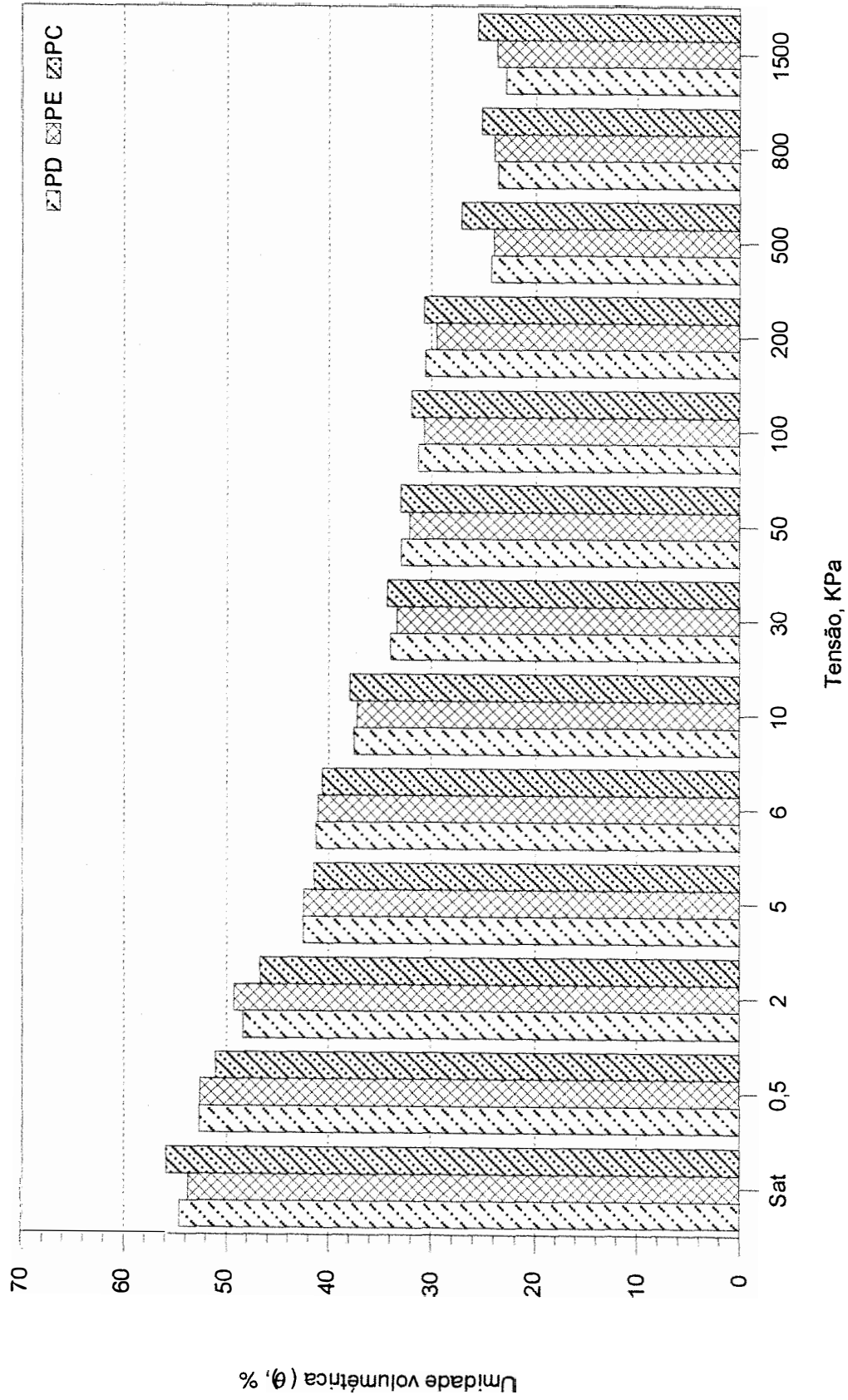


Figura 16. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 20 cm.

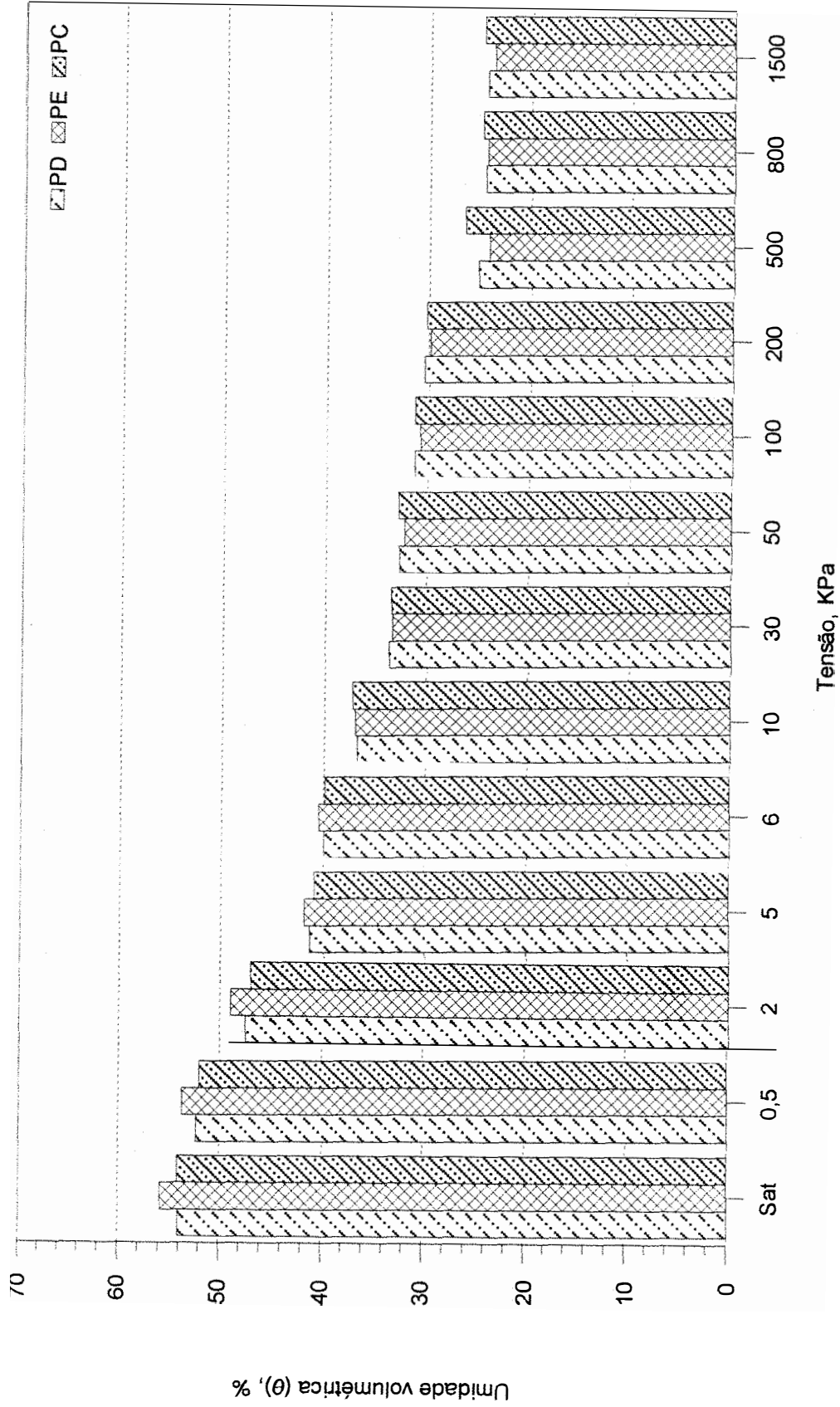


Figura 17. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 25 cm.

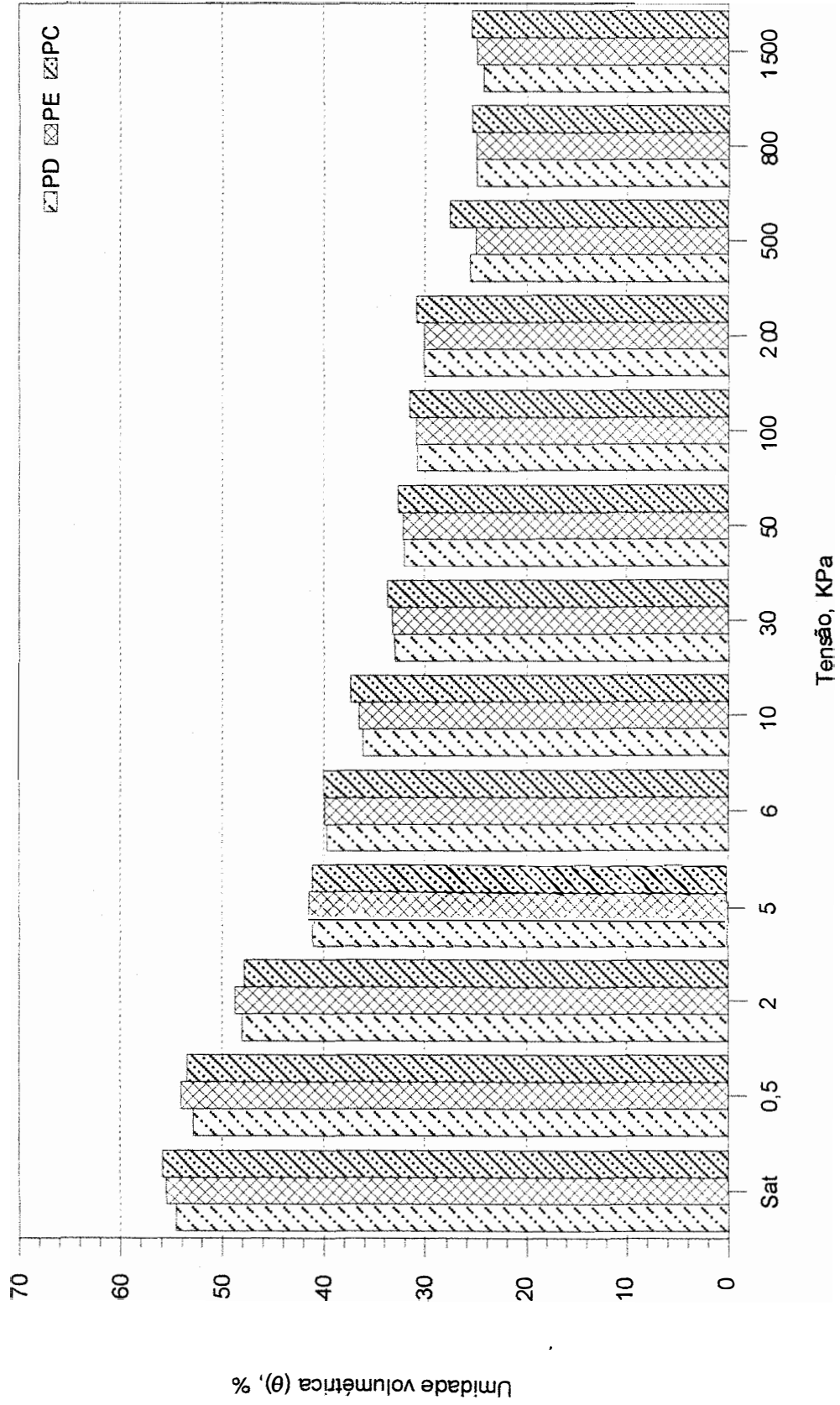


Figura 18. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 30 cm.

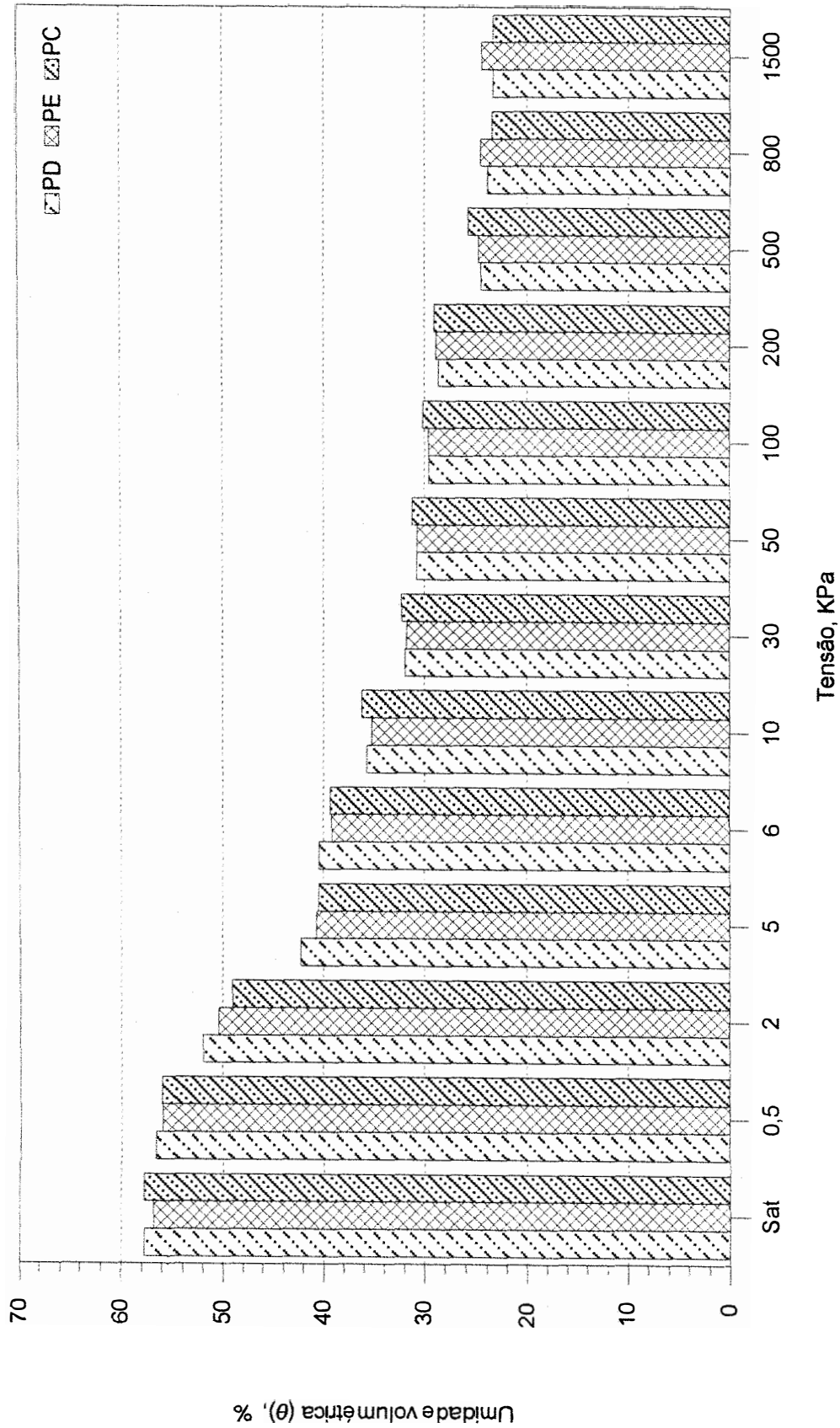


Figura 19. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 45 cm.

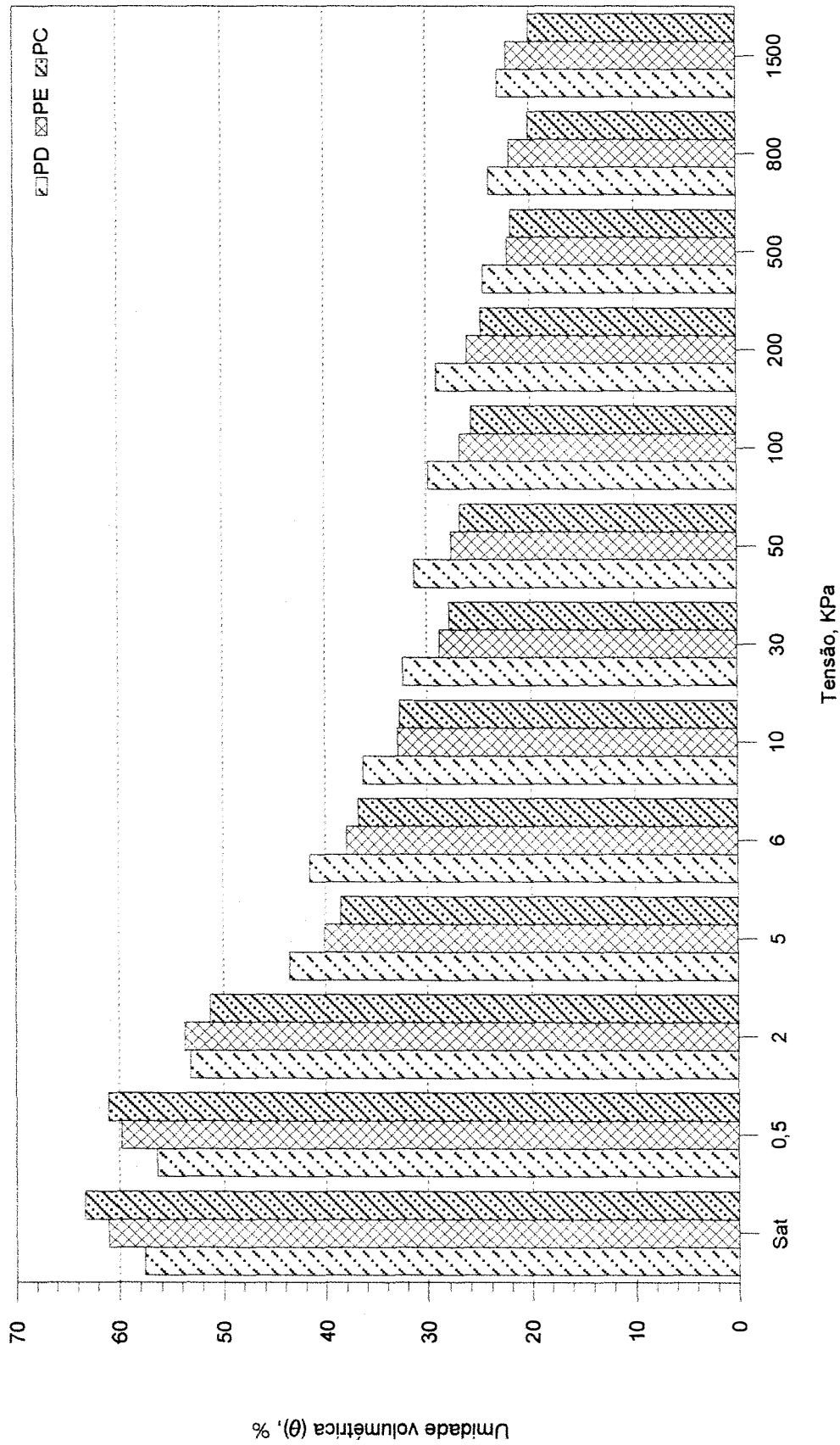


Figura 20. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de

60 cm.

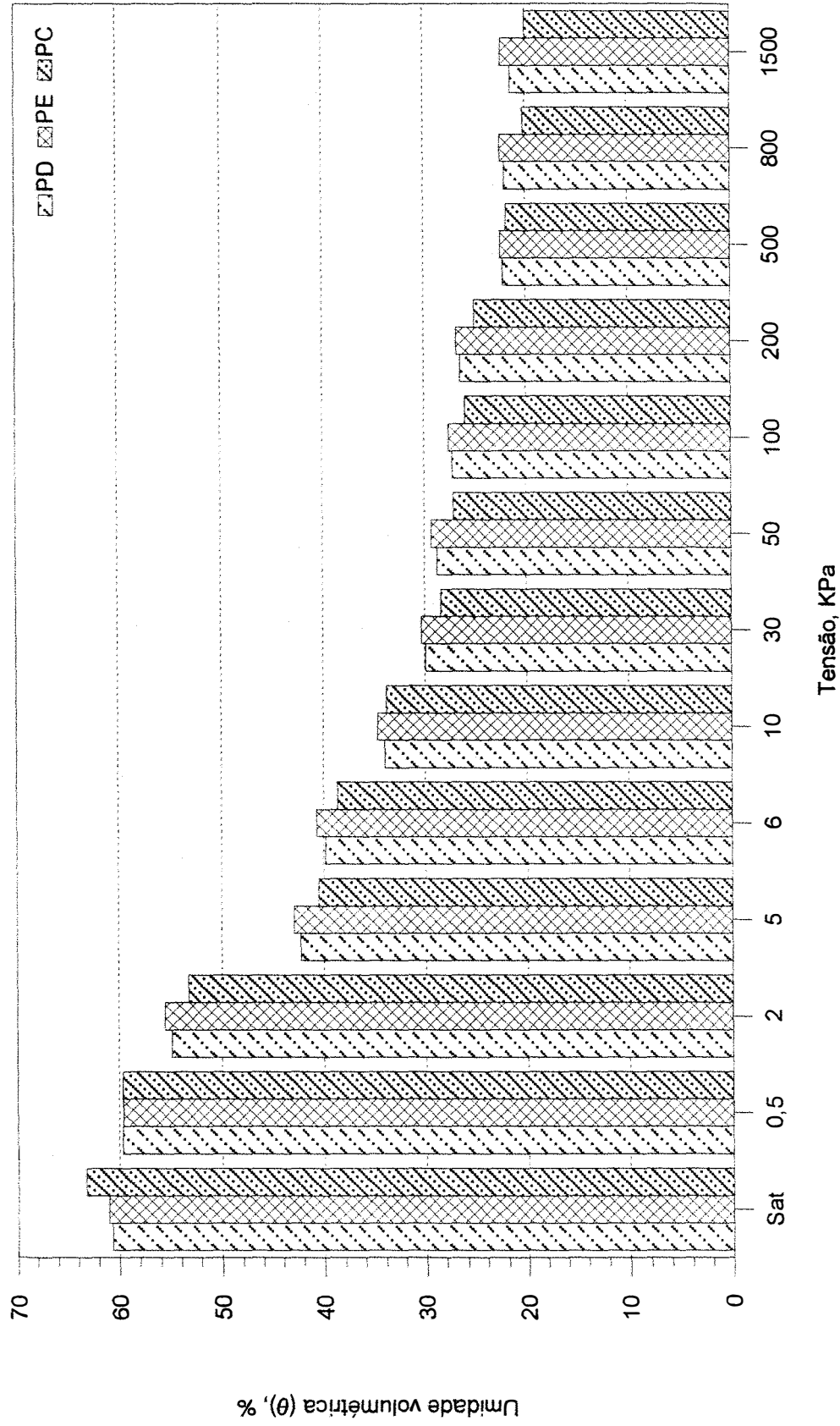


Figura 21. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 75 cm.

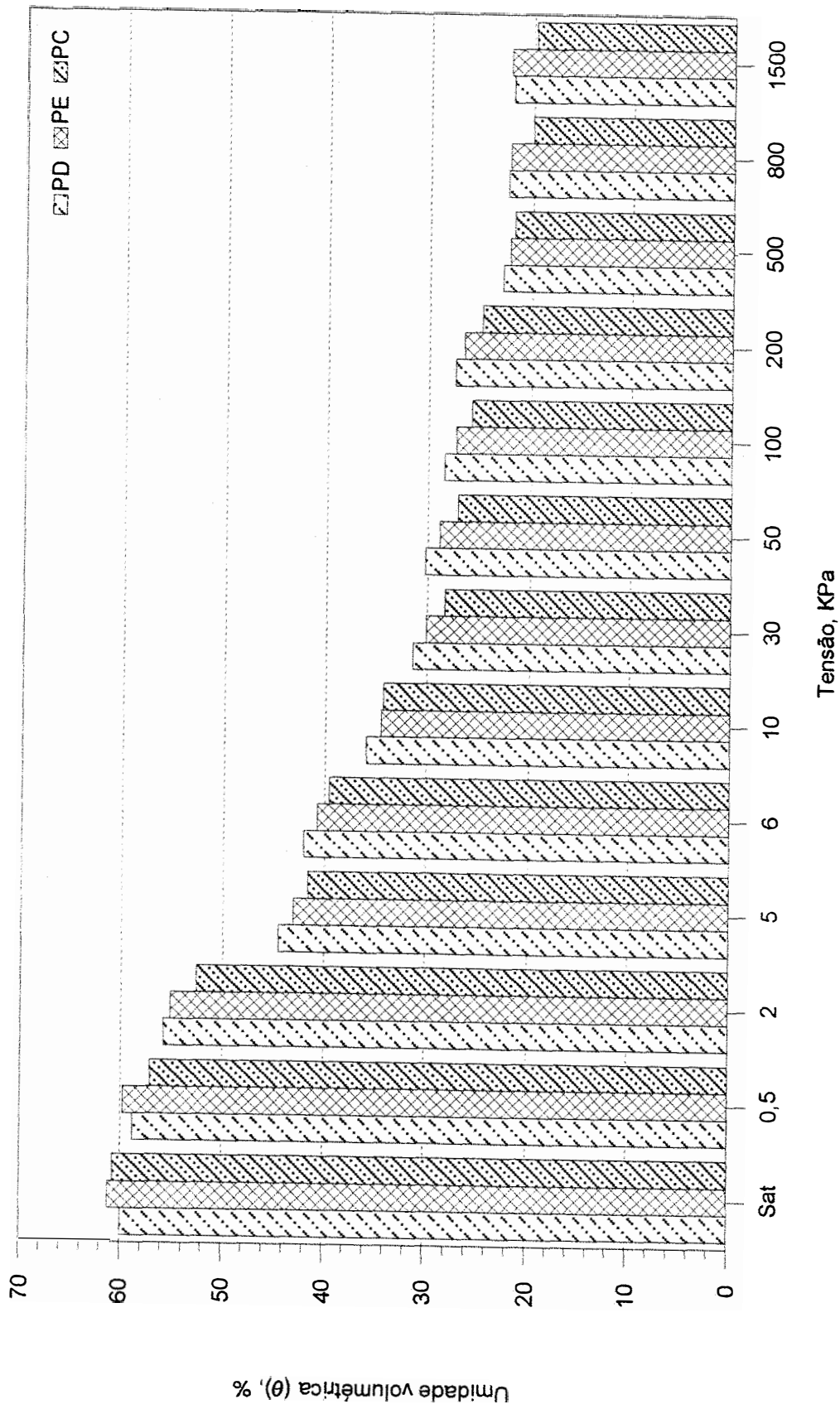


Figura 22. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 90 cm. 79.

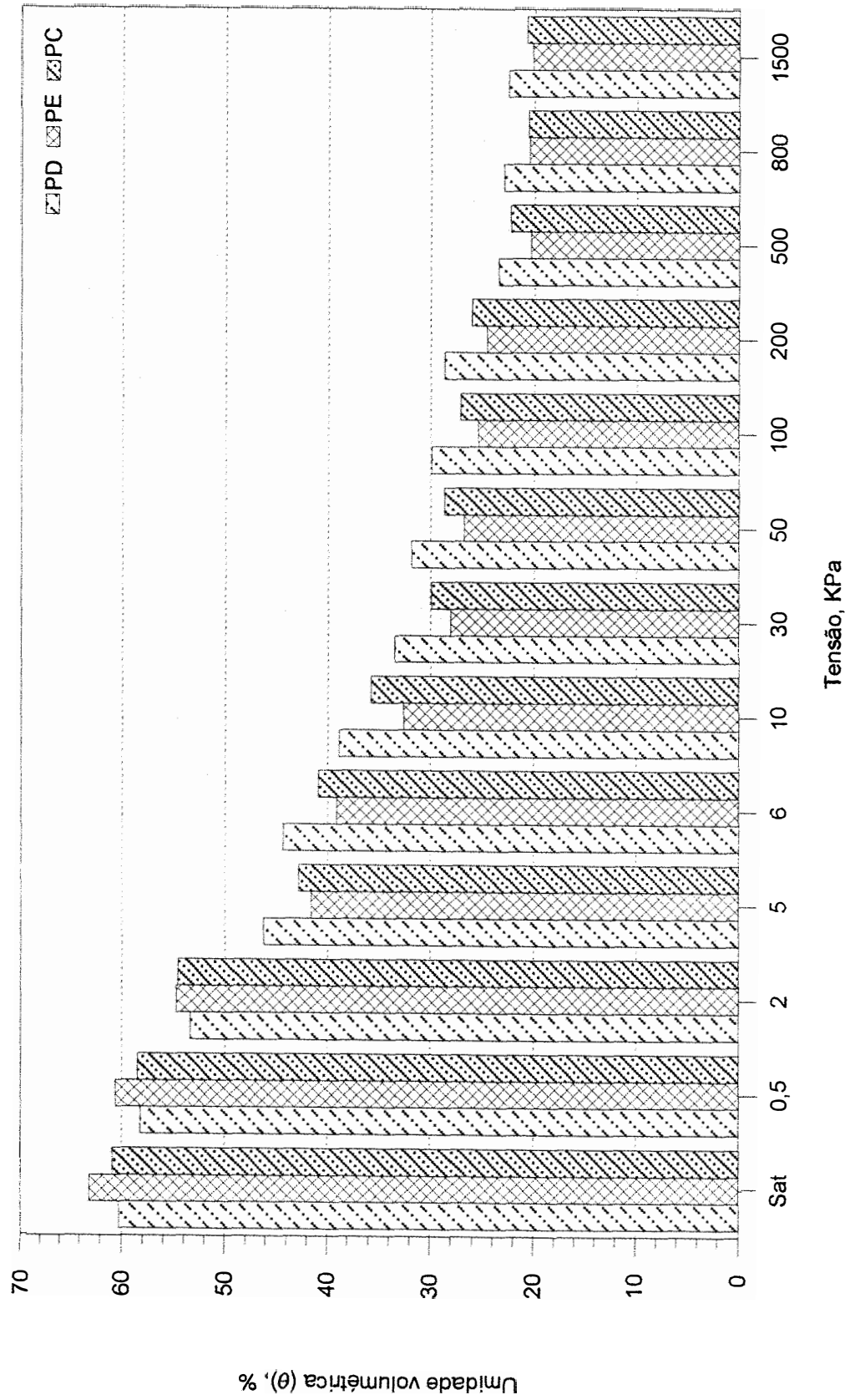


Figura 23. Retenção de água nos três sistemas de preparo do solo, na profundidade de 120 cm.

Tabela 13. Parâmetros da equação de GENUCHTEN & NIELSEN (1985), para cada profundidade, nos três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Profundidade cm	Alfa	M	N	θ_R	θ_S	Coef. Cor.	Interações
PD	5	0,0751	0,2232	1,2873	0,160	0,562	0,993	131
	10	0,0536	0,2411	1,3176	0,185	0,537	0,992	119
	15	0,0920	0,2301	1,2988	0,181	0,549	0,994	128
	20	0,1243	0,1468	1,1720	0,110	0,551	0,989	179
	25	0,1179	0,1911	1,2362	0,184	0,546	0,989	149
	30	0,1002	0,2343	1,3059	0,214	0,551	0,989	127
	45	0,0599	0,3248	1,4810	0,231	0,582	0,989	85
	60	0,0517	0,3224	1,4757	0,229	0,581	0,987	85
	75	0,0466	0,3986	1,6627	0,225	0,612	0,989	55
	90	0,0442	0,3549	1,5501	0,220	0,606	0,988	71
	120	0,0599	0,2560	1,3441	0,187	0,604	0,995	114
PE	5	0,0540	0,3676	1,5814	0,200	0,626	0,995	67
	10	0,0712	0,3159	1,4617	0,202	0,588	0,994	90
	15	0,0667	0,3474	1,5324	0,212	0,598	0,992	77
	20	0,0702	0,2197	1,2815	0,187	0,542	0,990	129
	25	0,1016	0,2139	1,2721	0,189	0,562	0,990	137
	30	0,0923	0,2520	1,3368	0,222	0,561	0,989	117
	45	0,0643	0,3425	1,5208	0,244	0,574	0,990	78
	60	0,0476	0,4401	1,7860	0,232	0,613	0,990	39
	75	0,0443	0,4029	1,6748	0,231	0,614	0,990	52
	90	0,0457	0,3929	1,6471	0,225	0,615	0,991	56
	120	0,0490	0,4060	1,6836	0,209	0,630	0,992	52
PC	5	0,0297	0,3786	1,6092	0,195	0,558	0,991	59
	10	0,0616	0,2797	1,3884	0,195	0,576	0,995	104
	15	0,0773	0,2231	1,2872	0,177	0,551	0,995	129
	20	0,2321	0,1487	1,1747	0,157	0,558	0,995	197
	25	0,1258	0,1966	1,2448	0,195	0,545	0,992	148
	30	0,1254	0,2279	1,2951	0,224	0,562	0,992	134
	45	0,1048	0,2636	1,3580	0,217	0,584	0,990	116
	60	0,0746	0,3725	1,5937	0,208	0,637	0,993	70
	75	0,0638	0,3606	1,5639	0,204	0,629	0,993	73
	90	0,0555	0,3445	1,5256	0,196	0,602	0,993	78
	120	0,0515	0,3410	1,5175	0,204	0,609	0,992	78

4.7. Capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad)

Os dados referentes à capacidade de aeração (Car) estão colocados na Figura 24, determinados segundo a equação (3). Observa-se que a maior diferença ocorreu nas profundidades de 5, 10 e 15 cm onde o PE apresentou até 8,5% de umidade (a 5 cm) superior aos demais tratamentos, o que confirma a predominância de macroporos neste sistema já destacada quando da análise dos dados de retenção de água. Nas demais profundidades cabe destacar apenas a maior Car do PC a 20 cm, situação que contradiz a maior densidade do solo obtida nesta profundidade para este sistema. De qualquer modo, estes valores estão acima do índice de 5%, considerado crítico para a aeração por THOMASSON (1978), e estão também acima daqueles obtidos por SARVASI (1994) em latossolo roxo com sistemas de preparo semelhantes a estes.

Pela equação (4) foi calculada a capacidade de água disponível (Cad) também para as profundidades de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 cm. Os resultados obtidos estão na Figura 25. Não se observaram diferenças muito altas entre sistemas de preparo, apenas uma tendência geral de queda nos valores obtidos conforme se aumenta a profundidade de amostragem. Considere que estes valores devam ser visto com certa reserva, pois estão num intervalo que já considera como água disponível a água retida abaixo da capacidade de campo, mas esta é momentânea, pois ocorrendo drenagem já se altera este valor, que pode ser grande dependendo da umidade na capacidade de campo.

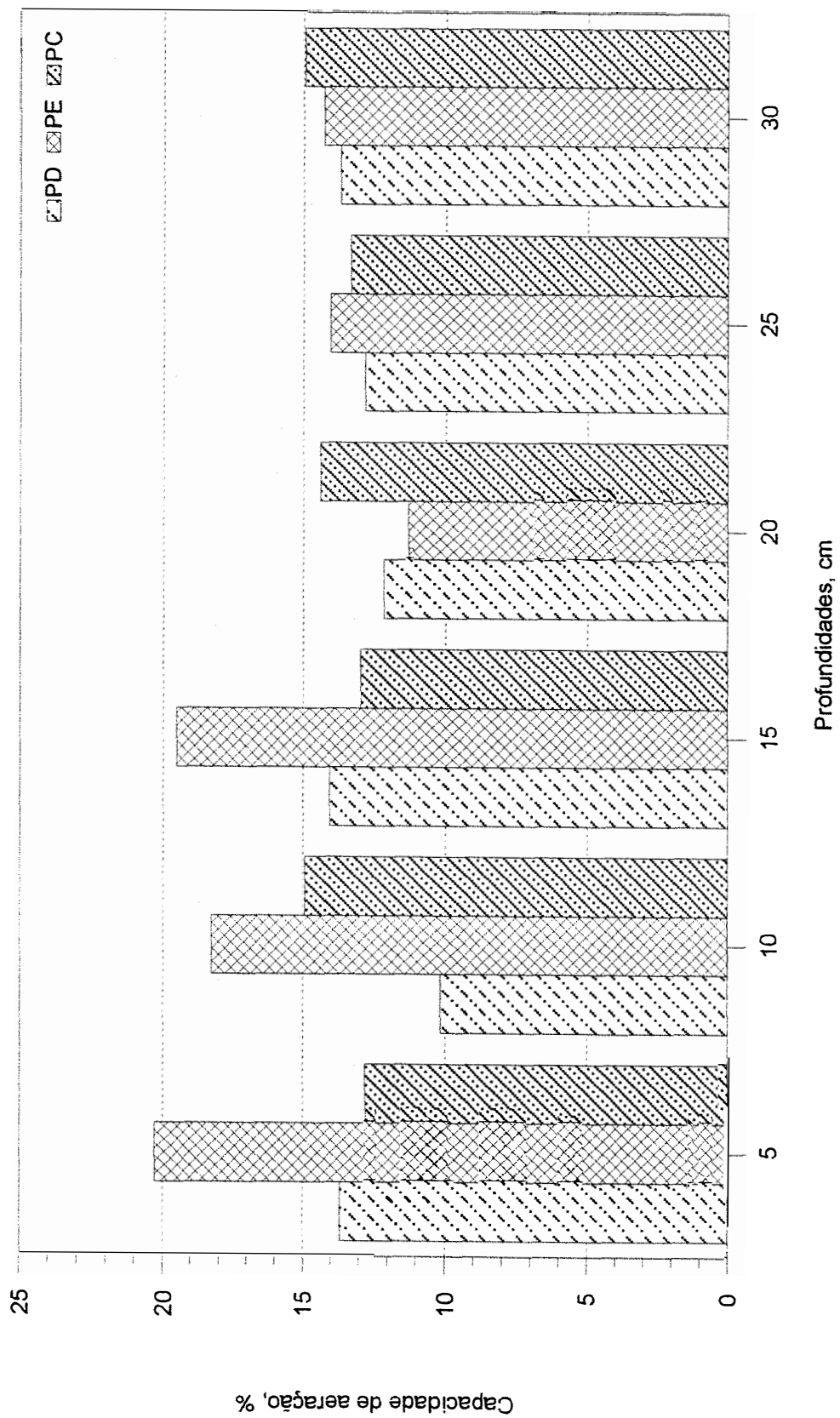


Figura 24. Capacidade de aeração média, determinada para as profundidades até 30 cm, nos três sistemas de preparo de solo.

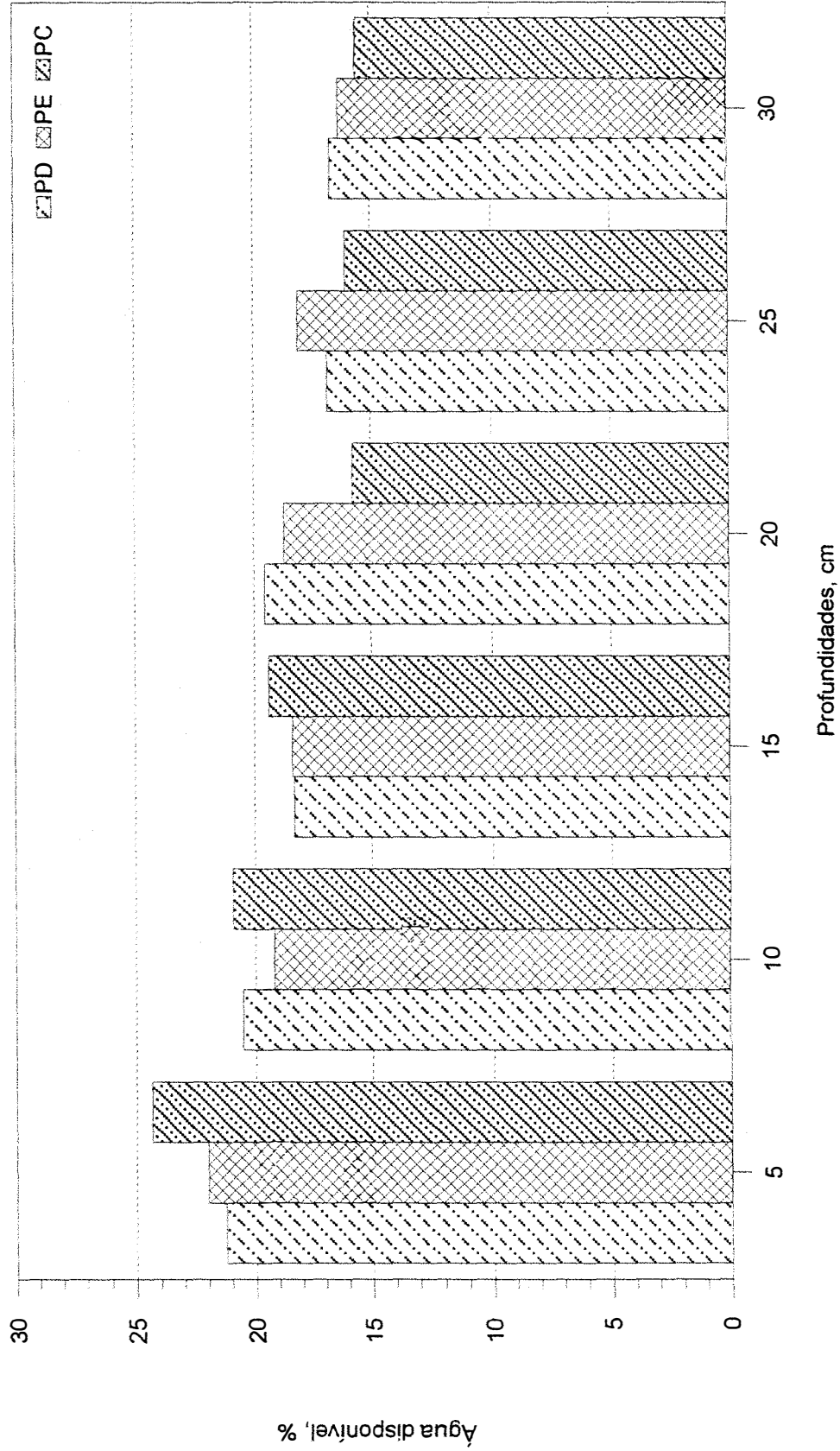


Figura 25. Capacidade de água disponível média, determinada para as profundidades até 30 cm, nos três sistemas de preparo de solo.

No outro extremo tem-se o valor de 1.500 KPa, considerado ponto de murcha permanente, que pode ser atingido em tensões menores dependendo da planta e condição de perda de água.

Os conceitos de Car e Cad anteriormente discutidos, são mais bem interpretados quando analisados de forma conjunta. THOMASSON (1978), propôs uma forma de classificação da condição estrutural do solo, onde os dados de Car e Cad são confrontados em um gráfico composto por faixas de qualificação com os conceitos de pobre, regular, bom e muito bom. Nas Figuras 26, 27 e 28 são apresentados os gráficos obtidos respectivamente para o PD, PE e PC.

Na Figura 26 verifica-se que o sistema de plantio direto teve, em todas as profundidades estudadas, um índice classificado como bom, sendo que o valor obtido para 10 cm está no limite de bom para regular. Esta situação revela a necessidade de se adotar medidas para aumentar a Car nesta camada, como uma escarificação superficial, por exemplo. Os demais pontos, especialmente aqueles abaixo de 10 cm, estão mais agrupados, o que revela uma condição de homogeneidade proporcionada por este tipo de preparo.

O preparo do solo com arado escarificador levou a uma distribuição dos pontos mais dispersa que o PD, conforme se observa na Figura 27, inclusive com a profundidade 5 cm caindo na faixa muito bom e as demais na faixa bom. Esta dispersão é normal neste sistema em função do preparo mais grosseiro do solo, com presença de agregados e torrões de diversos tamanhos.

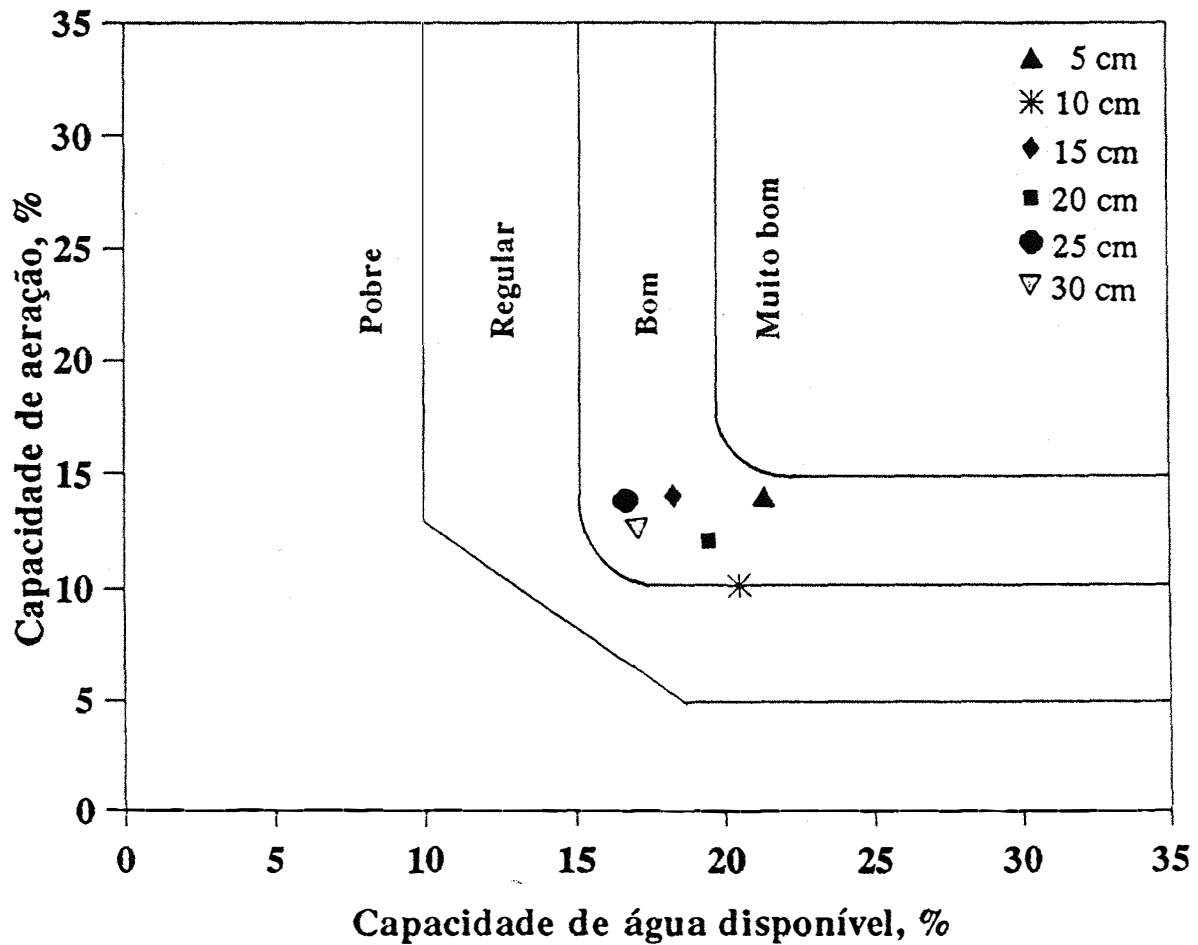


Figura 26. Classificação da condição estrutural do solo, em termos de capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad), para o plantio direto.

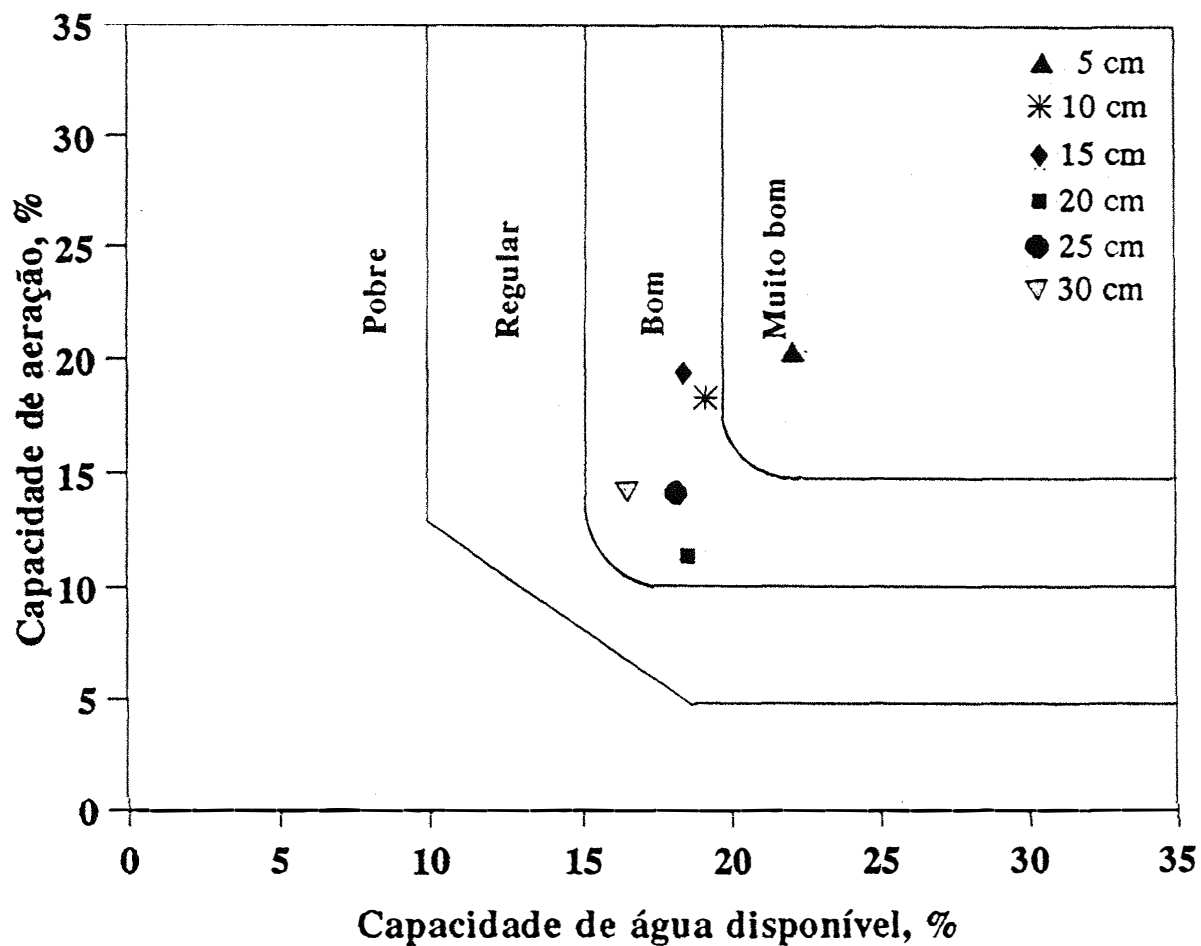


Figura 27. Classificação da condição estrutural do solo, em termos de capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad), para o preparo com escarificador.

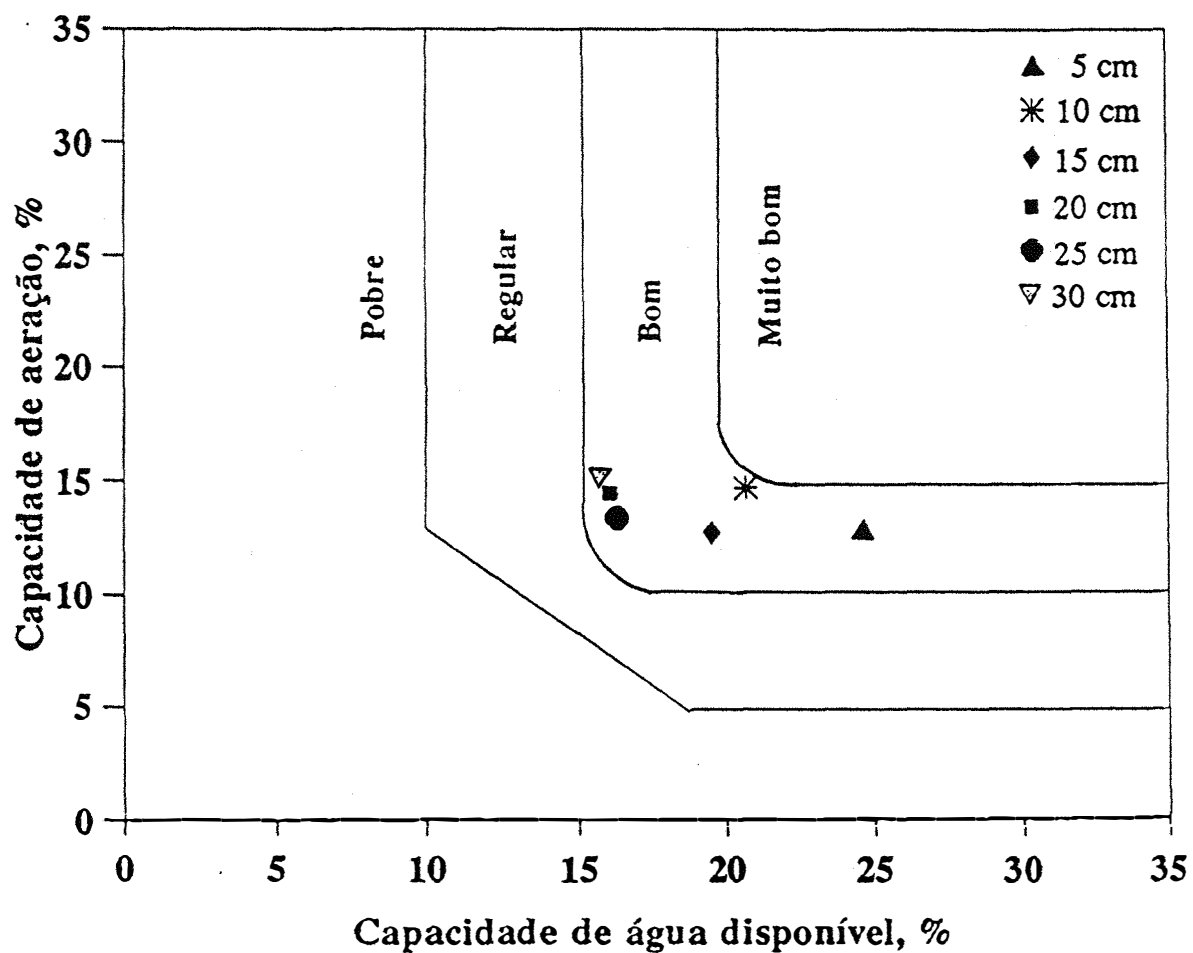


Figura 28. Classificação da condição estrutural do solo, em termos de capacidade de aeração (Car) e de água disponível (Cad), para o preparo convencional.

O sistema de preparo convencional também apresentou uma dispersão dos pontos obtidos nas profundidades de 5, 10 e 15 cm, conseqüência da desestruturação provocada pelas arações e gradagens. Nas profundidades abaixo de 15 cm houve um agrupamento próximo do limite de bom para regular, que reflete a homogeneidade destas camadas e pode ser conseqüência do "pé-de-arado". Resultados semelhantes foram obtidos por SARVASI (1994), com estes sistemas de preparo. Esta situação obtida no PC revela que a continuidade deste sistema de preparo pode levar a uma mudança da classe bom para regular, quando então outro sistema de preparo deve ser utilizado para recuperar a estrutura deste solo. Pelo resultados apresentados no PE, este pode ser uma alternativa para "consertar" os efeitos do uso contínuo do arado de discos.

Como a utilização desta classificação nas condições deste trabalho é recente, pode ser que, com seu uso, os valores que separam as diferentes classes possam ser modificados. No presente trabalho já se verificou que, abaixo de 15-20 cm, o crescimento radicular e a infiltração de água no solo foram prejudicadas no PC, fruto talvez desta homogeneidade mais compacta apresentada na Figura 28, que está no limite para a classe regular. Dessa forma, a associação de efeitos na planta e na dinâmica da água podem levar a mudanças nos valores de separação de classes destes solos, dando mais segurança para sugerir medidas de recuperação do solo, quando possível.

4.8. Condutividade hidráulica da água do solo

A determinação da condutividade hidráulica pelo método de HILLEL et al. (1972) permite que se obtenham outras informações sobre a dinâmica da água no solo a partir dos dados que são obtidos nos cálculos até se chegar na função $K(\theta)$. Nos Apêndices 10, 11 e 12 estão os valores das leituras obtidas nas três baterias de tensiômetros instaladas em cada parcela de inundação, para cada tratamento. As determinações realizadas a partir dos parâmetros de GENUCHTEN & NIELSEN (1985) e das leituras dos tensiômetros instalados na parcela de inundação estão colocadas nos Apêndices 13, 14 e 15, respectivamente para o PD, PE e PC.

Uma relação que se obtém neste processo é de θ em função do tempo, caracterizando a drenagem de água no solo. Na profundidade de 10 cm (Figura 29) observou-se uma umidade de saturação, no tempo zero, maior no PE e PC que no PD, conseqüência da estrutura já discutida em outros pontos. Mas, na estabilização, os valores de θ no PD foram maiores que no PC, refletindo maior retenção de água. Nas profundidades de 20 cm (Figura 30) e de 30 cm (Figura 31) não houve diferenciação entre as curvas dos três sistemas de preparo, apesar das diferenças de estrutura verificadas anteriormente. Nas demais profundidades, apresentadas nas Figuras 32, 33 e 34, o PD nitidamente se estabilizou com uma umidade mais alta que os demais, embora nestas profundidades seja difícil encontrar uma razão para explicar tais diferenças como resultado dos sistemas de preparo do solo.

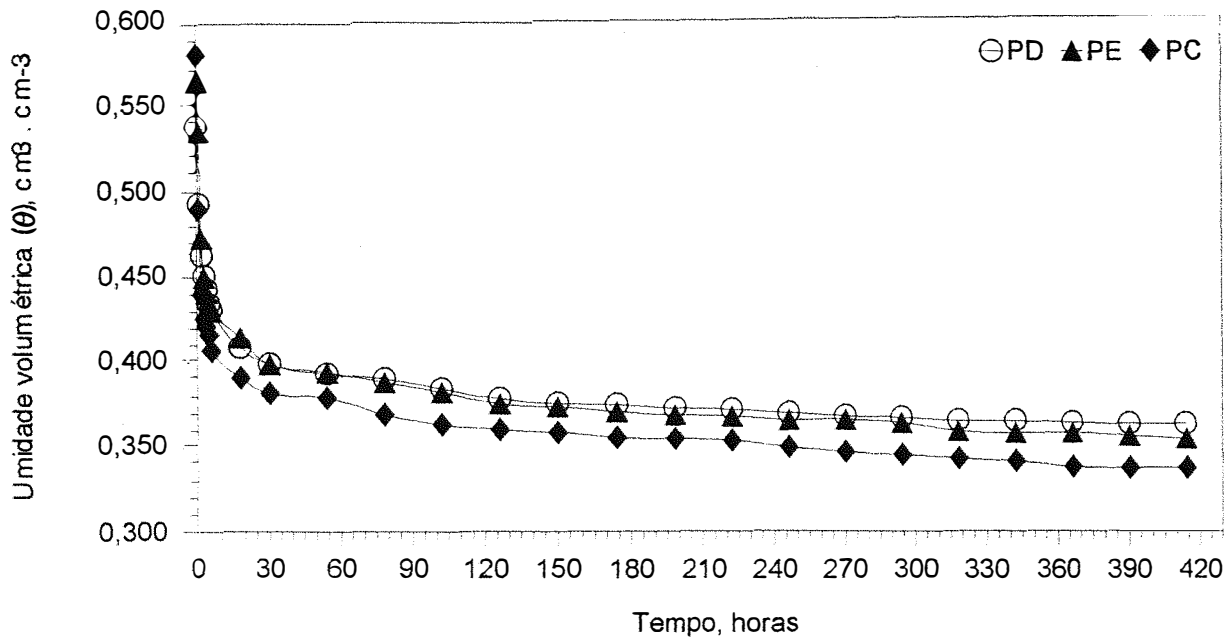


Figura 29. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 10 cm.

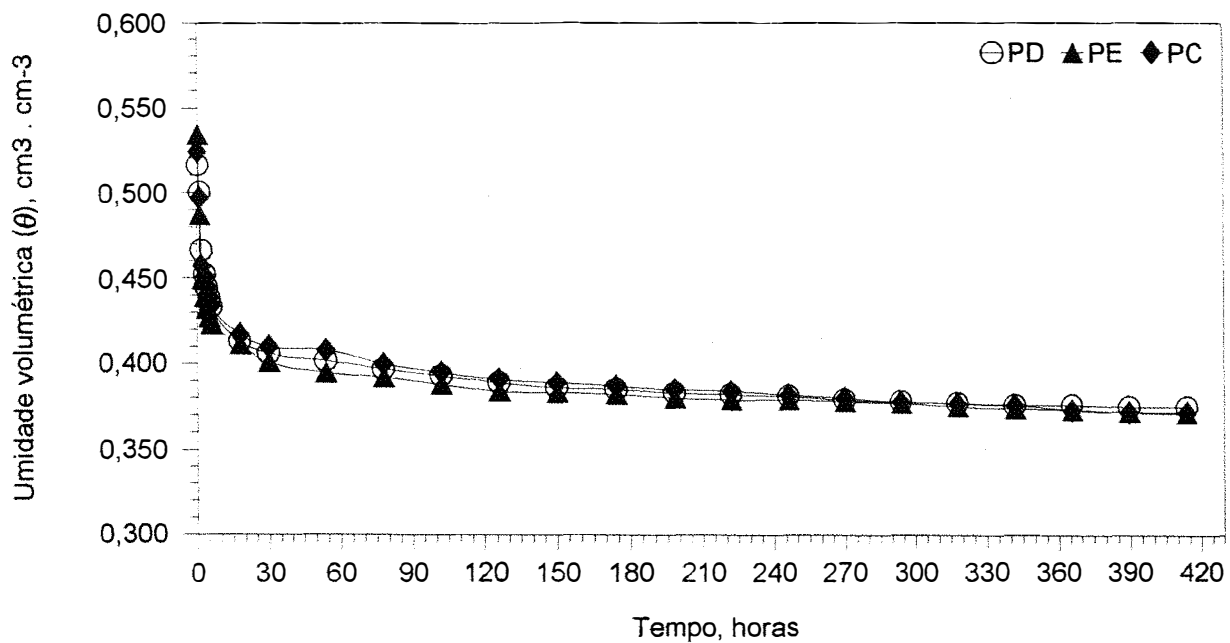


Figura 30. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 20 cm.

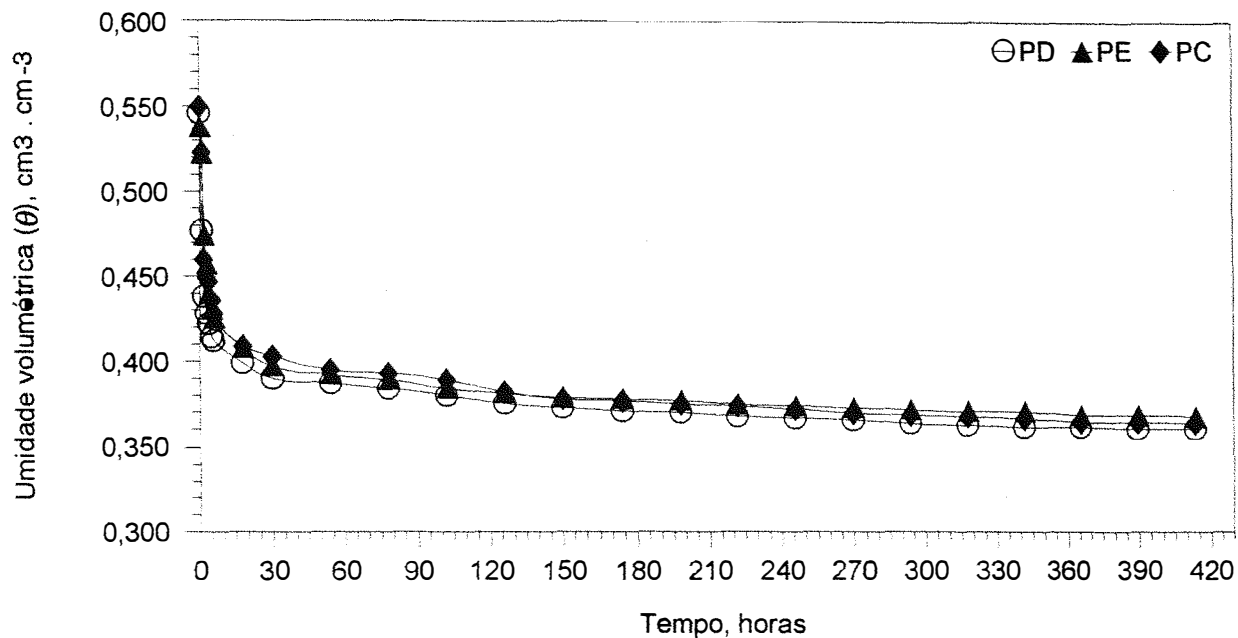


Figura 31. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 30 cm.

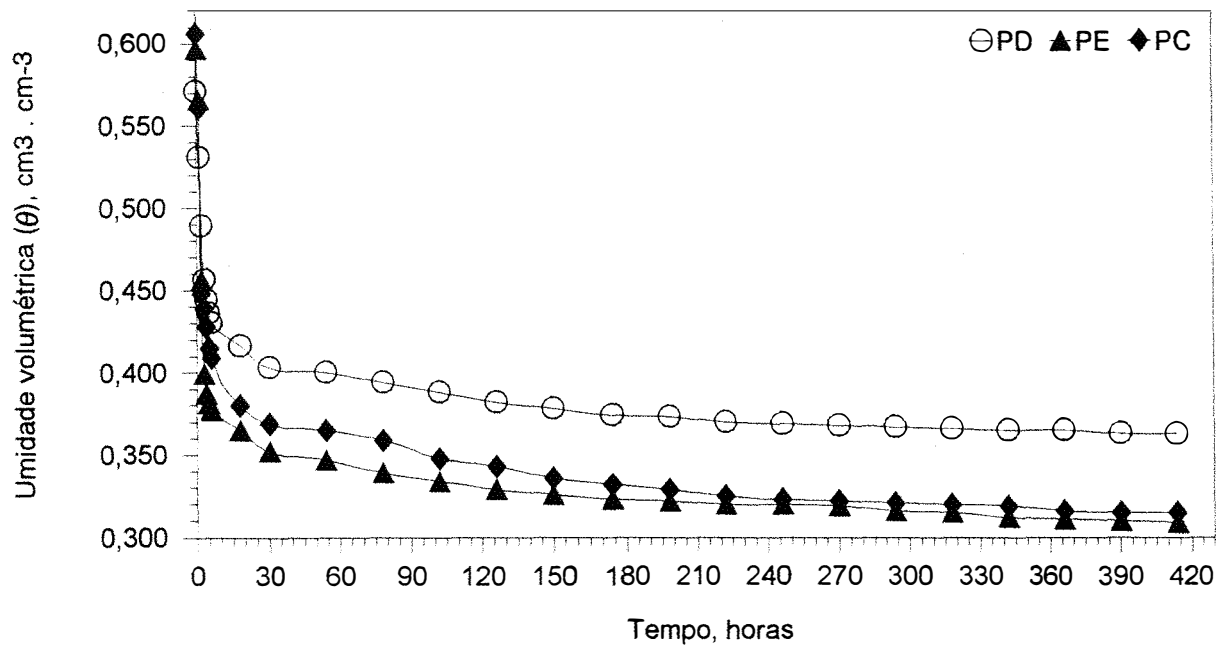


Figura 32. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 60 cm.

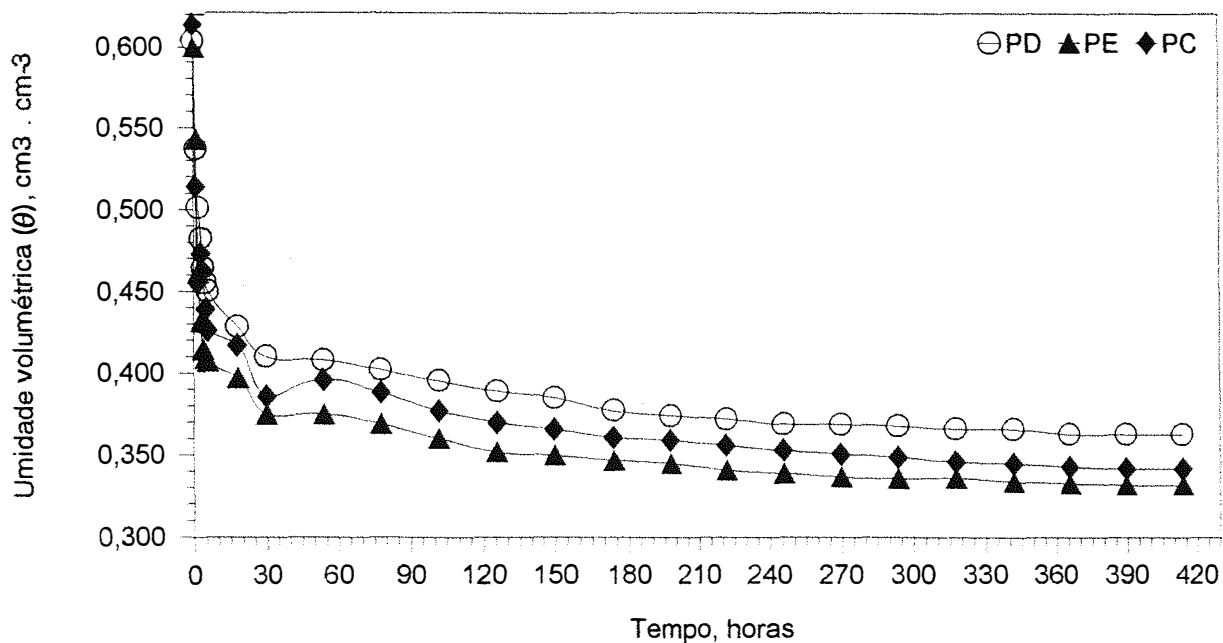


Figura 33. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 90 cm.

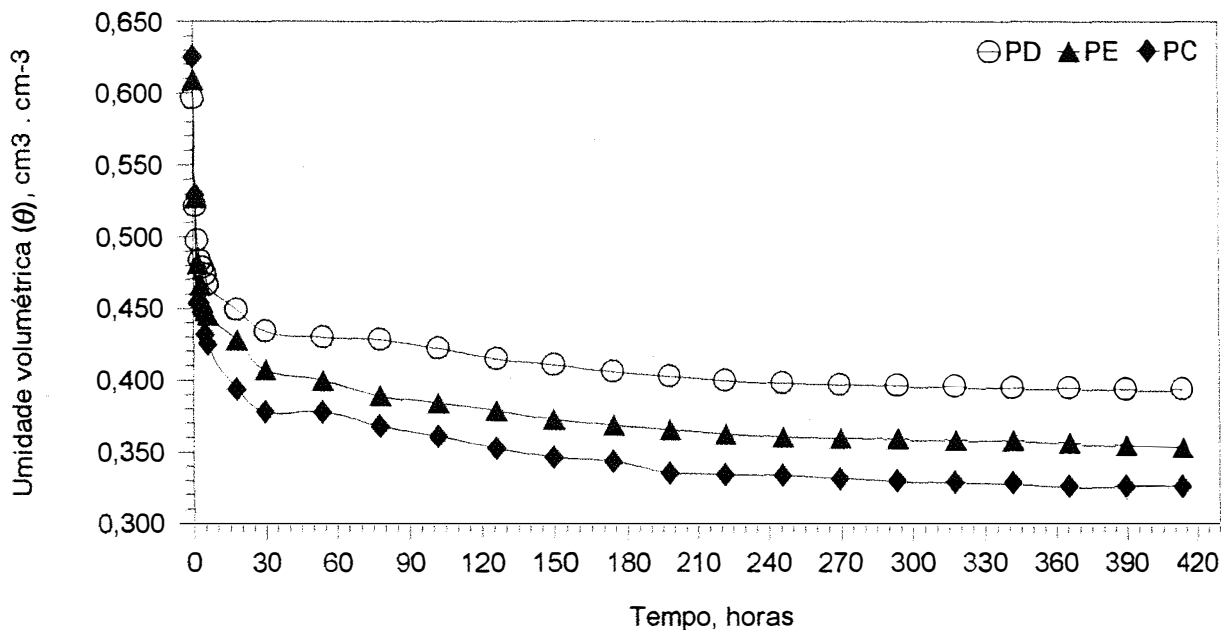


Figura 34. Umidade volumétrica (θ), em função do tempo de drenagem, para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 120 cm.

O que se observa numa análise geral destas figuras é uma pequena variação na parte final da curva para o PD, o que revela a maior homogeneidade deste tratamento, diferente do que mostram SIDIRAS et al. (1984) também em latossolo roxo onde se observou grande diferenciação entre PD e PC e entre camadas do mesmo tratamento.

A relação de θ com o tempo ao longo de todo o perfil, pode ser mais bem caracterizada colocando todas as profundidades juntas em cada sistema de preparo do solo. O perfil de umidade do PD, apresentado na Figura 35 mostrou uma concavidade para a direita entre 10 e 30 cm, o que indica maior retenção de água nesta camada. Abaixo dos 30 cm houve a tendência de maior retenção em profundidade de maneira bem homogênea, semelhante aos resultados de SIDIRAS et al. (1984). Os perfis obtidos para o PE (Figura 36) e para o PC (Figura 37) apresentaram mudança de sentido das curvas na fase inicial, na 1.^a e 2.^a horas, para depois definir também uma curvatura à direita nas camadas mais superficiais e nas profundidades maiores um comportamento irregular, indicando uma descontinuidade estrutural que afeta o fluxo de drenagem ao longo do perfil.

Ao se determinar a condutividade hidráulica (K) em função do tempo, e tendo a umidade volumétrica (θ) correspondente, pode-se fazer a relação K em função de θ para cada profundidade estudada.

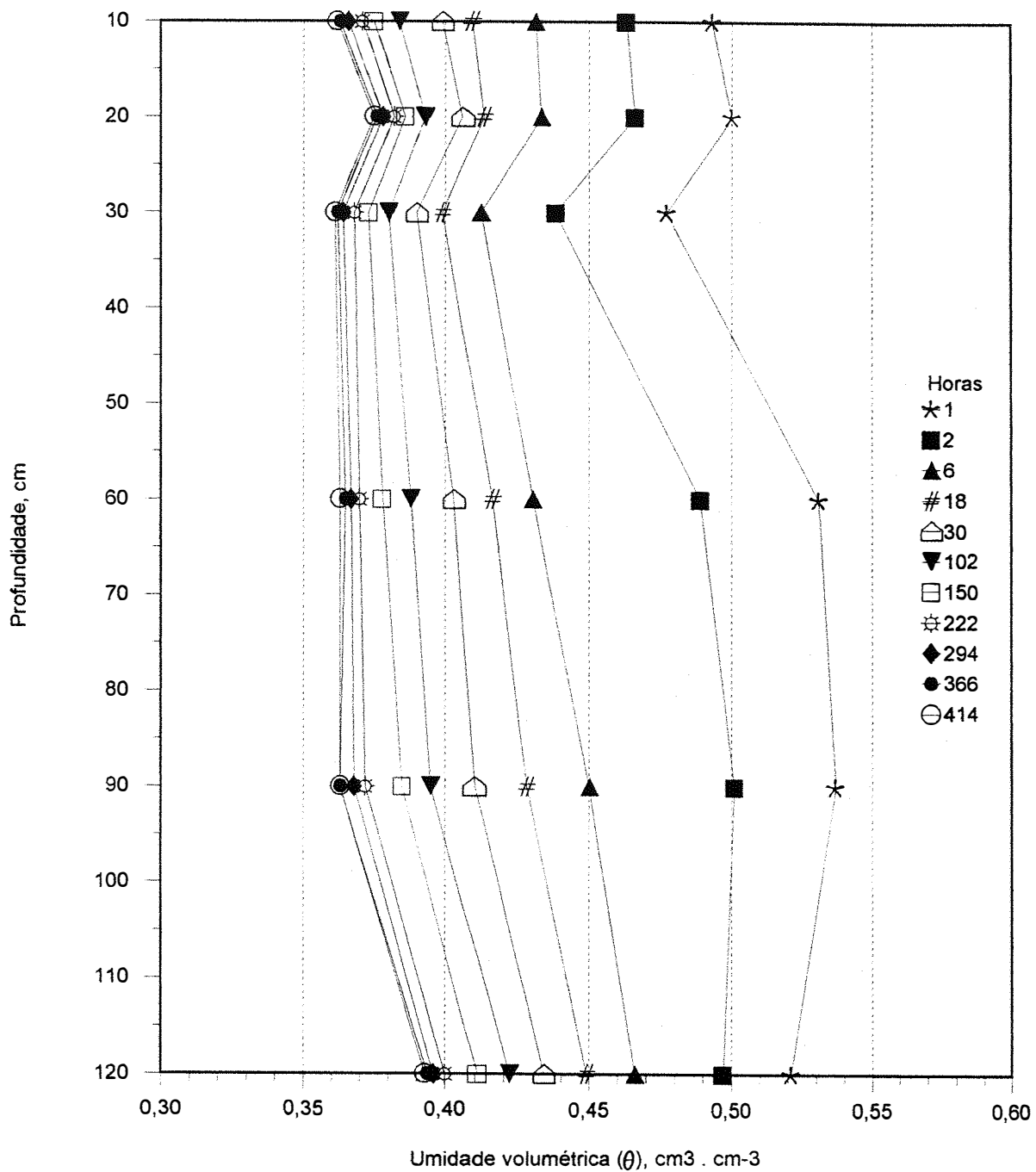


Figura 35. Perfil de umidade do solo no sistema de plantio direto, em vários tempos e após inundação.

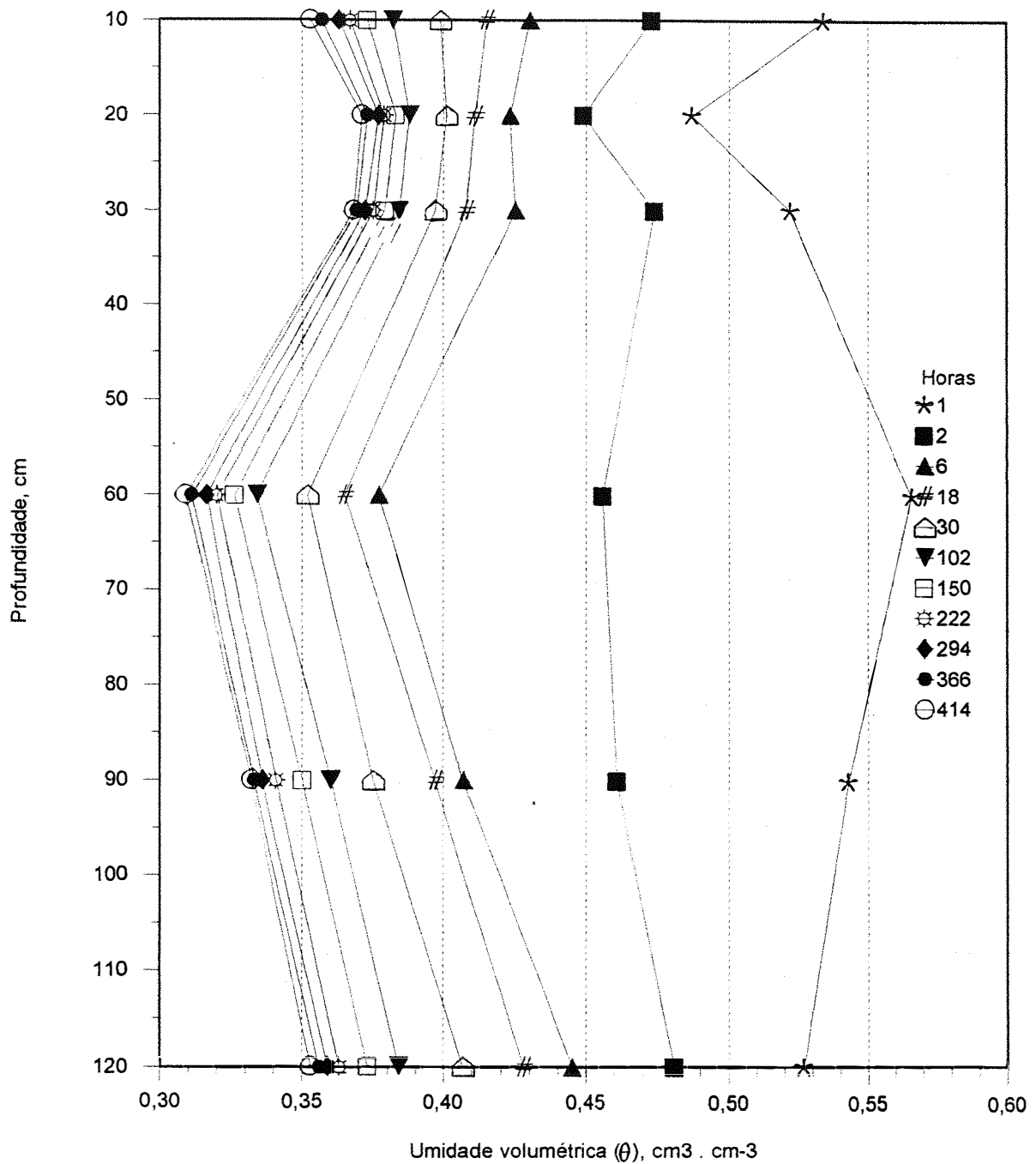


Figura 36. Perfil de umidade do solo no sistema de preparo com escarificador, em vários tempos e após inundação.

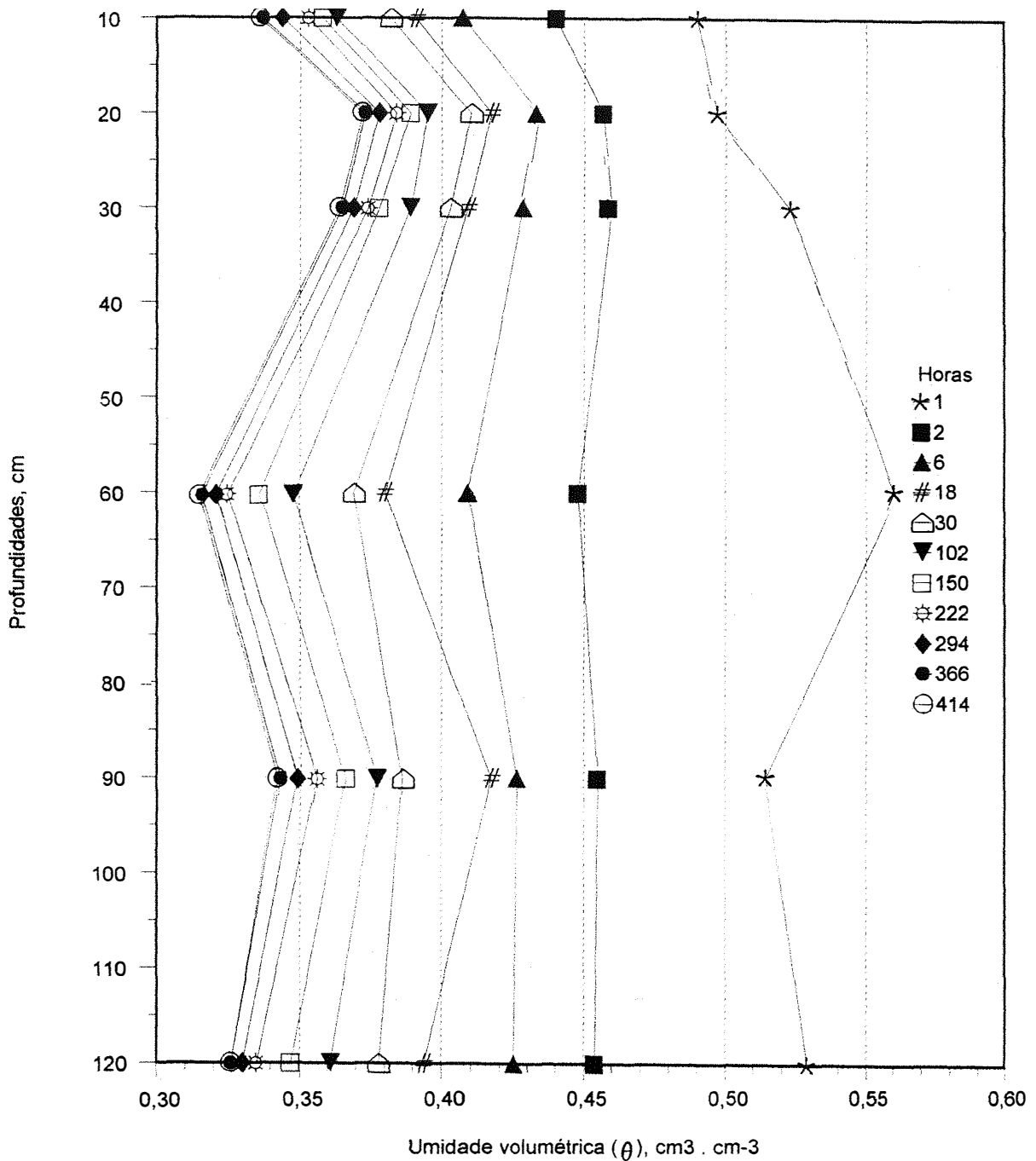


Figura 37. Perfil de umidade do solo no sistema de preparo convencional, em vários tempos e após inundação.

Nas Figuras 38, 39, 40, 41, 42 e 43 estão colocadas as curvas de $K(\theta)$ com os dados determinados para cada profundidade. O que se observa nas Figuras 38, 39 e 40, que representam, respectivamente, as profundidades 10, 20 e 30 cm é uma pequena diferenciação entre tratamentos na condutividade hidráulica. Embora a diferença entre tratamentos seja pequena, na Figura 38 o PC apresentou valores mais altos de K para um mesmo θ até este chegar a $0,50 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, quando então o PD apresentou maior valor de K . Como a densidade do solo foi maior no PD nesta profundidade (Tabela 9) pode-se considerar que isto reduziu o K do solo não saturado, conforme já definido por HILLEL (1971). Isto fica mais claro na profundidade de 60 cm (Figura 41) onde são evidentes os menores valores de K para baixos valores de θ no PD em relação aos demais preparos, mas o K_0 é igual entre sistemas. Nas profundidades de 90 cm (Figura 42) e 120 cm (Figura 43) esta mesma tendência é mantida, porém sem a correspondente diferenciação na densidade do solo como na profundidade de 60 cm.

A partir das relações K versus θ apresentadas anteriormente se estabeleceu a equação $K(\theta)$ para cada profundidade em cada tratamento de preparo, segundo o modelo exponencial apresentado na equação 12, ou seja:

$$K(\theta) = K_0 \cdot e^{\gamma(\theta - \theta_0)}$$

Os parâmetros desta equação para cada profundidade nos três sistemas de preparo estão colocados na Tabela 14.

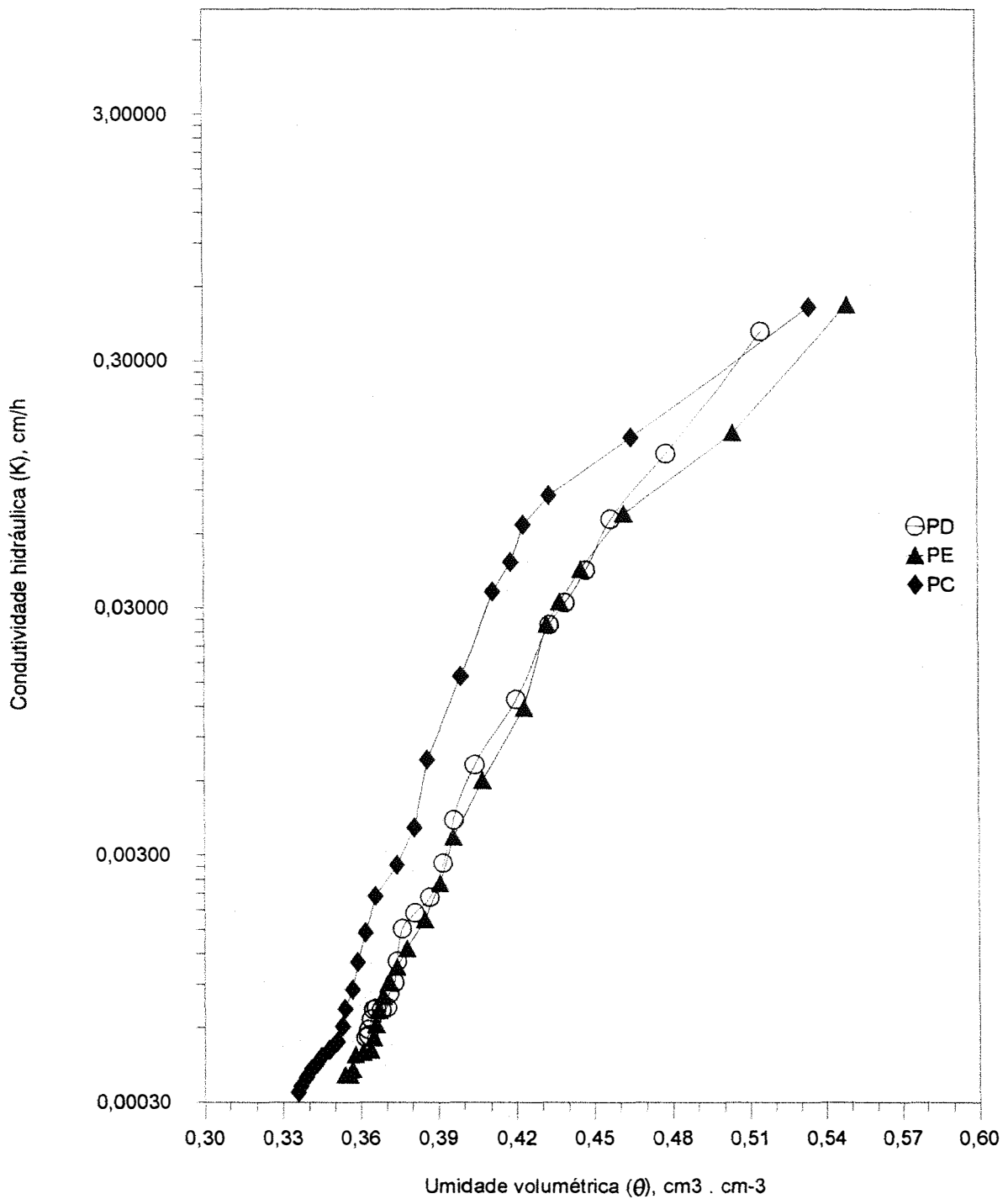


Figura 38. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 10 cm.

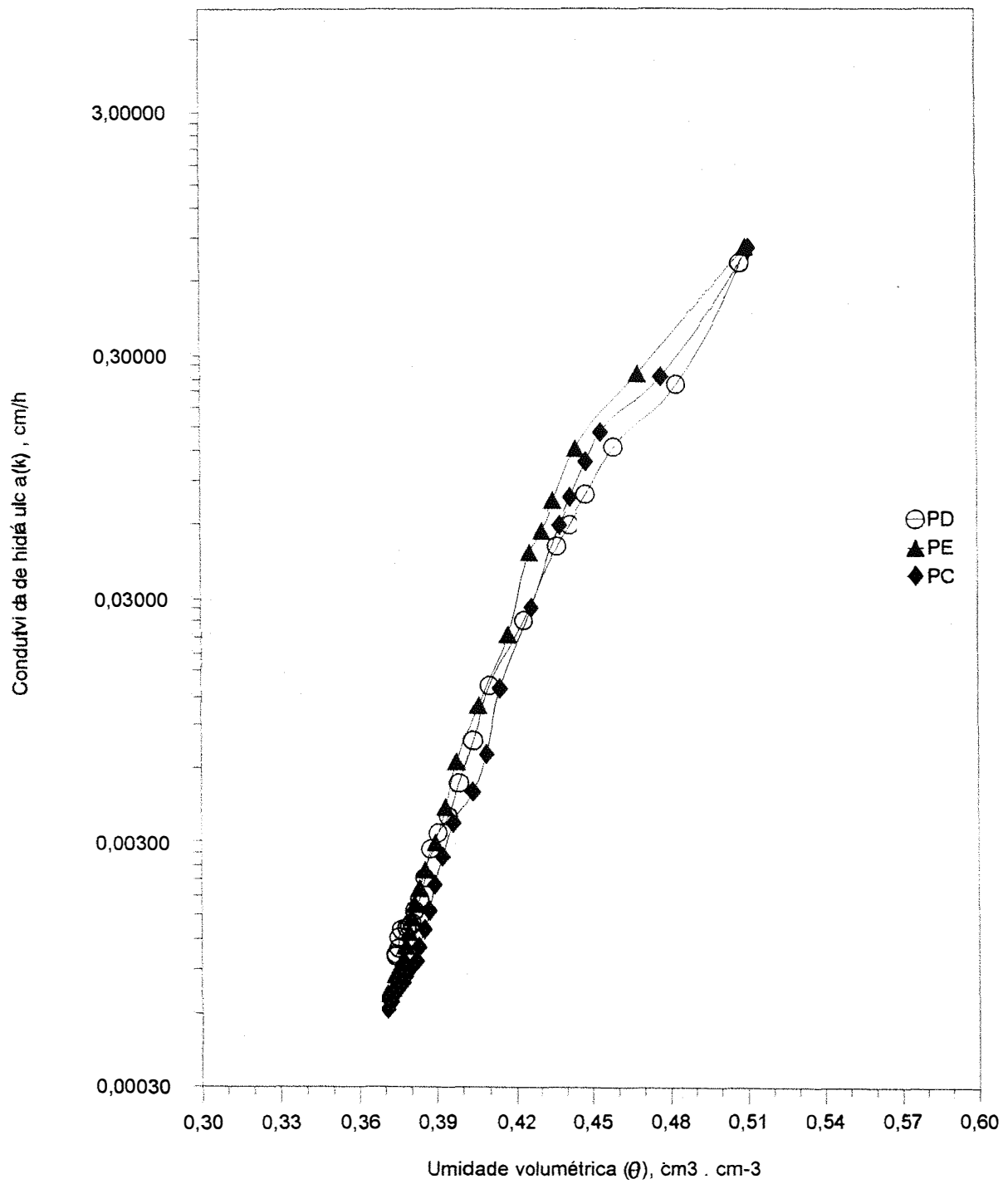


Figura 39. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 20 cm.

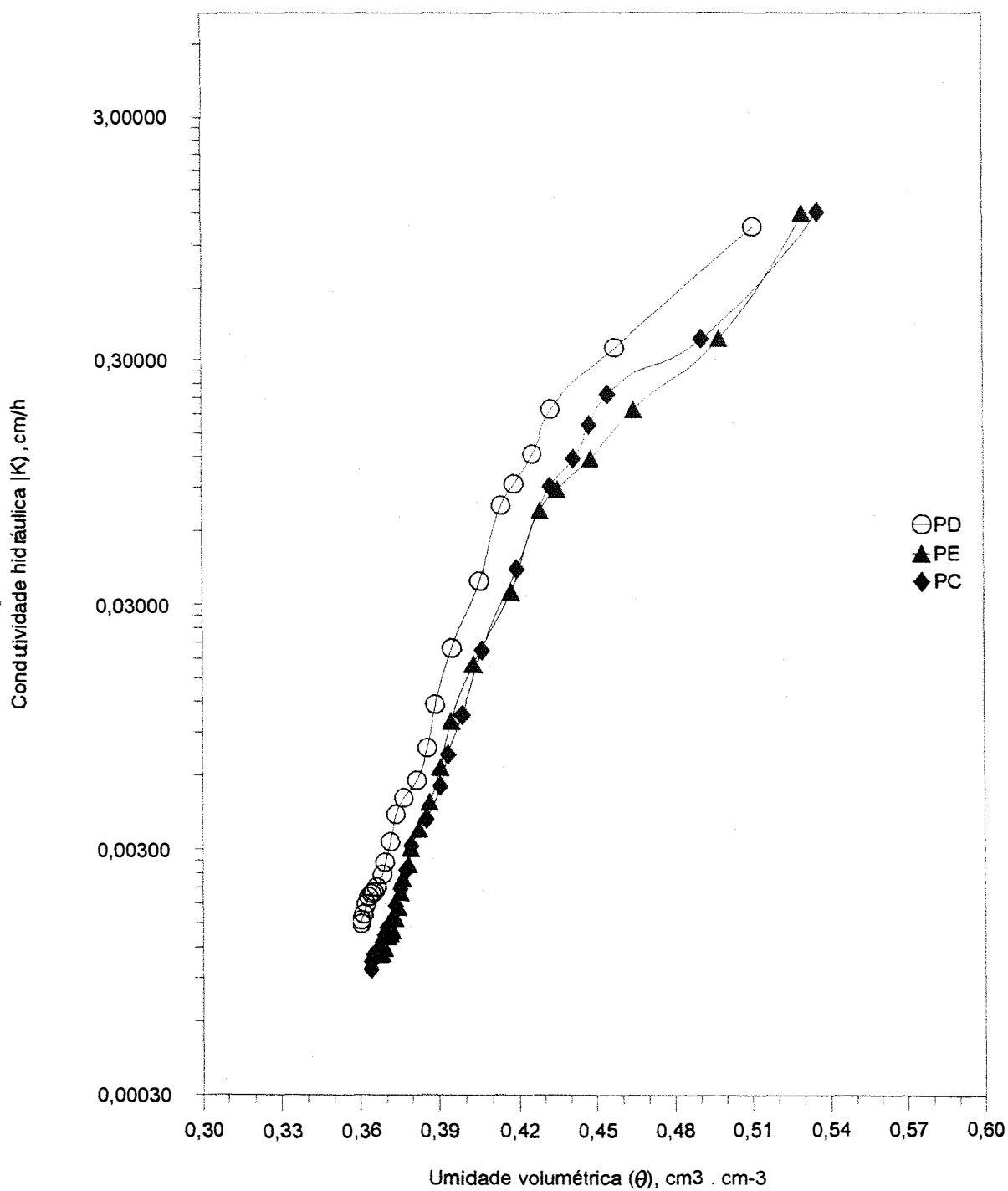


Figura 40. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 30 cm.

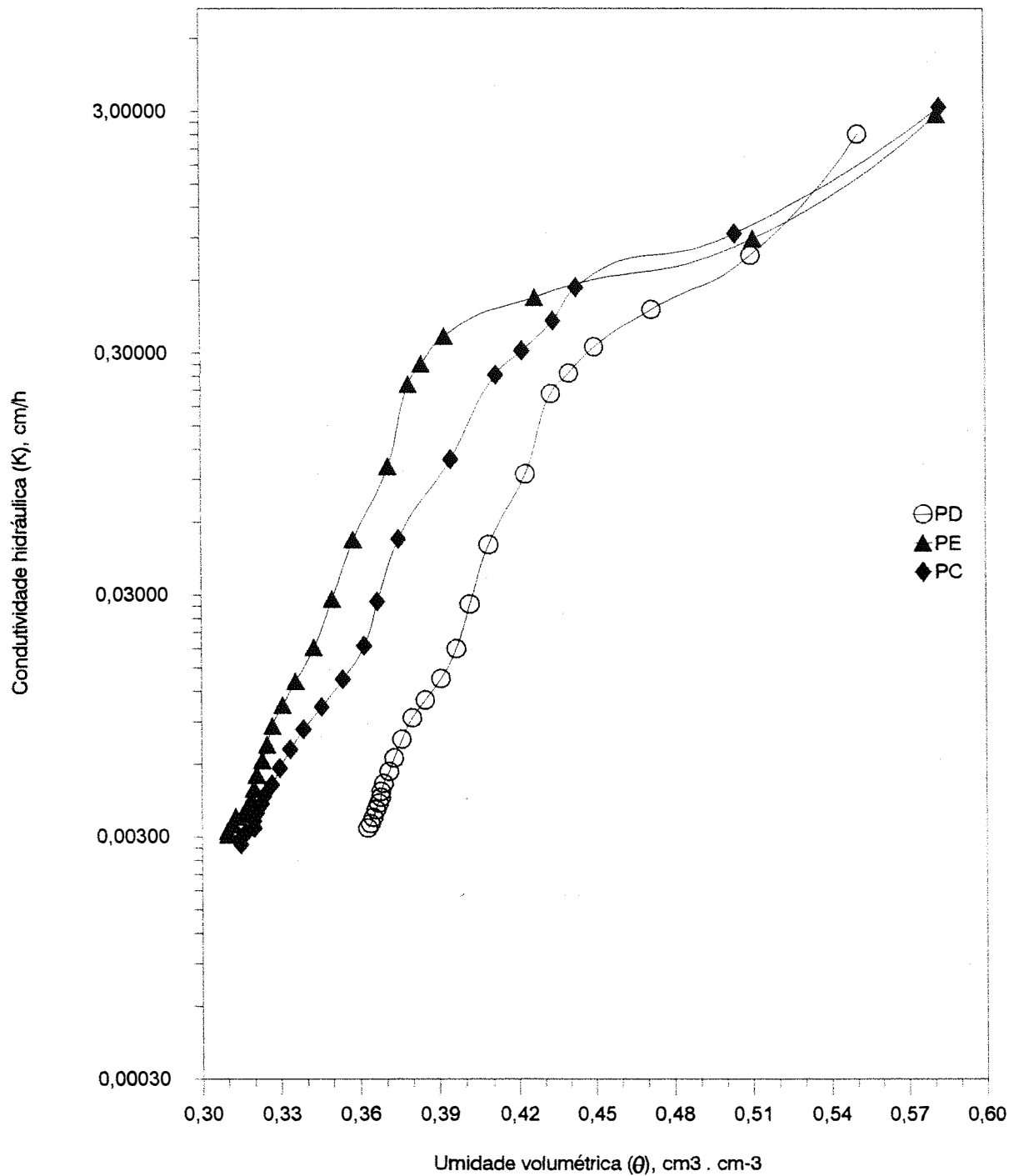


Figura 41. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 60 cm.

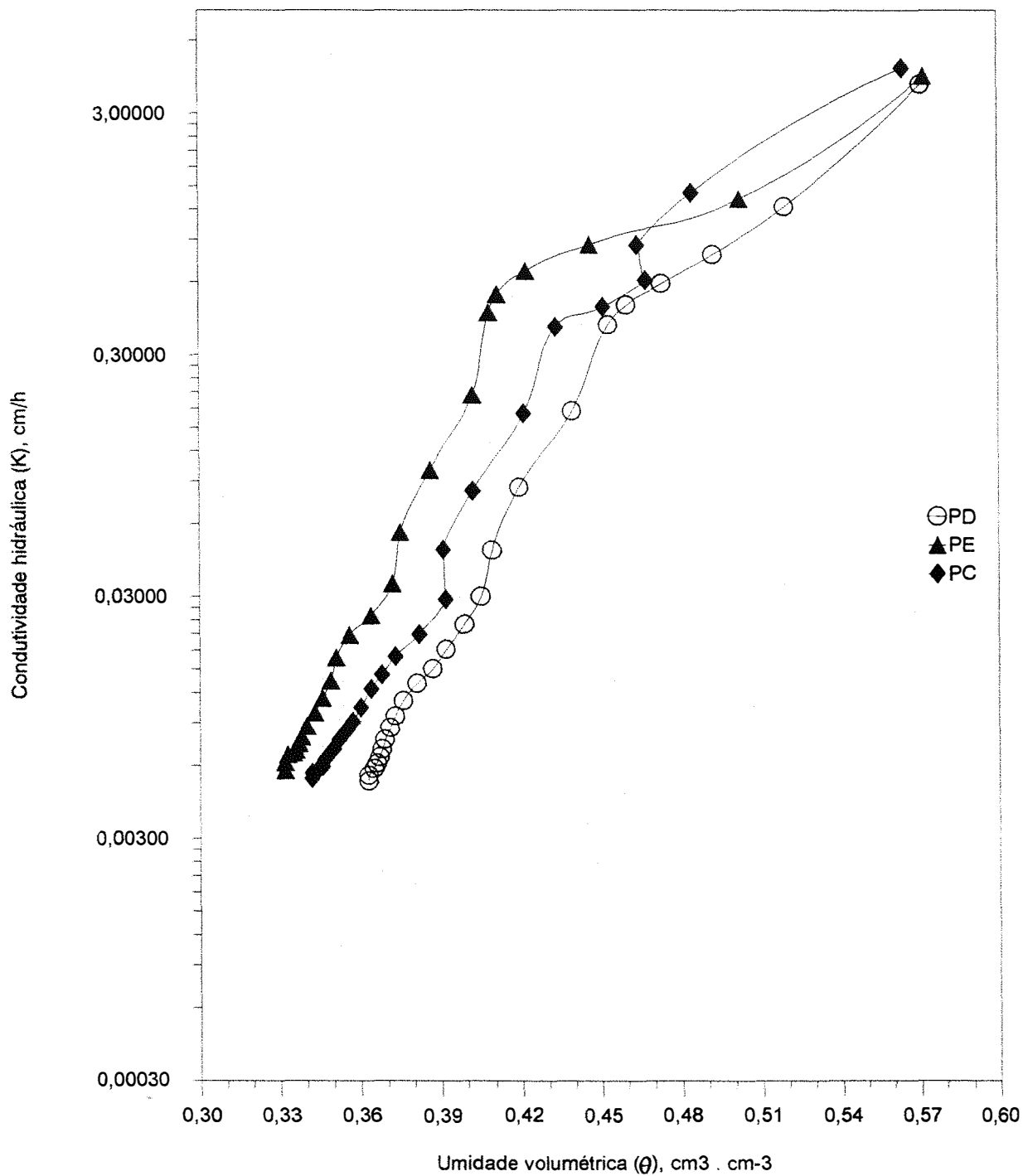


Figura 42. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 90 cm.

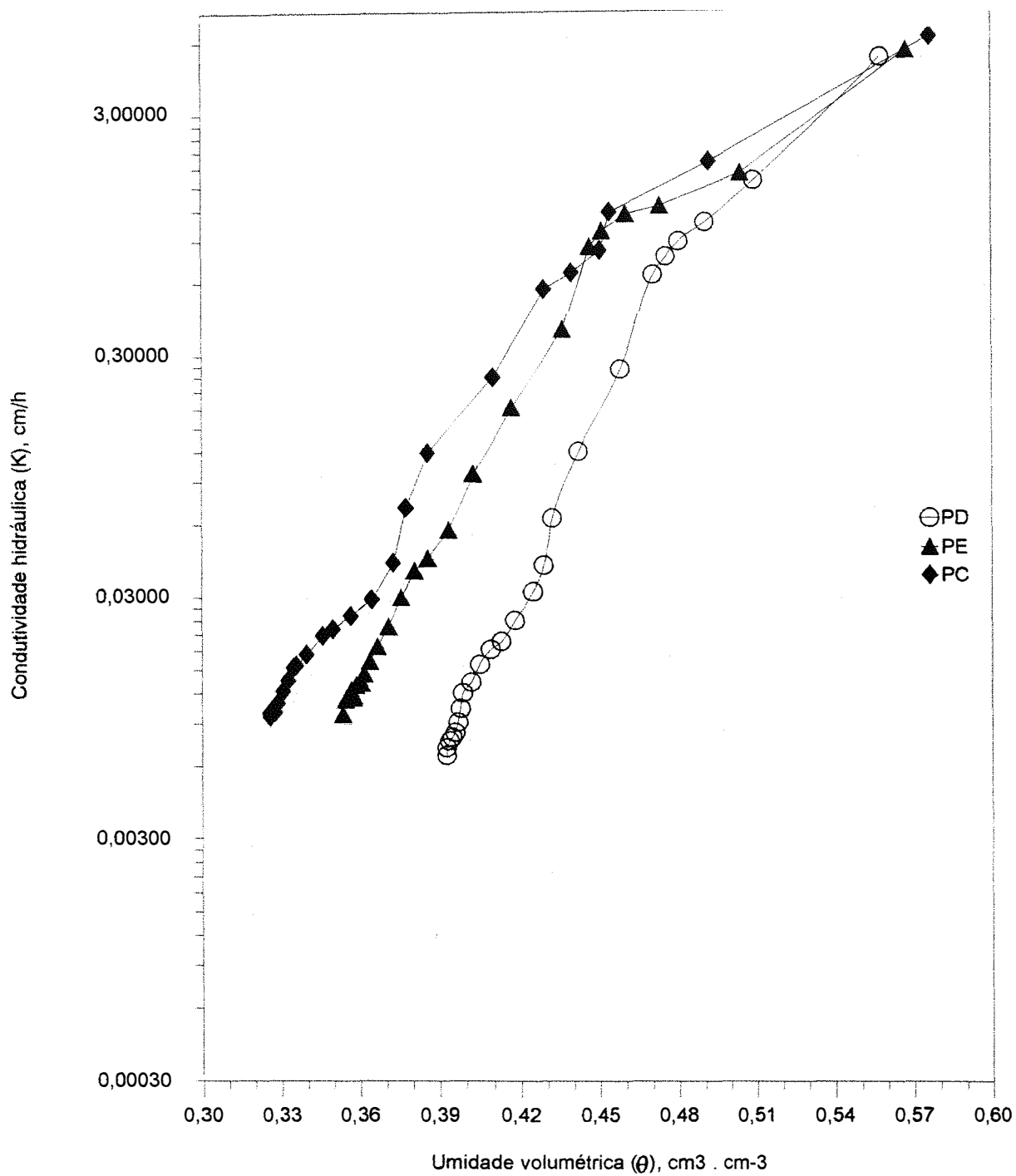


Figura 43. Condutividade hidráulica (K), em função da umidade do solo (θ), para os três sistemas de preparo de solo, na profundidade de 120 cm.

Tabela 14. Parâmetros da equação $K(\theta)$ e r^2 , para cada profundidade, nos três sistemas de preparo de solo.

Sistemas de Preparo		Profundidade, cm					
		10	20	30	60	90	120
PD	γ	46,7762	52,5370	52,0055	39,0911	35,7123	46,0513
	θ_0	0,537	0,551	0,551	0,581	0,606	0,604
	K_0	2,3254	13,2814	41,2989	23,7545	41,0458	147,8826
	r^2	0,9834	0,9768	0,9271	0,9366	0,9602	0,9616
PE	γ	41,7077	59,2054	46,7026	28,6767	32,4957	34,8198
	θ_0	0,576	0,558	0,562	0,637	0,602	0,609
	K_0	4,8912	58,0853	14,5846	71,2231	61,6564	97,6086
	r^2	0,9599	0,9498	0,9407	0,8215	0,8753	0,9394
PC	γ	45,1836	59,5452	47,9788	30,7495	35,8217	30,2975
	θ_0	0,588	0,542	0,561	0,613	0,615	0,630
	K_0	38,4591	17,3642	17,8749	40,9477	109,3835	120,2322
	r^2	0,9178	0,9674	0,9361	0,9175	0,9598	0,9525

θ_0 : $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$
 K_0 : $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$

Inicialmente se observa um r^2 superior a 0,9, exceto para as profundidades de 60 e 90 cm do PE, o que garante uma precisão alta para os parâmetros obtidos. Comparando-se os valores de condutividade hidráulica saturada (K_0) entre tratamentos, observa-se que o PD e PE apresentaram valores menores que o PC na profundidade de 10 cm, sendo que o PD a 20 cm apresenta o valor mais baixo, para superar os demais a 30 cm. Este menor K_0 do PD nas camadas superficiais de certo modo contradiz a melhor infiltração deste sistema apresentado na Tabela 12 e também os vários trabalhos já citados anteriormente, que definem este sistema como o mais eficiente no controle da erosão hídrica, que ocorre em condições de solo saturado. Acontece que, num processo de infiltração a partir da superfície, outros fatores interferem, principalmente o encrostamento superficial pelo impacto das gotas de chuvas, como destacado por ROTH et al. (1988) e ARZENO (1990) em trabalhos com chuva simulada. Além disso, até que ocorra a saturação, quem rege o processo é a condutividade com o solo não saturado (K) e pela Tabela 15, verifica-se que até 60 cm de profundidade o PD apresentou uma superioridade acima de 50% em relação ao PC para o $K(\theta)$, na umidade de capacidade de campo. Isto significa que no PD, devido a melhor condutividade, o solo demora mais tempo para saturar e portanto para iniciar o escoamento superficial. Isto é evidenciado em curvas de infiltração com chuva simulada como de ROTH & MEYER (1983), DERPSCH et al. (1986) e ARZENO (1990).

Tabela 15. Valores de condutividade hidráulica na capacidade de campo (K_{cc}), em cm.h^{-1} para os três sistemas de preparo do solo, em cada profundidade.

Sistemas de Preparo	Profundidade, cm					
	10	20	30	60	90	120
	$K_{cc}, \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$					
PD	0,00055	0,00102	0,00150	0,00326	0,00516	0,00668
PE	0,00039	0,00072	0,00113	0,00306	0,00572	0,00976
PC	0,00033	0,00062	0,00098	0,00279	0,00530	0,00953

Esta maior condutividade hidráulica no PD pode ter sido significativa no movimento descendente do cálcio e magnésio (ou do calcário) aplicados na superfície deste sistema alguns anos antes, levando aos menores teores destes elementos no solo do PD, conforme resultados das Tabelas 5 e 6.

Com relação aos dados de condutividade hidráulica do solo saturado obtida com o método do permeâmetro de Guelph, apresentados na Tabela 12, se forem comparados com os de K_o da Tabela 14 para a profundidade de 20 cm observa-se que são muito distintos, mostrando que a definição de um valor de condutividade deve vir sempre acompanhado do método utilizado na sua determinação.

Além disso, há que se considerar o tamanho da área amostrada, pois, enquanto no método de inundação a área utilizada é de 9 m², no método do permeâmetro utiliza-se um orifício de 5 cm de diâmetro, embora se trabalhe com várias repetições.

Outro parâmetro que pode ser obtido a partir dos dados dos Apêndices 13, 14 e 15 é a capacidade de campo para cada tratamento. Tomando-se os valores de potencial matricial quando da estabilização das leituras dos tensiômetros, amostras de solo coletados neste momento (θ medido) e o valor de θ calculado pelo ajuste de GENUCHTEN & NIELSEN (1985) montou-se a Tabela 16. Verifica-se por estes dados que houve pouca diferenciação entre os valores obtidos em cada profundidade, podendo-se fazer um valor médio para cada preparo. A diferença entre θ medido e θ calculado também é pequena, dando uma diferença máxima de 10,7%, na profundidade de 120 cm do PD. Isto significa que as equações obtidas a partir dos dados experimentais conseguem representar satisfatoriamente os fenômenos que se propôs determinar.

Os valores de θ obtidos na estabilização da drenagem correspondem a uma tensão média determinada pelos tensiômetros de 14 KPa, que é a tensão na capacidade de campo para este solo, muito inferior ao valor usual de 33 KPa utilizado para fins de irrigação. Isto mostra a necessidade de se determinar no campo este parâmetro, conforme já sugerido por SIDIRAS et al. (1984) quando trabalharam com Latossolos do Paraná.

Tabela 16. Valores de umidade volumétrica (θ) em amostras de solo (θ medido) retiradas nas parcelas de drenagem após estabilização das leituras dos tensiômetros, valores calculados (θ calculado) pela equação de GENUCHTEN & NIELSEN (1985) e tensão correspondente, para os três sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo		Profundidade, cm						Média
		10	20	30	60	90	120	
	θ_m	0,348	0,334	0,330	0,337	0,318	0,355	0,337
PD	θ_c	0,362	0,375	0,361	0,363	0,363	0,393	0,369
	Tensão	16	15	15	14	13	12	14
	θ_m	0,312	0,344	0,328	0,311	0,320	0,329	0,324
PE	θ_c	0,353	0,371	0,368	0,309	0,332	0,353	0,348
	Tensão	15	15	14	15	14	13	14
	θ_m	0,322	0,358	0,332	0,319	0,324	0,322	0,329
PC	θ_c	0,336	0,372	0,364	0,315	0,342	0,326	0,342
	Tensão	14	14	14	14	14	13	14

θ_m e θ_c em $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$

Tensão em KPa

4.9. Produção das culturas

A resposta das culturas a cada sistema de preparo significa uma síntese do que cada um permitiu que ela realizasse dentro das limitações e benefícios de cada preparo, considerando que outros fatores de produção como clima, pragas e doenças foram iguais para as três situações propostas. Na Tabela 17 estão os dados de produção da aveia e do milho, originados a partir dos dados apresentados nos Apêndices 16 e 17. São apresentados, também, a produtividade média do milho dos sete anos que antecederam as determinações deste estudo, de 1983/84 a 1989/90.

Tabela 17. Valores de produção de palha de aveia preta, estande, palha e grãos de milho nos três sistemas de preparo do solo e produção média de milho de 1983/84 a 1989/90.

Sistemas de Preparo	Aveia preta palha seca kg.ha ⁻¹	Milho			
		estande planta.ha ⁻¹	palha seca	grãos	
				90/91	83/84 a 89/90
		kg.ha ⁻¹			
PD	4270 a	59623 a	7964 a	6248 a	5634
PE	4479 a	46313 b	5478 b	4666 b	5802
PC	4452 a	38181 c	7205 a	4589 b	5687
CV%	3,96	7,22	10,24	7,34	

Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si, na mesma profundidade, ao nível de 5% de probabilidade (Duncan).

A produção de palha de aveia, que garantiu a cobertura morta de 70% no PD, foi igual nos três sistemas de preparo e pode-se dizer que é satisfatória para as condições de inverno seco, predominante na região. Com relação ao milho, objeto do presente estudo, há uma diferença significativa com relação ao estande, sendo que se contou apenas as plantas que tinham espigas, o que significa que no PE e PC muitas plantas se desenvolveram mas não emitiram espigas. Com relação à produção, o PD foi superior aos demais tratamentos na produção de grãos. Mas na média dos sete anos que antecederam este estudo, tem-se uma diferença inferior a 3% entre a maior e menor produção, respectivamente PE e PD. Isto mostra que na média de vários anos a diferenciação entre sistemas é muito pequena, podendo ser mais significativa em anos que ocorra algum fenômeno que favoreça um ou outro sistema.

5. CONCLUSÕES

Dentro das condições do estudo e com as metodologias propostas pode-se concluir que:

- o sistema de plantio direto levou a acúmulos significativos de matéria orgânica, fósforo e maior acidificação do solo próximo à superfície.

- os sistemas de plantio direto e escarificador levaram a uma condição estrutural que permitiu melhor desenvolvimento do sistema radicular, maior infiltração e condutividade hidráulica.

- o preparo convencional apresentou uma camada compactada a 20 cm de profundidade, que implicou numa redução significativa do sistema radicular abaixo desta camada.

- o plantio direto conservou mais umidade nas camadas superficiais na primeira metade do ciclo do milho, sendo que posteriormente foi inferior aos demais tratamentos.

- abaixo de 60 cm o plantio direto apresentou mais água no solo que os demais preparos.

- a tensão na umidade de capacidade de campo para este solo é 14 KPa, não havendo diferenças entre sistemas de preparo.

- o plantio direto levou a produção de milho significativamente maior que os demais preparos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de atributos físicos do solo para caracterizar sistemas de manejo sempre apresenta limitações quanto a época de amostragem, ao método e tipo de equipamento utilizados. Métodos mais pontuais, que trabalham com amostras menores, normalmente são mais fáceis e rápidos, porém ficam mais sujeitos à variabilidade espacial dos solos, embora possa se fazer maior número de repetições. Assim é, por exemplo, com a avaliação de condutividade hidráulica, feita com permeâmetro de Guelph e pelo método de inundação. O primeiro é rápido e simples de se fazer, mas utiliza uma parcela de 5 cm de diâmetro. O segundo é lento e complexo, mas é feito em uma parcela de 9 m², o que garante maior representatividade do solo. Neste estudo ficou evidente a diferença entre resultados de condutividade hidráulica obtidos pelos dois métodos. Isto não invalida os resultados. Apenas põe em evidência a necessidade de se definir o resultado com o método utilizado.

Outro aspecto importante a se considerar nestes estudos é a época de amostragem. Na tentativa de realizar as determinações relativas à estrutura do solo o

mais próximo daquelas de condutividade hidráulica, realizadas após a colheita, pode-se ter coletado as amostras numa época em que já não se tinha uma grande diferenciação entre tratamentos. Esta diferenciação deve ter ocorrido do preparo do solo até o início da maturação do milho, de acordo com outros estudos já citados (DERPSCH, 1991). Portanto a avaliação de parâmetros relacionados com infiltração e estrutura do solo devem ser realizados neste período, pois mostram o real efeito dos sistemas num período importante do desenvolvimento vegetativo da planta.

Em função disto, destacar um fator, entre os muitos que foram avaliados, como responsável por esta superioridade do PD é muito difícil, pois este apresentou vários fatores positivos que colaboraram para isto, como maior teor de fósforo, matéria orgânica, maior sistema radicular, menor gradiente de resistência à penetração, maior umidade no início do desenvolvimento da cultura, melhor drenagem interna, para destacar alguns. Por outro lado apresentou também alguns fatores que podem ser creditados como prejudiciais, como o baixo pH, menor teor de cálcio e magnésio e menor umidade nas camadas superficiais na segunda metade do ciclo do milho. Pode-se dizer que a conjugação destes fatores associados à condição climática do ano foram favoráveis a este sistema. Tanto que ao se considerar a média de sete anos do experimento, a diferenciação entre sistemas é insignificante.

Por outro lado, o solo sob preparo com arado escarificador apresentou alguns parâmetros melhores que o PD, como maior teor de potássio, cálcio e magnésio no solo, menor resistência à penetração e potencial matricial semelhante ao PD. A favor do preparo com arado escarificador há o fato de ser um sistema de mais simples adoção, principalmente no que diz respeito ao manejo de ervas invasoras, que no plantio direto é mais complexo. Além disso, por implicar em poucas alterações quanto a máquinas e manejo das culturas em relação ao convencional, sua adoção é mais fácil e de menor custo que o plantio direto. O uso do escarificador é recomendável antes da adoção do plantio direto, para "consertar" os problemas deixados pelo sistema convencional, principalmente para eliminar a compactação sub-superficial deixada pelos arados e grades, como caracterizado neste trabalho.

De qualquer forma podemos dizer com segurança que tanto o sistema de plantio direto como o escarificador são sistemas conservacionistas possíveis de serem utilizados para a cultura de milho, nas condições climáticas em que o trabalho foi conduzido, com produção igual ou superior ao sistema convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLMARAS, R.R. & DOWDY, R.H. Conservation tillage systems and their adoption in the United States. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, **5**: 197-222, 1985.
- ALMEIDA, F.S. de & RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina, Instituto Agronômico do Paraná, 1985. 482p.
- ALVES, M.C. **Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em latossolo roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas**. Piracicaba, 1992. 173p. Tese (Doutorado) ESALQ-USP, 1992.
- ARZENO, J.L. Avaliação física de diferentes manejos de solo em latossolo roxo distrófico. Piracicaba, 1990. 259p. Tese (Doutorado) ESALQ/USP, 1990.
- BENATTI JR., R.; BERTONI, J. & MOREIRA, C.A. Perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **1**: 121-123, 1977.
- BLEVINS, R.L.; COOK, D.; PHILLIPS, S.H.; PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage on soil moisture. **Agronomy Journal**, Madison, **63**: 593-596, 1971.

- BLEVINS, R.L.; MURDOCK, L.W. & THOMAS, G.W. Effect of time application on no-tillage and conventionally tilled corn. **Agronomy Journal**, Madison, **70**: 322-326, 1978.
- BLEVINS, R.L.; SMITH, M.S.; THOMAS, G.W. & FRYE, W.W. Influence of conservation tillage on soil properties. **Journal of Soil Water Conservation**, Ankeny, **38**: 301-305, 1983.
- BOND, J.J. & WILLIS, W.O. Soil water conservation: surface residue rate and placement effects. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, **33**: 445-448, 1969.
- BOND, J.J. & WILLIS, W.O. Soil water evaporation: first stage drying as influenced by surface residue and evaporation potential. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, **34**: 924-928, 1970.
- BOONE, F.R. Weather and other environmental factors influencing crop responses to tillage and traffic. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, **11**: 283-324, 1988.
- CAMARGO, O.A. de. **Compactação do solo e desenvolvimento das plantas**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 44p.
- CAMARGO, O.A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas, Instituto Agronômico, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106)
- CANNEL, R.Q. Soil cultural practices related to root development. In: RUSSEL, R.S.; IGUE, K.; MENTA, Y.R., eds. **The soil/root system in relation to brazilian agriculture**. Londrina, Fundação Instituto Agronômico do Paraná, 1981. p. 61-80.

- CASTRO, O.M. de. **Preparo do solo para a cultura do milho.** Campinas, Fundação Cargill, 1989. 41p. (Série técnica,3)
- CASTRO, O.M. de; CAMARGO, O.A. de; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. & CANTARELLA, H. **Caracterização química e física de dois latossolos em plantio direto e convencional.** Campinas, Instituto Agrônômico, 1987b. 23p. (Boletim científico, 11)
- CASTRO, O.M. de; LOMBARDI NETO, F.; QUAGGIO, J.A.; DE MARIA, I.C.; VIEIRA, S.R. & DECHEN, S.C.F. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **10**: 293-297, 1986a.
- CASTRO, O.M. de; LOMBARDI NETO, F.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Sistemas convencionais e reduzidos de preparo do solo e as perdas por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **10**: 167-171, 1986b.
- CASTRO, O.M. de; VIEIRA, S.R. & DE MARIA, I.C. Sistemas de preparo do solo e disponibilidade de água. In: VIEGAS, G.P, ed. **Simpósio sobre o manejo de água na agricultura**, Campinas, Fundação Cargill, 1987a. p. 27-51.
- 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, **9**: 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, **9**: 267-270, 1985.

- DALLA ROSA, A. **Práticas mecânicas e culturais na recuperação de características físicas de solos degradados pelo cultivo - solo Santo Ângelo (Latossolo Roxo distrófico)**. Porto Alegre, 1981. 136p. (Dissertação Mestrado) Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981.
- DE MARIA, I.C. & CASTRO, O.M. de. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um latossolo roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **17**: 471-477, 1993.
- DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. de & SOUZA DIAS, H. Atributos físicos e desenvolvimento radicular de soja em solo argiloso sob diferentes métodos de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. Goiânia, SBCS, 1993. **Resumos**. v.3, p.41-42.
- DERPSCH, R. Alguns resultados sobre adubação verde no Paraná. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1984. p. 268-279.
- 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**. Dt. Ges. für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschuborn, 1991. 272p.
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N. & ROTH, C.H. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and tillage techniques in Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, **8**: 253-263, 1986.
- DOREN, JR., D.M. van. Influence of plowing, disking, cultivation, previous crop, and surface residues on corn yield. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, **29**: 595-597, 1965.

DOREN JR., D.M. van., TRIPLETT JR., G.B. & HENRY, J.E. Influence of long term tillage, crop rotation and soil type combinations an corn yield. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, **40**:100-105, 1976.

DREW, M.C. & SAKER, L.R. Effects of direct drilling and ploughing on root distribution in spring barley, and on the concentration of extractable phosphate and potassium in the upper horizons of a clay soil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, **29**: 201-206, 1978.

DREW, M.C. & SAKER, L.R. Direct drilling and ploughing: their effects on the distribution of extractable phosphorus and potassium and of roots, in the upper horizons of two clay soils under winter wheat and spring barley. **Journal of Agricultural Science**, Londres, **94**: 411-423, 1980.

EHLERS, W. Observation on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. **Soil Science**, Baltimore, **11**: 242-249, 1975.

ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G. & JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um latossolo bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **13**: 259-267, 1989.

ELWELL, H.A. & WENDELAAR, F.E. **To initiate a vegetal cover data bank for soil loss estimation**. Salisbury, Departament of Conservation e Extension, 1977. 12p. (Research Bulletin, 23)

GENUCHTEN, M.T. van & NIELSEN, D.R. On describing and predicting the hydraulic properties of unsaturated soils. **Annales Geophysicae**, s.l.p., **3**: 615-628, 1985.

- HARROLD, L.L. Soil erosion by water affected by reduced tillage systems. In: NATIONAL NO-TILLAGE SYSTEMS SYMPOSIUM, Columbus, 1972, **Proceedings**. Columbus, Ohio State University Ohio Agriculture Research, Development Center, Chevron. Chemical Company, 1972. p.21-29.
- HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes**. New York, Academic Press, 1971. 228p.
- HILLEL, D.; KRENTOS, V.D. & STYLIANOU, Y. Procedure and test of an internal drainage method for measuring soil hydraulic characteristics *in situ*. **Soil Science**, Baltimore, **114**: 395-400, 1972.
- HUDSON, N. **Soil conservation**. London, BT Batsford Ltd., 1971. 304p.
- JUO, A.S.R. & LAL, R. Nutrient profile in a tropical Alfisol under conventional and no-till systems. **Soil Science**, Baltimore, **127**: 168-173, 1979.
- LAL, R. **Rate of mulching techniques in tropical soil and water management**. Ibadan, IITA, 1975. 38p. (Bulletin, 1)
- LAL, R. Influence of within-and between-row mulching on soil temperature, soil moisture, root development and yield of maize (*Zea mays* L.) in a tropical soil. **Field Crops Research**, Amsterdam, **1**: 127-129, 1978.
- LAL, R. Influence of tillage methods and residue mulches on soil structure and infiltration rates. In: LAL, R. & GREENLAND, eds. **Soil physical properties and crop production in the tropics**, Chichester, John Wiley and Sons, 1979. 551p.
- LAL, R. Management of clay soils for erosion control. **Tropical Agriculture**, Trinidad, **59**: 133-138, 1982.

- LEITE, J.A. & MEDINA, B.F. Efeito dos sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um latossolo amarelo do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **19**: 1417-1422, 1984.
- LETEY, J. The study of soil structure: science on art. **Australian Journal of Soil Research**, East Melbourne, **29**: 699-707, 1991.
- LOMBARDI NETO, F.; DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. de; DECHEN, S.C.F. & VIEIRA, S.R. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **12**: 71-75, 1988.
- MACHADO, J.A. & BRUM, A.C.R. Efeito do sistema de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **2**: 81-84, 1978.
- MANNERING, J.V. & BURWELL, R.E. **Tillage methods to reduce runoff and erosion in the Corn Belt**. Washington, USDA, Agricultural Research Service, 1968. 14p. (Bulletin, 330)
- MANNERING, J.V. & MEYER, L.D. The effects of various rates of surface mulch on infiltration and erosion. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, **27**: 84-86, 1963.
- MATA, J. de D.V. da. **Relações entre as características físicas e os níveis de compactação de alguns latossolos paranaenses**. Curitiba, 1988. 105p. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 1988.
- MEDEIROS, J.C.; MIELNICZUK, J. & PEDO, F. Sistemas de culturas adaptadas à produtividade, recuperação e conservação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **11**: 199-204, 1987.

- MONDARDO, A.; VIEIRA, M.J.; BISCAIA, R.M.; CASTRO FILHO, C. & RUFINO, R.L. Erosion studies for different tillage and crop systems in the state of Paraná, Brazil. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SOIL & TILLAGE RESEARCH ORGANIZATION, 8., Hohenheim, 1979. p. 159-163.
- MUZILLI, O. A influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 7: 95-102, 1983.
- OLIVEIRA, E.F. de; BAIRRÃO, J.F.M.; CARRARO, I.M. & BALBINO, L.C. **Efeito do sistema de preparo do solo nas suas características físicas e químicas e no rendimento de trigo e soja em latossolo roxo. I. Resultados obtidos de 1982 a 1988.** Cascavel, OCEPAR, 1990. 54p. (Resultados de pesquisa, 4)
- PHILLIPS, R.E. **No-tillage research, research reports and reviews.** Lexington, University of Kentucky/College of Agriculture and Agricultural Experiment Station, 1984 p. 23-42.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81)
- RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JR., R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. **Recomendação de adubação e calagem o Estado de São Paulo.** Campinas, Instituto Agrônomo, 1985. 107p. (Boletim técnico, 100)
- REYNOLDS, W.D. & ELRICK, D.E. *In situ* measurement of field-saturated hydraulic conductivity, sorptivity and the α -parameters using the Guelph permeameter. **Soil Science**, Baltimore, 140: 292-302, 1985.

- RICHARDS, L.A. Physical condition of water in soil. In: BLACK, C.A., Eds. **Methods of soil analysis. I. Physical and mineralogical properties including statistical of measuring and sampling.** American Society of Agronomy, Madison, 1965. p. 128-151. (Agronomy Series, 9)
- ROBBINS, S.G. & VOSS, R.D. Phosphorus and potassium stratification in conservation tillage systems. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, **46**: 298-300, 1991.
- ROTH, C.H. & MEYER, B. Infiltrabilidade de um latossolo roxo distrófico durante o período vegetativo da soja sob o preparo convencional, escarificação e plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19., Curitiba. 1983. **Programa e Resumos.** Campinas, SBCS, 1983. p.101-102
- ROTH, C.H.; MEYER, B.; FREDE, M.-G. & DERPSCH, R. Effect of mulch rates and tillage systems on infiltrability and other soil physical properties of an Oxisol in Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, **11**: 81-91, 1988.
- SARVASI, F. de O.C. **Dinâmica da água, erosão hídrica e produtividade das culturas em função do preparo do solo.** Piracicaba, 1994. 147p. (Dissertação Mestrado) ESALQ-USP, 1994.
- SHANHOLTZ, V.O. & LILLARD, J.H. Tillage system effects on water use efficiency. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, **24**: 186-189, 1969.
- SHEAR, G.M. & MOSCHLER, W.W. Continuous corn by the no tillage and conventional tilled methods. **Agronomy Journal**, Madison, **61**: 524-526, 1969.

- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R. & MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em latossolo roxo distrófico (Oxisol). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **7**: 103-106, 1983.
- SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C. & DERPSCH, R. Comparison of three different tillage systems with respect to aggregate stability, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on an oxisol. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOIL TILLAGE RESEARCH ORGANIZATION, 9., Osijek, 1982. p. 537-544.
- SIDIRAS, N. & ROTH, C.H. Infiltration measurements with double-ring infiltrometers and a rainfall simulator under different surface conditions on an Oxisol. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, **9**: 161-168. 1987.
- SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. & FARIAS, G.S. Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **8**(2): 251-254, 1984.
- SIDIRAS, N. & VIEIRA, M.J. Compactação em latossolo roxo provocada pelas rodas do trator na semeadura: comportamento físico do solo e rendimento de três culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **19**: 1285-1293, 1984.
- SIDIRAS, N.; VIEIRA, S.R. & ROTH, C.H. Determinação de algumas características físicas de um Latossolo roxo distrófico sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **8**: 265-268, 1984.

- THOMASSON, A.J. Towards and objective classification of soil structure. **The Journal of Soil Science**, Oxford, **29**: 38-46, 1978.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. **The water balance publications in climatology, vol. III**. New Jersey, Diwxeel Institute of Technology, Laboratory of Climatology Centerton. 1955. 104p.
- TRIPLETT JR., G.B. & DOREN JR., D.M. van. Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization of non-tilled maize. **Agronomy Journal**, Madison, **61**: 637-639, 1969.
- VIEIRA, M.J. Propriedades físicas do solo. In: **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p. 19-32. (Circular IAPAR, 23)
- VIEIRA, M.J.; COGO, N.P. & CASSOL, E.A. Perdas por erosão, em diferentes sistemas de preparo do solo, para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) em condições de chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **2**: 209-214, 1978.
- VIEIRA, M.J. & MUZILLI, O. Características físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **19**: 873-882, 1984.

VIEIRA, S.R.; REYNOLDS, W.D. & TOPP, G.C. Spatial variability of hydraulic properties in a highly structured clay soil. In: WIERENGA, P.J. & BACHALET, D., Eds. **Validation of Flow and Transport Models for the Unsaturated zone: Conference Proceedings**. Las Cruces, Department of Agronomy and Horticulture, New Mexico University, 1988. p. 471-483. (Research Report 88-55-04; Conference of Validation of Flow and Transport Models for the Unsaturated Zone, Ruidoso, Novo México, 1988).

APÊNDICES

Apêndice 1. Valores de pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e saturação por bases.

Sistemas de Preparo	Repetições	Profundidades, cm					
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
		pH					
PD	1	4,7	4,3	4,0	4,0	4,3	4,7
	2	5,0	5,1	4,2	4,5	4,6	4,9
	3	4,8	4,3	4,3	4,5	4,7	4,8
PE	1	4,8	5,5	5,2	4,7	4,9	5,2
	2	5,1	4,9	5,0	4,7	4,7	4,9
	3	4,8	4,9	4,7	4,5	4,7	4,8
PC	1	5,2	5,0	5,7	5,0	5,0	4,9
	2	5,1	5,7	5,6	5,7	4,8	5,3
	3	4,9	5,3	5,4	5,4	5,3	5,1
		Matéria Orgânica, g/kg					
PD	1	33	27	23	28	20	17
	2	29	23	17	19	17	16
	3	32	24	20	19	16	17
PE	1	28	21	20	19	18	17
	2	29	24	22	17	19	17
	3	29	27	19	18	17	18
PC	1	23	21	14	17	18	17
	2	26	20	20	20	18	19
	3	27	23	20	19	19	16
		Fósforo, mg/dm ³					
PD	1	40	24	6	4	2	3
	2	42	20	4	2	2	2
	3	38	28	4	3	3	2
PE	1	24	29	4	2	3	2
	2	35	30	8	3	3	2
	3	24	19	6	2	2	4
PC	1	18	20	4	2	2	3
	2	26	18	5	4	3	3
	3	24	29	4	3	2	2
		...					

Apêndice 1. (Continuação)

		Potássio, cmol/kg					
PD	1	2,1	1,3	0,6	0,7	0,7	0,6
	2	2,6	1,0	0,8	0,8	0,9	0,7
	3	2,8	0,8	0,4	0,4	0,3	0,4
PE	1	3,0	1,9	0,7	0,6	0,5	0,5
	2	4,3	2,4	1,0	0,9	0,8	0,5
	3	2,7	2,3	0,8	0,7	0,6	0,5
PC	1	2,6	1,8	0,5	0,6	0,3	0,3
	2	2,0	1,3	0,4	0,6	0,2	0,2
	3	2,2	1,1	0,4	0,5	0,2	0,2
		Cálcio, cmol/kg					
PD	1	22	9	6	5	6	6
	2	29	19	5	6	8	11
	3	27	14	9	8	8	8
PE	1	29	25	11	7	7	9
	2	23	20	13	6	6	8
	3	18	25	14	7	9	13
PC	1	24	27	16	8	11	7
	2	24	28	25	15	8	11
	3	22	23	23	12	8	9
		Magnésio, cmol/kg					
PD	1	7,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0
	2	9,0	5,0	1,0	2,0	3,0	4,0
	3	9,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0
PE	1	9,0	8,0	4,0	4,0	4,0	6,0
	2	8,0	5,0	5,0	3,0	2,0	4,0
	3	7,0	5,0	5,0	3,0	4,0	6,0
PC	1	9,0	9,0	6,0	4,0	6,0	4,0
	2	9,0	10,0	9,0	7,0	5,0	7,0
	3	8,0	11,0	6,0	6,0	6,0	5,0
		Saturação por bases, %					
PD	1	43	16	16	10	19	23
	2	59	45	14	21	26	34
	3	53	29	22	24	28	26
PE	1	59	61	39	28	26	41
	2	53	47	42	24	24	32
	3	41	50	37	22	31	39
PC	1	56	58	53	34	38	28
	2	58	64	65	52	32	45
	3	51	52	53	46	39	36

Apêndice 2. Valores de densidade do solo.

Sistemas de Preparo	Repetições	Profundidades, cm										
		5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	120
		Densidade do solo, g.cm ³										
PD	1	1,36	1,38	1,30	1,20	1,20	1,23	1,23	1,15	1,00	1,13	1,10
	2	1,19	1,30	1,27	1,33	1,38	1,34	1,16	1,23	1,06	1,02	1,15
	3	1,23	1,35	1,36	1,34	1,34	1,31	1,20	1,18	1,14	1,06	1,00
PE	1	1,26	1,29	1,23	1,25	1,20	1,21	1,21	1,10	1,15	1,10	0,90
	2	1,18	1,27	1,35	1,38	1,37	1,35	1,29	1,01	0,99	1,04	1,05
	3	1,08	1,10	1,11	1,32	1,28	1,33	1,14	1,07	1,08	0,99	0,93
PC	1	1,17	1,41	1,40	1,44	1,30	1,30	1,16	0,99	1,04	1,02	0,96
	2	1,17	1,20	1,33	1,47	1,29	1,32	1,34	1,05	0,99	0,96	1,02
	3	1,20	1,27	1,27	1,35	1,36	1,36	1,13	1,00	1,00	1,00	1,05

Apêndice 3. Valores das leituras de resistência à penetração, com penetrômetro de bolso.

Sistemas de Preparo	Repetições	Profundidades, cm											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
		Resistência à penetração, kgf.cm ²											
PD	1	1,58	3,92	3,25	2,42	2,42	2,67	2,50	2,04	2,08	1,75	1,42	1,21
	2	1,79	3,08	3,17	3,87	3,79	3,67	3,50	2,47	2,33	2,04	1,39	1,29
	3	2,79	2,71	4,63	3,54	3,17	2,17	2,04	1,79	1,71	1,42	1,38	1,38
PE	1	1,25	1,79	1,96	3,29	3,04	2,50	2,63	2,29	2,17	1,71	1,71	1,38
	2	1,42	1,67	1,50	2,50	3,96	3,38	3,13	2,50	1,92	2,08	1,63	1,50
	3	1,00	1,21	1,33	2,37	3,46	3,54	2,67	2,96	2,62	2,17	1,71	1,33
PC	1	1,33	3,17	3,71	4,42	3,96	3,33	3,13	2,46	1,96	2,00	1,63	1,42
	2	1,17	2,67	3,71	4,25	4,33	4,21	3,92	2,92	2,67	2,00	1,63	1,25
	3	1,29	2,50	3,54	4,46	4,46	4,08	4,13	3,04	2,83	2,00	1,88	1,29

Apêndice 4. Densidade de raiz do milho.

Sistemas de Preparo	Repetições	Profundidade, cm					
		0-10	10-0	20-30	30-40	40-50	50-60
		Densidade de raiz, g.dm ³					
PD	1	2,104	1,158	0,306	0,364	0,212	0,154
	2	2,026	1,170	0,312	0,308	0,252	0,126
	3	3,553	1,481	0,519	0,260	0,256	0,118
PE	1	3,870	1,113	0,416	0,,282	0,130	0,130
	2	1,688	1,332	0,390	0,323	0,180	0,078
	3	1,569	1,319	0,394	0,208	0,152	0,156
PC	1	1,481	1,922	0,204	0,078	0,124	0,156
	2	1,506	1,688	0,208	0,108	0,162	0,108
	3	1,558	0,779	0,182	0,130	0,160	0,130

Apêndice 5. Valores de condutividade hidráulica saturada (Kfs) e de infiltração obtidas pelo permeômetro de Guelph.

Sistemas de Preparo	Repetições	Superfície Infiltração mm.h ⁻¹	20 cm		40 cm	
			Kfs	Infiltração	Kfs	Infiltração
			cm.h ⁻¹	mm.h ⁻¹	cm.h ⁻¹	mm.h ⁻¹
	1	103,96	2,3367	110,00	0,6912	48,52
PD	2	111,36	2,6404	122,95	1,6521	113,22
	3	118,80	2,1742	103,50	1,4096	97,05
	1	18,81	1,2362	60,16	0,7392	51,76
PE	2	70,80	1,3087	64,70	0,9312	64,70
	3	99,02	0,7487	38,82	1,5062	103,50
	1	10,89	0,8154	41,41	0,7387	51,76
PC	2	14,85	0,8933	45,29	0,9292	64,70
	3	9,90	1,0250	51,76	1,5042	102,80

Apêndice 6. Continuação

Rep.	Prof.	01/01	02/01	03/01	04/01	05/01	06/01	07/01	08/01	09/01	10/01	11/01	12/01	13/01	14/01	15/01	16/01	17/01	18/01	19/01	20/01	21/01	22/01	23/01	24/01	25/01	26/01	27/01	28/01	29/01	30/01	31/01
	10	754,8	-771,2	-701,9	-107,2	-238,2	424,7	555,7	-733,4	-739,7	-748,5	126,1	142,4	-166,4	-51,7	-60,5	-80,7	-118,5	-186,5	277,3	524,2	-670,4	747,2	756,1	772,4	131,1	-110,9	80,8	-80,7	-107,2	124,8	
	20	660,4	-782,6	-770,0	-174,0	-234,5	423,5	545,7	-712,0	-725,9	-734,7	-121,1	137,5	-147,6	-56,8	-60,6	-80,8	-113,5	-180,3	-291,2	-418,5	-515,5	-719,6	-734,7	770,0	-180,3	-129,9	-165,2	-158,9	-107,2	121,1	
	30	447,5	-596,2	-608,8	-224,5	-216,9	-306,4	-414,8	-571,0	-705,8	-727,2	-233,3	194,3	-128,7	-49,4	-41,6	-88,4	-119,9	-169,1	-209,4	-287,5	-371,9	-543,3	472,7	-685,7	181,7	-78,3	72,0	-72,0	-89,7	-98,5	
	60	-174,1	-315,2	-214,4	-204,3	-219,4	-227,0	-240,9	-264,8	-302,6	-331,6	-313,9	-239,6	114,9	-68,2	-38,0	-77,1	-89,7	-106,0	-150,1	-171,6	-193,0	-240,9	-316,5	-453,8	-358,0	-191,7	-82,1	-69,5	-97,2	-102,3	
	90	-147,9	-108,8	-186,9	-179,4	-185,7	-197,0	-199,5	-210,9	-213,4	-241,1	241,1	-185,7	-116,4	-77,3	-40,8	-71,0	-89,9	-111,3	-126,4	-131,5	-147,9	-166,8	-193,2	224,7	-150,4	-97,5	-76,0	74,8	-91,2	-93,7	
	120	-166,0	-183,6	-182,4	-173,6	-178,6	-182,4	-189,9	-191,2	-200,0	-202,5	-203,9	184,9	166,0	-144,6	-40,0	-69,0	-79,1	-95,4	-105,5	-119,4	-124,4	-130,7	-143,3	146,8	-126,9	-92,9	-72,8	77,8	-90,4	-85,4	
	10	744,5	768,4	-706,7	-108,2	-180,0	-400,5	531,5	729,3	-736,9	747,0	-128,3	147,2	-171,2	-62,8	-64,1	-81,7	-113,2	-189,9	-293,4	531,5	665,1	-682,7	-736,9	774,7	-137,1	-114,5	-104,4	89,3	-119,5	-130,8	
	20	649,8	785,9	-765,7	-133,2	-154,6	-343,6	-480,9	-710,3	-722,9	-732,9	-128,1	143,3	148,3	-63,9	-47,5	-81,5	-116,8	-193,7	-303,3	371,3	455,7	-663,6	-710,3	754,4	-168,5	-140,7	-106,7	-85,3	-111,8	-124,4	
	30	382,5	524,9	-600,5	-242,7	-199,8	-266,6	-334,6	-443,0	-570,3	-584,1	217,5	186,0	-135,6	-62,5	-46,1	-71,3	-109,1	-183,9	-223,8	251,5	295,6	-408,5	-521,1	-673,6	-189,7	-110,4	-76,3	-77,6	-85,2	-102,8	
	60	-191,2	-226,5	-229,0	-231,5	-237,8	-239,1	-240,3	-266,6	-317,2	-365,1	303,3	206,3	114,3	-79,1	-57,6	-77,8	-116,9	-145,8	-159,7	-169,8	-173,6	-208,8	-231,5	-279,4	-172,3	116,9	-84,1	-90,4	-106,8	-108,0	
	90	-167,3	-195,0	-185,0	-191,2	-196,3	-208,9	-207,6	-216,4	-232,8	-240,4	234,1	143,3	108,1	-84,1	-51,4	-75,3	-101,8	-124,4	-133,3	-140,8	-140,8	-166,0	-173,6	-176,1	-120,7	-92,9	-79,1	-77,8	-99,2	-98,0	
	120	-157,9	-105,0	-174,3	-178,1	-180,6	-180,6	-180,6	-191,9	-207,1	-214,6	208,3	155,4	120,1	-108,8	-29,4	-77,3	-91,1	-102,5	-118,9	-146,6	-122,6	-128,9	-139,0	-147,8	-106,3	-93,7	-89,7	-54,6	-86,1	-86,1	
	10	708,4	773,9	727,3	96,0	268,7	353,1	555,9	721,0	732,3	739,9	126,3	142,7	-174,2	-65,8	-50,7	-91,0	-116,2	-177,9	-319,1	440,0	469,0	-622,7	-684,5	727,3	-126,3	-107,4	94,8	-86,0	83,3	-38,1	
	20	646,0	659,9	593,1	-177,3	-179,8	-323,4	-462,0	-615,8	-701,4	-722,9	-116,8	-140,7	-150,8	-68,9	-61,4	-99,2	-128,1	-167,2	-329,7	396,5	458,3	-651,0	-685,1	727,9	-124,4	-102,9	-94,1	-79,0	-108,0	-111,6	
	30	447,0	561,7	575,5	266,8	231,5	314,7	386,5	570,5	675,1	704,0	227,8	172,3	139,3	-69,0	-53,9	-100,5	-138,3	-159,9	-211,4	297,1	382,7	-551,6	-675,1	700,3	-172,3	-105,5	-91,7	-56,4	-91,7	-105,5	
	60	-193,0	327,8	-274,9	-237,1	-248,4	-264,8	-271,1	-302,6	-364,3	-370,6	308,4	165,3	-109,8	-73,3	-56,9	-93,4	-124,9	-147,6	-165,3	182,9	194,2	-273,6	-273,6	359,3	238,3	142,6	89,7	-77,1	-106,0	-106,0	
	90	-59,7	-118,9	-130,2	-45,8	-110,1	-101,2	-115,1	-106,3	-53,4	-81,1	83,6	-87,4	-98,7	-67,2	-52,1	-87,4	-110,1	-121,4	-135,3	-146,6	-160,5	-233,5	-243,6	-271,3	-145,3	108,8	-55,9	-53,4	-92,4	-108,8	
	120	-162,0	-184,6	-183,4	-174,6	-179,6	-185,9	-179,6	-188,4	-199,8	-199,8	198,5	180,9	-104,0	-85,1	-49,8	-85,1	-100,2	-109,0	-117,9	-126,7	-124,2	-131,7	-148,1	-135,5	-105,3	-91,4	76,3	72,5	93,9	-85,1	
	10	735,9	771,2	711,9	-103,8	-228,9	-392,7	547,7	727,9	736,3	745,1	126,9	144,1	170,8	-60,1	-58,4	-84,5	-116,0	-178,1	-296,6	498,6	601,5	684,2	725,8	768,1	-134,5	-110,9	-96,6	-85,3	96,6	-97,9	
	20	652,1	742,8	709,6	-161,5	-189,6	-363,5	-496,2	-679,4	-716,7	-730,2	-122,0	-140,5	-148,9	-83,2	-56,5	-87,2	-118,5	-180,4	-308,1	395,4	476,5	678,1	-710,0	-750,8	-157,7	-124,5	122,0	-107,7	-108,0	-119,1	
	30	425,7	560,9	594,9	-244,7	-216,1	-285,9	-378,6	-528,2	-650,4	-671,8	228,2	184,2	-134,2	-60,3	-47,3	-86,7	-122,4	-168,6	-214,8	278,7	350,1	500,4	556,3	686,5	181,2	98,1	-80,0	-68,7	88,8	-102,3	
	60	-188,1	-289,8	-299,4	-224,3	-235,2	-243,6	-250,8	-278,1	-328,0	-355,8	-307,9	203,7	113,0	-79,5	-50,8	-82,8	-110,5	-133,2	-158,4	174,7	186,9	241,1	-273,9	364,2	-262	150,4	-85,3	-79,0	-103,3	-105,4	
	90	-124,9	-140,9	-170,7	-138,8	-164,0	-169,0	-174,1	-177,9	-166,5	-187,5	-186,3	-138,8	-107,7	-76,2	-48,1	-77,9	-100,6	-119,1	-131,7	-139,6	-149,7	-188,8	-203,5	224,1	-138,8	-99,7	-70,3	-68,7	-94,3	-100,2	
	120	-162,0	-157,8	-180,0	-175,4	-179,6	-183,4	-190,5	-202,3	-205,6	-203,5	-173,7	130,0	-112,8	-39,7	-77,1	-90,1	-102,3	-114,1	-130,9	-123,7	-130,5	-143,1	-112,8	-92,7	-72,9	-68,3	-90,1	-86,5	-90,1	-86,5	

Apêndice 6. Continuação

Rep.	Prof.	01/02	02/02	03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02	10/02	11/02	12/02	13/02	14/02	15/02	16/02	17/02	18/02	19/02	20/02	21/02	22/02	23/02	24/02	25/02	26/02	27/02	28/02				
	10	-147,5	-150,0	-156,3	-219,3	-330,2	73,1	-44,2	-44,2	-42,9	-44,2	41,6	-98,6	-156,3	-201,7	-236,9	-318,8	-442,3	-596,0	-119,8	-184,0	-263,4	-410,8	-587,2	-697,3								
	20	-132,4	-136,2	-146,3	-190,4	-266,0	84,4	-54,3	-51,8	-53,1	-51,8	83,3	-138,7	-156,4	-198,7	-248,4	-326,5	-414,7	-514,8	-165,2	-208,0	-293,9	-424,8	-582,3									
1	30	-117,4	-136,3	-152,7	-175,4	-233,3	56,9	-53,1	-44,3	-45,6	-43,1	-41,8	-72,0	-119,9	-132,5	-171,6	-209,4	-264,8	-315,2	-122,4	-145,1	-177,9	-230,8	-306,4	-397,1								
	60	-124,9	-130,0	-141,3	-151,4	-180,4	98,2	-70,8	-72,0	-73,3	-70,8	-74,5	-90,9	-107,3	-126,2	-136,3	-153,9	-177,9	-205,6	-167,8	-198,3	-201,8	-235,8	-276,1	-337,9								
	90	-106,3	-113,8	-123,9	-132,7	-150,4	53,4	-60,9	-68,5	-71,0	-72,3	-73,5	-83,6	-98,7	-110,1	-121,4	-132,7	-146,6	-168,0	-165,5	-183,1	-184,4	-202,0	-238,6	-286,3								
	120	-96,7	-101,7	-109,3	-118,1	-129,5	67,7	-61,4	-71,5	-72,8	-71,5	-76,3	-84,1	-92,9	-101,7	-105,5	-115,6	-126,9	-133,2	-135,8	-157,2	-153,4	-159,7	-169,8	-182,4								
	10	-163,6	-167,4	-176,2	-246,8	-304,7	80,4	-55,2	-57,8	-50,2	-47,7	-47,7	-104,4	-156,0	-188,8	-225,3	-333,7	-467,3	-723,0	96,8	-156,6	-243,0	-392,9	-566,8	-609,6								
	20	-144,5	-148,3	-153,3	-205,0	-302,0	75,2	-67,7	-62,6	-60,1	-56,3	-58,8	-77,7	-142,0	-179,8	-232,7	-312,1	-428,8	-584,3	96,6	-144,5	-198,2	-323,4	-480,9	-686,4								
2	30	-124,2	-139,3	-154,5	-173,4	-228,3	61,2	-61,2	-57,4	-54,9	-52,4	-52,4	-66,3	-126,7	-149,4	-179,7	-222,5	-271,6	-337,2	81,4	-128,0	-150,7	-211,2	-285,5	-382,6								
	60	-123,2	-134,5	-145,8	-153,4	-188,5	66,5	-72,8	-77,8	-77,8	-74,0	-79,1	-96,7	-108,0	-126,9	-138,3	-149,6	-166,0	-178,6	-162,2	-161,0	-157,2	-174,8	-197,5	-222,7								
	90	-111,8	-119,4	-125,7	-132,0	-140,8	69,0	-67,7	-72,8	-71,5	-72,8	-74,0	-84,1	-99,2	-115,6	-121,9	-123,7	-144,6	-148,4	-148,4	-163,5	-154,7	-163,5	-188,7	-172,3								
	120	-94,9	-101,2	-110,0	-117,6	-123,9	77,3	-64,7	-63,4	-60,9	-62,2	-65,9	-72,2	-87,4	-98,7	-106,3	-110,0	-118,9	-122,6	-131,5	-144,1	-134,0	-142,8	-142,8	-152,9								
	10	-130,1	-133,8	-140,1	-219,5	-254,8	68,3	-43,1	-50,7	-48,2	-48,2	-49,4	-97,3	-152,7	-204,4	-228,6	-256,1	-344,3	-424,9	84,7	-132,6	-172,9	-261,1	-382,1	-588,7								
	20	-134,4	-142,0	-148,3	-179,8	-249,1	71,4	-63,9	-55,1	-53,8	-53,8	-53,8	-77,7	-143,3	-160,9	-183,6	-232,7	-278,1	-367,5	85,3	-133,2	-184,8	-217,6	-308,3	-426,8								
3	30	-120,7	-116,9	-115,6	-116,9	-116,9	71,5	-65,2	-55,1	-46,3	-47,6	-45,1	-80,3	-132,0	-154,7	-171,1	-213,9	-266,8	-319,7	-105,5	-124,4	-154,7	-213,9	-289,5	-415,5								
	60	-121,2	-126,2	-137,5	-152,7	-174,1	65,7	-67,0	-72,0	-74,5	-72,0	-74,5	-88,4	-108,6	-126,2	-132,5	-151,4	-166,5	-179,1	-161,5	-161,5	-153,9	-169,0	-186,7	-201,8								
	90	-102,5	-107,5	-115,1	-121,4	-123,9	64,7	-67,2	-76,0	-77,3	-77,3	-74,8	-83,6	-96,2	-112,6	-105,0	-127,7	-141,6	-112,6	-58,4	-140,3	-137,8	-132,7	-134,0	-152,9								
	120	-102,7	-105,3	-111,6	-116,6	-127,9	73,8	-63,7	-72,5	-72,5	-73,8	-76,3	-83,8	-92,7	-99,0	-104,0	-112,8	-119,1	-122,9	-130,5	-145,6	-130,5	-135,5	-143,1	-150,6								
	10	-147	-150,4	-157,5	-228,5	-286,6	74,0	-47,5	-50,9	-47,1	-46,7	-46,2	-100,4	-155,0	-198,3	-230,6	-302,9	-417,9	-581,3	100,4	-158,4	-226,4	-354,9	-512,0	-598,5								
	20	-137	-142,2	-149,3	-191,7	-272,4	70,4	-62,0	-56,5	-55,7	-53,6	-54,8	-79,6	-141,3	-165,7	-204,3	-264,4	-343,8	-468,9	-95,6	-147,6	-196,4	-285,0	-404,7	-568,5								
Média	30	-121	-130,8	-140,9	-154,8	-192,2	63,2	-59,9	-52,3	-48,9	-47,7	-46,4	-72,9	-126,2	-145,5	-174,1	-215,3	-267,8	-324,0	-132,5	-161,1	-218,6	-293,8	-401,7	-582,3								
	60	-123	-130,2	-141,6	-152,5	-174,3	63,4	-70,2	-73,9	-75,2	-72,3	-76,0	-92,0	-108,0	-126,4	-135,7	-151,6	-170,1	-187,8	-163,8	-173,9	-171,0	-193,2	-220,1	-254,1								
	90	-107	-113,6	-121,6	-128,7	-138,4	62,4	-65,3	-72,4	-73,3	-74,1	-74,1	-83,8	-98,1	-112,8	-116,1	-128,7	-144,3	-143,0	-124,1	-162,3	-159,0	-166,1	-187,1	-197,2								
	120	-98	-102,7	-110,3	-117,4	-127,1	72,9	-63,3	-69,1	-68,7	-69,1	-72,5	-80,1	-91,0	-99,8	-105,3	-112,8	-121,6	-126,3	-132,6	-148,9	-139,3	-146,0	-151,9	-162,0								

Apêndice 6. Continuação

Rep	01/03	02/03	03/03	04/03	05/03	06/03	07/03	08/03	09/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03			
10	-160,1	-166,4	-121,0	-93,3	-51,7	-56,8	-99,6	-127,3	-175,2	-231,9	-339,0	-454,9	-129,8	-166,4	-238,2	-373,0	-569,3	-641,4	-224,3	-68,1	-100,9	-128,1	-148,7	-84,5	-85,7	-61,8	-64,3	-66,8	-73,1					
20	-117,3	-103,5	-59,4	-77,0	-45,5	-49,3	-83,3	-107,2	-148,8	-192,9	-259,7	-322,7	-123,6	-148,8	-205,5	-288,7	-427,3	-468,9	-221,9	-50,6	-82,0	-114,8	-129,9	-88,3	-88,3	-72,0	-73,2	-74,5	-79,5					
30	-111,1	-94,7	-54,4	-71,1	-59,4	-63,2	-74,6	-94,7	-127,5	-159,5	-205,6	-256,0	-147,6	-136,3	-174,1	-214,4	-290,0	-316,5	-219,5	-54,4	-82,1	-103,5	-118,7	-85,9	-80,9	-75,8	-77,1	-77,1						
60	-712,1	-695,7	-680,6	-678,1	-645,9	-49,3	-75,8	-88,4	-108,6	-126,2	-142,6	-157,7	-176,6	-182,9	-193,0	-199,3	-239,6	-234,6	-243,4	-44,3	-77,1	-93,4	-106,0	-111,1	-109,8	-101,0	-94,7	-89,7	-85,9					
90	-567,4	-567,4	-566,2	-572,5	-426,3	-108,8	-81,1	-86,1	-108,8	-116,4	-131,5	-146,6	-161,7	-163,0	-169,3	-170,5	-200,8	-207,1	-213,4	-57,1	-71,0	-84,9	-91,2	-102,5	-97,5	-96,2	-93,7	-88,6	-87,4					
120	-261,8	-263,0	-266,8	-279,4	-290,7	-278,1	-206,3	-126,7	-115,6	-123,2	-121,9	-133,2	-138,3	-138,3	-144,6	-147,1	-162,2	-168,5	-173,6	-172,3	-81,6	-84,1	-86,6	-87,9	-85,4	-86,6	-86,6	-86,6	-87,9					
10	-148,5	-152,3	-69,1	-93,0	-59,0	-62,8	-100,6	-126,8	-173,7	-235,4	-323,6	-415,6	-109,4	-151,0	-216,5	-346,3	-532,8	-627,3	-220,3	-70,4	-101,9	-136,4	-167,4	-88,0	-89,3	-81,7	-79,2	-83,0	-89,3					
20	-85,3	-94,1	-66,4	-85,3	-56,3	-55,1	-94,1	-116,8	-158,4	-213,8	-286,9	-367,5	-106,7	-148,3	-211,3	-308,3	-453,2	-525,0	-198,7	-79,0	-85,3	-125,6	-149,6	-91,6	-94,1	-90,3	-87,8	-91,6	-94,1					
30	-105,3	-102,8	-58,7	-73,8	-51,1	-47,4	-81,4	-96,5	-129,3	-165,8	-206,1	-254,0	-101,5	-131,8	-178,4	-236,4	-324,6	-367,4	-204,9	-56,7	-83,9	-111,6	-133,0	-96,5	-92,7	-88,9	-87,7	-85,2	-82,8					
60	-491,1	-469,7	-468,3	-460,8	-217,7	-96,7	-47,8	-77,8	-92,9	-109,3	-124,4	-135,8	-152,1	-144,6	-161,0	-163,5	-188,5	-183,6	-200,0	-62,7	-84,1	-103,0	-115,6	-129,5	-128,2	-124,4	-115,6	-109,3	-99,2					
90	-284,5	-284,5	-281,9	-283,2	-279,4	-258,0	-132,0	-84,1	-87,9	-98,0	-106,8	-115,6	-125,7	-123,2	-138,3	-135,8	-140,8	-153,4	-161,0	-62,7	-72,8	-91,7	-99,2	-105,5	-103,0	-98,0	-94,2	-92,9	-90,4					
120	-195,7	-199,5	-219,7	-224,7	-219,7	-215,9	-194,5	-105,0	-82,3	-86,1	-89,9	-96,7	-98,7	-100,0	-107,5	-118,9	-120,1	-123,9	-128,4	-105,0	-82,3	-80,9	-84,7	-91,1	-88,6	-83,6	-81,1	-78,5	-78,5					
10	-150,2	-160,3	-143,9	-91,0	-53,2	-58,2	-93,5	-116,2	-150,2	-180,5	-218,3	-220,8	-86,0	-117,5	-156,5	-204,4	-273,7	-317,8	-99,8	-65,8	-94,8	-125,0	-143,9	-75,9	-78,4	-74,6	-77,1	-80,9	-84,7					
20	-97,9	-104,2	-62,6	-89,1	-52,5	-47,5	-86,6	-108,0	-135,7	-167,2	-207,5	-247,8	-85,3	-110,5	-145,8	-187,4	-278,1	-295,7	-119,3	-65,1	-95,4	-120,6	-129,4	-79,0	-80,3	-76,5	-77,7	-82,8	-100,4					
30	-106,8	-116,9	-69,0	-81,6	-43,8	-47,6	-84,1	-100,5	-134,5	-155,9	-188,7	-218,9	-94,2	-114,4	-144,6	-176,1	-215,2	-229,0	-145,9	-64,0	-84,1	-106,8	-121,9	-98,0	-94,2	-90,4	-89,2	-87,9	-86,6					
60	-327,5	-315,2	-296,3	-248,4	-122,4	-70,8	-56,9	-78,3	-88,4	-106,0	-113,6	-126,2	-147,6	-138,8	-140,1	-146,4	-156,4	-161,5	-169,0	-45,6	-78,3	-94,7	-106,0	-113,6	-111,1	-106,0	-101,0	-87,2	-96,0					
90	-186,9	-185,7	-178,1	-142,8	-151,6	-157,9	-93,7	-58,4	-43,3	-63,4	-79,8	-84,9	-115,1	-121,4	-121,4	-129,0	-131,5	-140,3	-134,0	-84,9	-58,4	-52,1	-68,5	-94,9	-105,0	-102,5	-97,5	-87,4	-83,6	-78,6				
120	-167,0	-169,5	-192,2	-197,2	-196,0	-170,8	-129,2	-91,4	-78,8	-85,1	-91,4	-102,7	-105,3	-105,3	-117,9	-117,9	-121,6	-126,7	-135,5	-86,4	-96,2	-86,2	-76,3	-88,9	-87,6	-82,6	-81,3	-89,8	-85,1					
10	-152,9	-159,6	-111,3	-92,4	-54,6	-59,3	-97,9	-123,1	-166,4	-215,9	-293,6	-363,8	-108,4	-144,9	-203,7	-307,9	-458,3	-528,8	-181,5	-68,1	-99,2	-128,8	-153,3	-82,8	-84,5	-72,7	-73,5	-76,9	-82,4					
20	-100,2	-100,6	-62,8	-83,8	-51,5	-50,6	-88,0	-110,7	-147,6	-191,3	-251,4	-312,7	-105,2	-135,9	-187,5	-261,5	-386,2	-429,9	-180,0	-68,3	-87,6	-120,3	-136,3	-86,3	-87,6	-79,6	-79,6	-83,0	-91,4					
30	-107,7	-104,8	-60,7	-77,5	-51,5	-52,7	-80,0	-97,2	-130,4	-159,4	-200,1	-243,0	-114,5	-127,5	-165,7	-209,0	-276,6	-304,3	-190,1	-59,0	-83,4	-107,3	-124,5	-93,5	-89,3	-85,1	-84,2	-83,4	-82,1					
60	-508,2	-493,5	-478,4	-462,4	-183,0	-77,3	-51,3	-77,3	-89,9	-108,0	-121,4	-134,8	-152,5	-160,9	-165,5	-171,4	-193,2	-194,9	-204,1	-50,8	-79,8	-97,0	-109,2	-118,0	-116,4	-110,5	-103,8	-98,7	-93,7					
90	-346,3	-345,9	-342,1	-340,4	-334,5	-280,8	-111,5	-74,5	-72,4	-90,1	-101,0	-110,7	-129,1	-135,4	-140,9	-144,7	-147,6	-164,4	-156,4	-59,4	-65,3	-81,7	-95,1	-104,4	-101,0	-97,2	-91,8	-88,4	-85,5					
120	-208,2	-210,7	-226,2	-233,8	-235,5	-226,2	-200,6	-134,2	-95,6	-101,5	-104,0	-111,6	-114,5	-117,0	-127,1	-128,4	-135,9	-140,5	-144,3	-121,2	-76,7	-70,4	-75,9	-89,3	-87,2	-84,3	-83,0	-83,0	-83,0	-83,0				

Apêndice 6. Continuação

Rep	Prof	01/04	02/04	03/04	04/04	05/04	06/04	07/04	08/04	09/04	10/04	11/04	12/04
	10	-92,0	-110,9	-122,3	-139,9		-165,1	-185,3	-195,4	-200,4	-209,2	-221,8	-235,7
	20	-85,8	-95,9	-108,5	-127,4		-146,3	-161,4	-174,0	-177,8	-190,4	-198,0	-203,0
	30	-77,1	-88,4	-97,2	-126,2		-137,6	-148,9	-161,5	-161,5	-174,1	-182,9	-189,2
	60	-84,6	-94,7	-94,7	-118,6		-118,6	-126,2	-137,5	-137,5	-150,1	-155,2	-147,6
	90	-87,4	-88,6	-82,3	-106,3		-108,8	-106,3	-118,9	-121,4	-140,3	-130,2	-115,1
	120	-87,9	-89,1	-89,1	-105,5		-105,5	-109,3	-114,3	-115,6	-125,7	-120,6	-119,4
	10	-103,1	-110,7	-124,5	-157,3		-180,0	-197,6	-201,4	-207,7	-224,1	-241,7	-251,8
	20	-97,9	-99,2	-116,8	-139,5		-157,1	-172,2	-184,8	-188,6	-207,5	-212,6	-244,1
	30	-88,9	-92,7	-104,1	-128,0		-135,6	-150,7	-165,8	-173,4	-183,4	-188,5	-178,4
	60	-100,5	-103,0	-106,8	-121,9		-129,5	-134,5	-143,3	-149,6	-154,7	-159,7	-152,1
	90	-92,9	-94,2	-98,0	-114,4		-116,9	-119,4	-125,7	-130,7	-134,5	-135,8	-135,8
	120	-79,8	-81,1	-88,6	-98,7		-98,7	-98,7	-103,7	-105,0	-116,3	-98,7	-97,4
	10	-88,5	-102,3	-117,5	-141,4		-174,2	-198,1	-165,3	-189,3	-209,4	-224,6	-248,5
	20	-91,6	-101,7	-109,2	-130,7		-145,8	-157,1	-167,2	-169,7	-191,1	-182,3	-182,3
	30	-86,6	-91,7	-101,8	-125,7		-133,3	-142,1	-152,2	-152,2	-166,0	-169,8	-177,4
	60	-92,2	-92,2	-101,0	-113,6		-123,7	-126,2	-133,8	-145,1	-150,1	-140,1	-152,7
	90	-69,7	-71,0	-82,4	-115,1		-116,4	-98,7	-117,6	-53,4	-84,9	-96,2	-72,3
	120	-86,4	-77,5	-91,4	-107,8		-101,5	-104,0	-104,0	-110,3	-110,3	-102,7	-104,0
	10	-94,5	-108,0	-121,4	-146,2		-173,1	-193,7	-187,4	-199,1	-214,2	-229,4	-245,3
	20	-91,8	-98,9	-111,5	-132,5		-149,7	-163,6	-175,4	-178,7	-196,4	-197,6	-209,8
Media	30	-84,2	-90,9	-101,0	-126,6		-135,5	-147,2	-159,8	-162,3	-174,5	-180,4	-181,7
	60	-92,4	-96,6	-100,8	-118,0		-123,9	-129,0	-138,2	-144,1	-151,6	-151,6	-150,8
	90	-83,4	-84,6	-90,9	-111,9		-114,0	-108,1	-120,7	-101,8	-119,9	-120,7	-107,7
	120	-84,7	-82,6	-89,7	-104,0		-101,8	-104,0	-107,4	-110,3	-117,4	-107,4	-106,9

Apêndice 7. Continuação

Rep.	Prot.	01/03	02/03	03/03	04/03	05/03	06/03	07/03	08/03	09/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03			
	10	-71.7	-80.5	-60.3	-79.2	-55.3	-45.2	-78.0	-101.9	-132.1	-177.5	-207.7	-227.9	-59.1	-112.0	-158.6	-196.4	-280.8	-335.0	-108.9	-65.4	-81.7	-118.3	-146.0	-72.9	-69.1	-66.6	-67.9	-71.7	-76.7					
	20	-84.3	-90.6	-62.9	-80.5	-56.6	-45.2	-84.3	-108.2	-141.0	-173.8	-216.6	-260.7	-100.7	-123.4	-157.4	-192.7	-243.1	-285.7	-170.0	-65.4	-84.3	-113.3	-132.2	-88.1	-86.8	-81.8	-83.0	-84.3	-88.1					
1	30	-99.3	-99.2	-56.4	-76.6	-50.1	-45.1	-76.6	-94.2	-120.7	-145.9	-172.4	-197.6	-135.8	-125.7	-154.7	-179.9	-225.3	-236.6	-229.1	-57.7	-80.4	-105.6	-129.7	-109.1	-101.8	-96.6	-93.0	-90.5	-87.9					
	60	-391.1	-315.5	-278.9	-74.8	-71.0	-53.4	-49.6	-72.3	-84.9	-97.5	-103.8	-118.9	-136.5	-146.4	-142.8	-144.1	-144.1	-161.7	-159.2	-168.0	-54.6	-74.8	-93.7	-106.3	-112.6	-110.1	-106.3	-101.3	-95.0	-88.7				
	90	-229.3	-229.3	-228.8	-202.8	-110.8	-80.6	-56.7	-55.5	-78.1	-84.4	-95.7	-103.3	-114.6	-117.1	-119.7	-120.9	-124.7	-133.5	-134.8	-142.3	-52.9	-61.7	-80.6	-91.9	-100.9	-97.0	-93.2	-89.4	-88.2					
	120	-169.3	-171.8	-197.0	-202.1	-192.0	-144.1	-87.4	-71.0	-67.2	-79.8	-79.8	-87.4	-98.7	-97.5	-106.3	-110.1	-118.9	-118.9	-120.2	-125.2	-74.8	-59.7	-69.8	-81.1	-87.4	-84.9	-83.6	-83.6	-82.4	-82.4				
	10	-77.7	-86.5	-53.8	-81.5	-46.2	-48.7	-71.4	-96.6	-120.5	-150.8	-170.9	-194.9	-56.4	-100.4	-128.1	-155.8	-188.6	-216.3	-89.1	-63.8	-87.8	-114.2	-133.1	-71.4	-68.9	-67.6	-68.9	-71.4	-77.7					
	20	-81.5	-91.6	-58.8	-77.7	-45.0	-46.2	-75.2	-91.6	-118.9	-131.9	-148.3	-167.2	-68.9	-96.6	-115.5	-135.7	-172.2	-178.5	-90.3	-60.1	-84.0	-101.7	-123.1	-80.3	-75.5	-74.0	-75.2	-77.7	-80.3					
2	30	-106.8	-105.5	-62.7	-76.6	-51.4	-43.8	-75.3	-91.7	-116.9	-132.0	-148.4	-168.5	-82.9	-106.5	-125.7	-142.1	-177.4	-176.1	-105.5	-57.7	-81.6	-104.3	-116.9	-96.7	-80.3	-79.1	-79.1	-81.6	-84.1					
	60	-192.5	-201.3	-237.9	-206.4	-123.2	-74.1	-50.1	-70.3	-81.6	-98.0	-108.1	-116.9	-124.5	-130.8	-124.5	-129.5	-132.0	-154.7	-143.4	-154.7	-55.2	-75.3	-90.4	-106.8	-109.3	-91.7	-84.1	-81.6	-84.1	-87.9				
	90	-208.6	-218.7	-226.2	-242.6	-236.3	-158.2	-95.2	-75.0	-82.6	-88.9	-101.5	-104.0	-114.1	-111.6	-121.7	-124.2	-124.2	-140.6	-133.0	-138.0	-62.4	-67.5	-81.3	-90.2	-100.2	-86.4	-80.1	-78.8	-82.6	-86.4				
	120	-232.3	-232.3	-227.3	-237.3	-233.6	-232.3	-217.2	-125.2	-91.2	-87.4	-93.7	-96.2	-98.7	-96.2	-106.3	-113.9	-116.4	-126.5	-121.4	-125.2	-106.3	-58.4	-68.5	-77.3	-84.9	-83.6	-82.4	-82.4	-81.1	-81.1				
	10	-87.3	-93.6	-73.4	-82.2	-58.3	-65.8	-86.0	-108.7	-130.1	-161.6	-193.1	-213.3	-84.7	-108.7	-136.4	-174.2	-235.9	-287.4	-96.1	-68.4	-92.3	-122.5	-147.7	-79.7	-74.7	-72.1	-75.9	-78.4	-87.3					
	20	-78.5	-88.6	-63.4	-76.0	-55.8	-52.1	-81.0	-101.2	-128.4	-156.4	-188.1	-227.2	-79.8	-105.0	-130.2	-171.8	-234.8	-282.5	-128.9	-63.4	-94.9	-112.5	-130.2	-98.7	-96.2	-93.6	-89.9	-87.3	-84.8					
3	30	-102.5	-97.5	-62.2	-77.3	-49.6	-47.1	-78.6	-102.5	-131.5	-160.5	-204.6	-243.7	-140.3	-121.4	-154.2	-222.2	-247.6	-315.5	-292.8	-61.0	-84.9	-111.4	-129.0	-130.3	-125.2	-120.2	-116.4	-105.1	-82.4					
	60	-507.5	-511.3	-528.9	-287.0	-93.0	-62.7	-48.9	-71.5	-81.6	-103.0	-118.2	-132.0	-144.6	-159.7	-146.9	-144.6	-161.0	-187.5	-190.0	-205.1	-55.2	-72.8	-96.7	-109.3	-119.4	-110.6	-106.8	-103.0	-95.5	-85.4				
	90	-324.3	-329.3	-340.7	-348.2	-344.5	-204.6	-81.1	-72.3	-78.6	-91.2	-111.4	-113.9	-118.9	-132.8	-141.6	-146.6	-155.5	-169.3	-166.8	-174.4	-59.7	-72.3	-88.7	-91.2	-101.3	-100.0	-97.5	-96.2	-93.7					
	120	-281.7	-284.2	-285.5	-294.3	-289.3	-289.3	-203.6	-86.4	-83.9	-87.7	-99.0	-101.5	-109.1	-115.4	-126.7	-134.3	-139.3	-158.2	-148.4	-153.2	-82.6	-65.0	-73.8	-76.3	-91.4	-88.9	-87.7	-86.4	-85.1	-82.6				
	10	-78.9	-86.9	-62.5	-81.0	-53.3	-53.3	-78.5	-102.4	-127.6	-163.3	-190.6	-212.0	-70.1	-107.0	-141.0	-175.5	-235.1	-272.9	-100.7	-65.9	-87.3	-118.4	-142.3	-74.7	-70.9	-68.8	-70.9	-73.8	-80.6					
	20	-81.4	-90.3	-61.7	-78.1	-52.5	-47.8	-80.2	-100.3	-128.1	-153.7	-184.3	-218.4	-83.1	-108.3	-134.4	-166.7	-216.7	-232.2	-129.7	-65.0	-87.7	-109.2	-128.5	-89.0	-86.5	-83.1	-82.7	-83.1	-84.4					
Média	30	-102.9	-97.4	-60.5	-76.8	-50.4	-45.3	-76.8	-96.2	-123.0	-146.1	-175.1	-203.3	-119.7	-115.9	-144.9	-181.4	-276.8	-242.7	-209.1	-58.8	-82.3	-107.1	-122.2	-111.7	-102.5	-98.7	-96.2	-92.4	-84.8					
	60	-363.7	-342.7	-348.6	-189.4	-95.7	-83.4	-49.5	-71.4	-82.7	-99.5	-110.0	-122.6	-135.2	-145.3	-137.7	-138.4	-145.7	-168.0	-164.2	-175.9	-55.0	-74.3	-93.6	-107.5	-113.8	-104.1	-99.1	-95.3	-91.5	-87.3				
	90	-254.1	-259.1	-264.6	-264.6	-230.5	-147.8	-77.7	-70.9	-79.8	-88.2	-102.9	-107.1	-115.9	-120.5	-127.6	-130.6	-134.6	-147.8	-144.9	-151.6	-58.3	-67.2	-83.5	-91.1	-100.8	-94.5	-91.1	-88.6	-89.0	-89.4				
	120	-227.8	-229.4	-236.6	-244.6	-238.3	-221.9	-169.4	-94.2	-80.8	-85.0	-90.8	-95.0	-102.2	-103.0	-113.1	-119.4	-124.9	-134.5	-130.3	-134.5	-87.9	-61.0	-70.7	-78.2	-87.9	-85.8	-84.5	-84.1	-82.9	-82.0				

Apêndice 7. Continuação

Rep.	01/04	02/04	03/04	04/04	05/04	06/04	07/04	08/04	09/04	10/04	11/04	12/04
10	-89,3	-95,6	-117,0	-146,0		-196,4	-224,1	-224,1	-277,0	-307,3	-341,3	-484,8
20	-91,9	-96,9	-109,5	-128,4		-147,3	-158,6	-172,5	-178,8	-188,9	-191,4	-205,3
30	-86,7	-89,2	-103,1	-116,9		-130,8	-135,8	-147,2	-148,4	-161,0	-167,3	-184,6
60	-92,4	-88,7	-93,7	-110,1		-106,3	-122,7	-136,5	-131,5	-135,3	-141,6	-140,3
90	-89,4	-85,6	-90,7	-105,6		-103,3	-110,8	-118,4	-118,4	-124,7	-134,8	-117,1
120	-82,4	-74,8	-89,9	-96,2		-93,7	-103,8	-108,8	-112,6	-125,2	-122,7	-115,1
10	-80,2	-90,3	-111,7	-128,1		-172,2	-197,4	-223,9	-254,1	-259,1	-305,8	-438,1
20	-84,0	-90,3	-110,5	-123,1		-145,8	-158,4	-172,2	-184,8	-189,6	-206,3	-217,6
30	-87,9	-95,5	-103,0	-120,7		-138,3	-145,9	-163,5	-163,5	-186,2	-187,4	-182,4
60	-93,0	-93,0	-95,5	-110,6		-118,2	-123,2	-133,3	-138,3	-148,4	-144,6	-143,4
90	-91,4	-87,6	-91,4	-104,0		-107,8	-114,1	-122,9	-124,2	-135,5	-133,0	-130,5
120	-81,1	-77,3	-81,1	-91,2		-92,4	-102,5	-106,3	-108,8	-123,9	-116,4	-115,1
10	-93,6	-104,9	-120,0	-141,4		-178,0	-199,4	-223,3	-248,5	-252,3	-283,8	-393,4
20	-87,3	-94,9	-106,2	-126,4		-155,4	-166,7	-189,4	-202,0	-208,3	-228,5	-272,6
30	-86,2	-87,4	-101,3	-122,7		-135,3	-144,1	-156,7	-169,3	-180,5	-169,3	-181,9
60	-89,2	-86,7	-90,4	-123,2		-118,2	-128,2	-138,3	-145,9	-135,8	-149,7	-147,1
90	-93,7	-84,9	-89,9	-102,5		-116,4	-118,9	-125,2	-127,7	-125,2	-137,8	-131,5
120	-82,6	-75,1	-80,1	-91,4		-100,3	-106,6	-111,6	-114,1	-116,6	-122,9	-117,9
10	-87,7	-96,9	-116,3	-138,5		-182,2	-207,0	-223,8	-259,8	-272,9	-310,3	-432,1
20	-87,7	-94,0	-108,7	-126,0		-149,5	-161,2	-178,0	-188,5	-195,3	-208,7	-231,8
30	-86,9	-90,7	-102,5	-120,1		-134,8	-141,9	-155,8	-160,4	-169,2	-174,7	-176,4
60	-91,5	-89,4	-93,2	-114,6		-114,2	-124,7	-136,0	-138,6	-139,8	-145,3	-143,6
90	-91,5	-86,1	-90,7	-104,1		-109,2	-114,6	-122,2	-123,4	-128,5	-135,2	-126,4
120	-82,0	-75,7	-83,7	-92,9		-95,5	-104,3	-108,9	-111,8	-121,9	-120,7	-116,0

Apêndice 8. Potencial matricial ao longo do ciclo do milho no tratamento preparo convencional.

Rep	01/12	02/12	03/12	04/12	05/12	06/12	07/12	08/12	09/12	10/12	11/12	12/12	13/12	14/12	15/12	16/12	17/12	18/12	19/12	20/12	21/12	22/12	23/12	24/12	25/12	26/12	27/12	28/12	29/12	30/12	31/12	
10															-101,4	-85,0	-170,7	-207,2	-299,2	-103,9	-155,6	211,0	-276,5	-369,8			-144,2	-185,6	-262,7	-311,8	-305,5	-363,5
20															-108,4	-96,3	-156,8	-189,6	-229,9	-130,4	-158,1	-179,5	-236,2	-269,0			-137,9	-170,7	-231,2	-319,4	-345,8	-377,3
30															-279,0	-163,1	-173,2	-180,8	-206,0	-219,8	-198,4	-202,2	-231,2	-251,3			-163,1	-179,5	-194,6	-236,2	-251,3	-274,0
60															-397,5	-396,2	-371,0	-339,5	-315,6	-320,6	-310,5	-306,8	-305,5	-311,8			-300,5	-279,0	-280,3	-281,6	-281,6	-291,6
90															-488,5	-487,0	-481,9	-503,3	-544,9	-454,2	-485,7	-507,1	-557,5	-474,3			-469,3	-473,1	-490,7	-526,0	-526,0	-538,6
120															-517,2	-503,3	-541,1	-557,5	-551,2	-557,5	-469,3	-518,4	-522,2	-541,1			-538,6	-534,8	-557,5	-586,5	-570,1	-518,4
10															-104,9	-92,3	-172,9	-241,0	-338,0	-109,9	-151,5	-205,7	-304,0	-412,3			-149,0	-196,9	-293,9	-411,1	-383,4	-491,7
20															-107,2	-87,1	-142,5	-156,4	-194,2	-158,9	-140,0	-160,2	-203,0	-242,1			-113,5	-137,5	-210,6	-292,5	-330,3	-368,1
30															-189,3	-124,0	-135,3	-158,0	-184,4	-193,3	-184,4	-187,0	-207,1	-229,8			-147,9	-160,5	-176,9	-214,7	-229,8	-257,5
60															-278,7	-277,4	-282,4	-292,5	-250,9	-264,8	-234,6	-229,5	-227,0	-223,2			-227,0	-195,5	-200,5	-214,4	-172,8	-194,2
90															-149,6	-317,2	-328,6	-341,2	-343,7	-382,7	-326,0	-358,8	-348,9	-361,3			-371,4	-344,9	-362,6	-379,0	-358,8	-373,9
120															-456,1	-462,3	-457,3	-488,8	-482,5	-491,3	-454,8	-488,8	-530,4	-464,9			-461,1	-424,6	-486,3	-505,2	-511,5	-512,8
10															-103,4	-93,3	-162,6	-205,4	-283,4	-122,3	-165,1	-210,5	-282,3	-399,5			-160,1	-206,7	-305,0	-550,7	-579,7	-647,7
20															-108,5	-89,6	-137,5	-167,7	-201,7	-161,4	-171,5	-208,0	-253,4	-310,1			-145,0	-186,6	-226,9	-341,6	-392,0	-439,9
30															-230,1	-129,3	-144,4	-162,0	-183,4	-202,3	-179,7	-184,7	-221,2	-294,3			-143,1	-165,8	-187,2	-260,3	-255,3	-274,2
60															-332,1	-330,8	-320,6	-305,6	-280,4	-285,5	-250,2	-254,0	-247,7	-240,1			-243,9	-226,3	-237,6	-240,1	-218,7	-231,3
90															-305,1	-293,8	-307,7	-315,2	-305,1	-321,5	-295,1	-308,1	-278,7	-271,1			-278,7	-298,8	-293,8	-292,5	-243,4	-268,6
120															-365,6	-350,5	-361,8	-379,5	-368,1	-384,5	-273,6	-235,8	-196,9	-170,3			-182,9	-214,4	-360,6	-371,9	-359,3	-356,8
10															-103,2	-90,2	-168,7	-217,9	-300,2	-112,0	-157,4	-209,1	-287,6	-393,9			-151,1	-196,5	-287,2	-424,5	-422,8	-501,0
20															-107,4	-91,0	-145,6	-171,2	-208,6	-150,2	-156,5	-182,6	-230,9	-273,7			-132,2	-164,9	-222,9	-317,8	-356,0	-395,1
30															-226,1	-138,8	-151,0	-166,9	-191,3	-205,1	-187,5	-191,3	-219,8	-258,5			-151,4	-168,6	-186,2	-237,1	-245,5	-288,9
60															-336,1	-334,8	-324,7	-312,6	-282,3	-290,3	-265,1	-263,4	-260,1	-258,4			-257,1	-233,6	-239,5	-245,4	-224,4	-239,1
90															-314,7	-369,3	-372,7	-386,6	-387,9	-386,1	-368,9	-388,7	-395,0	-368,9			-373,1	-372,3	-382,4	-399,2	-376,1	-393,7
120															-446,3	-435,4	-453,4	-475,3	-467,3	-477,8	-399,2	-414,4	-416,5	-392,1			-394,2	-391,3	-468,1	-487,9	-480,3	-462,7

Apêndice 8. Continuação

Rep	01/01	02/01	03/01	04/01	05/01	06/01	07/01	08/01	09/01	10/01	11/01	12/01	13/01	14/01	15/01	16/01	17/01	18/01	19/01	20/01	21/01	22/01	23/01	24/01	25/01	26/01	27/01	28/01	29/01	30/01	31/01	
10	636,9				-87,5	-178,2	276,5	429,0	-663,3	-769,2	-185,8	-175,7	-180,8	-59,8	-49,7	-91,3	-136,7	-212,3	-324,4	-405,0	-521,0	-702,4	-778,0	-791,8	-103,9	-95,1	-88,8	-90,0	-98,9	-117,9		
20	629,1	-645,5	-659,4		-88,6	-166,7	244,8	-330,5	-498,1	-729,9	-178,1	-170,5	-161,7	-60,9	-46,8	-89,9	-139,0	-189,4	-328,0	-335,6	-409,9	-620,3	-755,1	-745,1	-98,7	-93,6	-89,9	-77,3	-103,7	-117,6		
30	336,9	247,4	-522,1		-198,3	-170,5	219,7	-267,6	-346,7	-467,9	-152,9	-146,6	-136,5	-71,0	-52,1	-81,2	-126,4	-146,6	-178,1	-222,2	-252,4	-345,7	-438,9	-586,3	-101,2	-94,9	-87,4	-78,6	-101,2	-115,1		
60	263,8	-273,9	-314,2		-314,2	-316,7	-289,0	-301,6	-309,2	-349,5	-367,0	-284,0	-161,7	-137,8	-106,3	-48,3	-87,4	-98,7	-110,1	-127,7	-150,4	-164,3	-183,2	-208,4	-243,6	-236,1	-164,3	-78,6	-74,8	-101,3	-100,0	
90	353,8	-232,8	-373,9		-363,8	-360,1	-352,5	-356,3	-357,5	-358,8	-375,2	-371,4	-372,7	-376,4	-337,4	-57,7	-82,9	-94,2	-99,2	-108,1	-126,2	-138,3	-143,3	-154,7	-161,0	-154,7	-124,4	-79,1	-69,0	-96,7	-92,9	
120	449,5	449,5	449,5		-425,6	-434,4	-407,9	-424,3	-428,1	-436,9	-441,9	-440,7	-436,9	-434,4	-430,6	-447,0	-77,8	-82,8	-91,7	-99,2	-109,3	-105,5	-119,4	-128,2	-128,2	-126,9	-101,7	-77,8	-65,2	-80,3	-75,3	
10	559,3				-88,5	-185,5	-300,2	-476,6	-729,9	-753,8	-189,3	-174,2	-165,4	-58,3	-48,2	-86,0	-128,8	-212,0	-315,3	-360,8	-465,4	-696,9	-763,9	-40,0	-106,2	-96,6	-89,8	-77,2	-97,3	-118,9		
20	548,2	594,9	-670,5		-92,1	-162,7	-229,5	-303,8	-446,2	-655,3	-181,6	-166,5	-143,8	-58,1	-40,5	-83,3	-138,7	-187,9	-214,3	-269,8	-447,4	-458,8	-611,2	-49,0	-103,5	-93,4	-80,8	-64,4	-93,4	-108,5		
30	353,3	-544,8	-551,1		-116,4	-155,5	-214,7	-267,6	-357,1	-481,8	-320,5	-154,2	-160,5	-170,6	-88,7	-72,3	-129,0	-145,4	-155,5	-193,3	-265,1	-248,7	-360,8	-467,9	-786,5	-103,8	-86,2	-74,8	-59,7	-81,1	-92,9	
60	258,5	292,5	-302,6		-274,9	-293,8	-293,8	-316,5	-329,1	-335,4	-376,9	-290,0	-201,8	-136,3	-88,4	-38,0	-85,9	-93,4	-107,3	-118,6	-136,3	-157,7	-166,5	-201,6	-211,9	-206,8	-152,7	-80,8	-70,8	-96,0	-94,7	
90	288,2	351,2	365,1		-356,3	-332,3	-356,3	-370,1	-402,9	-399,1	-421,8	-420,5	-424,3	-436,9	-377,7	-42,5	-79,1	-81,6	-95,5	-109,3	-124,4	-134,5	-145,9	-158,5	-174,8	-173,6	-128,2	-76,6	-65,2	-92,9	-91,7	
120	482,5	477,5	480,0		-464,9	-466,1	-459,6	-466,1	-454,8	-464,9	-464,9	-461,1	-466,1	-475,0	-480,0	-467,4	-95,7	-95,7	-97,0	-98,2	-99,5	-113,3	-131,0	-136,0	-141,1	-139,8	-103,3	-61,7	-81,8	-76,8		
10	744,7	759,8			-99,6	-181,5	-278,0	-433,5	-712,0	-734,6	-199,1	-173,9	-171,4	-61,8	-53,0	-94,6	-126,1	-211,7	-325,1	-399,5	-505,3	-706,9	-732,1	-689,3	-112,2	-104,6	-99,6	-74,4	-95,8	-118,5		
20	685,6	725,9	-707,0		-95,9	-170,2	-230,7	-341,6	-589,7	-729,7	-191,7	-163,9	-150,1	-58,1	-40,5	-83,3	-132,4	-187,9	-223,2	-312,6	-379,4	-554,5	-690,6	-734,7	-104,7	-95,9	-87,1	-77,0	-94,6	-121,1		
30	349,8	-406,5	-512,3		-154,5	-165,8	-216,2	-264,1	-354,8	-532,5	-160,8	-149,4	-139,3	-62,5	-32,2	-90,2	-105,3	-139,3	-199,8	-240,1	-259,0	-400,2	-427,9	-581,6	-106,6	-104,1	-101,5	-96,5	-109,1	-109,1		
60	266,6	206,1	-313,2		-308,2	-319,5	-320,8	-329,6	-349,7	-378,7	-402,7	-300,6	-182,2	-149,4	-197,3	-48,6	-86,4	-102,8	-116,6	-129,2	-153,2	-173,3	-184,7	-211,1	-245,2	-174,6	-117,9	-78,8	-73,8	-101,5	-99,0	
90	286,3	322,8	-322,8		-311,4	-308,9	-311,4	-322,8	-326,6	-341,7	-344,2	-341,7	-337,9	-322,8	-73,3	-43,1	-78,3	-87,2	-93,5	-111,1	-126,2	-130,0	-146,4	-156,5	-172,8	-137,6	-93,5	-56,2	-64,5	-89,7		
120	364,3	373,2	384,5		-368,1	-360,6	-350,5	-369,4	-388,1	-369,4	-376,9	-375,7	-378,2	-384,5	-349,2	-83,4	-85,9	-89,7	-101,0	-108,6	-106,0	-119,9	-131,2	-138,8	-135,0	-102,3	-78,3	-67,0	-84,6	-75,9		
10	680,3	759,8			-91,9	-181,8	-284,2	-446,4	-701,7	-752,5	-191,4	-174,6	-172,5	-60,0	-50,3	-90,6	-130,5	-212,0	-321,6	-395,1	-503,9	-701,7	-759,0	-477,0	-107,4	-99,4	-92,7	-80,5	-87,3	-118,3		
20	621,0	655,4	-678,9		-92,2	-166,5	-235,0	-325,3	-504,6	-705,0	-183,8	-167,0	-151,8	-59,0	-42,2	-85,5	-136,7	-188,4	-255,2	-306,0	-412,2	-544,5	-685,7	-476,9	-102,3	-94,3	-85,9	-72,9	-87,2	-115,7		
Média	30	346,6	399,6	-528,5		-156,4	-163,9	-216,9	-266,4	-352,5	-494,1	-320,5	-152,2	-148,8	-74,1	-52,2	-103,5	-125,7	-147,1	-190,4	-242,5	-253,4	-368,9	-441,6	-641,5	-103,9	-95,1	-87,9	-78,3	-97,2	-105,9	
60	263,0	257,5	-310,0		-299,1	-310,0	-301,2	-315,9	-329,3	-354,5	-378,9	-291,5	-181,9	-141,2	-130,7	-45,0	-86,6	-98,3	-111,3	-125,2	-146,6	-165,1	-178,1	-207,1	-233,6	-205,8	-144,9	-79,4	-73,1	-99,6	-97,9	
90	312,8	302,3	-353,9		-343,9	-333,8	-340,1	-349,7	-362,3	-366,5	-380,4	-377,9	-378,3	-378,7	-262,8	-47,8	-80,1	-87,7	-96,1	-109,5	-126,3	-134,3	-145,2	-156,5	-169,6	-155,3	-115,4	-71,3	-66,2	-83,1	-91,4	
120	432,1	433,4	-438,0		-419,5	-420,4	-405,7	-419,9	-417,0	-423,7	-427,9	-425,8	-427,1	-431,3	-381,7	-421,2	-85,6	-86,1	-92,8	-99,5	-105,8	-108,3	-123,4	-131,8	-136,0	-133,9	-102,4	-74,3	-	-	-82,3	-76,0

Apêndice 8. Continuação

Rep.	Prof	01/02	02/02	03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02	10/02	11/02	12/02	13/02	14/02	15/02	16/02	17/02	18/02	19/02	20/02	21/02	22/02	23/02	24/02	25/02	26/02	27/02	28/02		
	10	-107,7	-122,8	-139,2	-170,7	-208,5	-67,4	-53,5	-52,2	-51,0	-52,2	-52,2	-77,4	-112,7	-151,8	-192,1	-226,1	-274,0	-330,7	-95,1	-148,0	-177,0	-236,2	-304,2	-412,6						
	20	-111,3	-122,6	-132,7	-161,7	-202,0	-65,9	-54,6	-53,3	-52,1	-52,1	-53,3	-71,0	-107,5	-144,0	-169,2	-200,7	-237,3	-277,6	-97,4	-144,0	-165,5	-224,7	-286,4	-363,3	-485,4	-684,6	-738,8			
1	30	-122,7	-134,0	-146,6	-156,7	-190,7	-72,3	-69,7	-66,0	-59,7	-58,4	-59,7	-69,7	-106,8	-142,6	-154,2	-178,1	-208,3	-226,5	-189,2	-169,3	-178,1	-229,8	-276,4	-330,6	-567,4	-515,8	-635,5			
	60	-93,7	-102,5	-117,6	-136,5	-156,7	-99,9	-66,0	-68,5	-69,8	-68,5	-69,8	-83,6	-102,5	-120,2	-127,7	-137,8	-155,4	-168,0	-176,9	-193,2	-188,2	-203,3	-228,5	-247,4	-363,3	-345,7	-440,2			
	90	-106,8	-113,1	-116,9	-120,7	-130,7	-135,8	-100,5	-84,1	-81,6	-82,9	-85,4	-92,9	-99,2	-109,3	-111,8	-121,9	-135,8	-139,6	-144,6	-164,8	-158,5	-166,0	-184,9	-195,0	-242,9	-232,8	-260,5			
	120	-94,1	-90,4	-95,4	-104,3	-113,1	-120,6	-121,9	-103,0	-101,7	-100,5	-103,0	-100,5	-98,0	-95,4	-96,7	-103,0	-110,6	-115,6	-124,4	-140,8	-134,5	-143,3	-153,4	-169,8	-207,6	-197,5	-216,4			
	10	-108,7	-122,5	-136,4	-167,9	-195,6	-67,1	-63,3	-54,5	-53,2	-54,5	-55,8	-74,7	-111,2	-144,0	-184,3	-220,8	-275,0	-338,0	-112,5	-164,1	-203,2	-277,5	-382,1	-524,5	-734,9					
	20	-103,5	-116,1	-129,9	-155,1	-200,5	-83,1	-60,6	-53,1	-51,8	-54,3	-75,7	-111,0	-143,8	-183,9	-199,2	-250,9	-291,2	-160,2	-179,1	-203,0	-312,6	-404,6	-533,1	-770,0						
2	30	-108,8	-126,5	-135,3	-142,9	-179,4	-58,4	-54,7	-50,9	-47,1	-43,3	-44,6	-66,0	-105,1	-132,8	-145,4	-173,1	-205,9	-242,4	-205,9	-187,0	-199,6	-261,3	-311,7	-381,0	-630,5	-656,9	-731,3			
	60	-98,4	-106,0	-116,1	-131,2	-150,1	-78,3	-59,4	-65,7	-63,2	-64,5	-61,9	-87,1	-94,7	-108,0	-124,9	-133,8	-141,3	-166,5	-160,2	-171,6	-170,3	-167,8	-218,2	-228,3	-298,8	-305,1	-320,2			
	90	-108,1	-111,8	-116,9	-125,7	-134,5	-128,2	-77,8	-76,6	-70,3	-69,0	-72,8	-84,1	-94,2	-108,1	-113,1	-121,9	-137,0	-140,8	-148,4	-168,0	-163,5	-174,8	-200,0	-211,4	-265,6	-268,1	-303,4			
	120	-93,2	-98,2	-107,0	-114,6	-122,2	-128,5	-112,1	-89,4	-89,4	-86,9	-90,7	-93,2	-94,4	-97,0	-104,5	-112,1	-127,2	-131,0	-133,5	-151,1	-146,1	-156,7	-182,6	-196,5	-264,5	-253,2	-328,8			
	10	-118,5	-139,9	-162,6	-189,1	-243,2	-78,2	-60,5	-55,5	-51,7	-50,5	-54,2	-88,3	-128,6	-171,4	-209,2	-265,9	-345,3	-252,1	-118,5	-190,3	-243,2	-371,8	-533,0	-669,1	-240,7					
	20	-122,4	-138,7	-160,2	-178,1	-252,1	-72,0	-66,9	-59,4	-55,6	-54,3	-56,8	-88,3	-135,0	-175,3	-209,0	-255,9	-334,0	-422,2	-194,2	-195,4	-263,5	-410,9	-557,1	-690,6	-724,6	-729,7				
3	30	-146,9	-155,7	-167,1	-178,4	-222,5	-94,0	-71,3	-58,7	-52,4	-51,1	-53,7	-81,4	-133,0	-184,7	-168,3	-206,1	-251,5	-276,7	-281,7	-278,7	-256,5	-322,0	-382,5	-482,1						
	60	-119,2	-130,5	-135,5	-143,1	-160,7	-121,7	-70,0	-67,5	-67,5	-66,2	-68,8	-85,1	-107,8	-125,5	-133,0	-146,9	-157,0	-177,1	-185,9	-196,0	-194,8	-214,9	-257,8	-291,8	-432,9	-429,1	-511,0			
	90	-103,5	-109,8	-116,1	-122,4	-138,8	-142,6	-97,2	-83,4	-78,6	-80,9	-85,9	-93,5	-99,6	-107,3	-112,4	-125,0	-138,8	-148,9	-153,9	-169,1	-162,8	-184,2	-209,4	-230,8	-334,1	-332,9	-400,9			
	120	-94,7	-98,5	-102,3	-106,0	-119,9	-124,9	-126,2	-107,3	-103,5	-101,0	-99,7	-96,0	-90,9	-88,4	-96,5	-107,3	-117,4	-123,7	-121,2	-136,3	-128,7	-142,6	-151,4	-174,1	-224,5	-210,6	-249,7			
	10	-111,6	-128,4	-146,1	-175,9	-215,8	-70,9	-59,1	-54,1	-52,0	-52,4	-54,1	-80,1	-117,5	-155,7	-195,2	-237,6	-298,1	-306,9	-108,7	-167,5	-207,8	-295,2	-408,5	-535,4	-487,8					
	20	-112,4	-125,8	-140,9	-165,3	-218,2	-67,0	-60,7	-55,2	-53,6	-52,7	-54,8	-78,3	-117,8	-154,4	-178,7	-218,6	-274,1	-330,3	-150,6	-172,8	-210,6	-316,1	-416,0	-529,0	-710,0	-707,1	-738,8			
Média	30	-126,1	-138,7	-149,7	-159,3	-197,5	-74,9	-65,2	-58,5	-53,1	-51,0	-52,6	-72,4	-115,6	-153,4	-158,0	-185,8	-221,9	-248,2	-225,3	-211,0	-211,4	-271,0	-323,5	-397,9	-599,0	-586,4	-663,4			
	60	-100,4	-113,0	-123,1	-137,0	-155,9	-96,6	-65,1	-67,2	-66,8	-66,4	-66,8	-85,3	-101,7	-117,2	-128,6	-139,5	-151,2	-170,6	-174,3	-186,9	-184,4	-195,3	-234,8	-255,8	-365,0	-360,0	-423,8			
	90	-106,1	-111,6	-116,6	-122,9	-134,7	-135,5	-91,9	-81,4	-77,2	-77,6	-81,4	-90,2	-97,7	-108,2	-112,4	-122,9	-137,2	-143,1	-149,0	-166,6	-161,6	-175,0	-198,1	-212,4	-280,9	-277,9	-321,6			
	120	-90,7	-95,7	-101,6	-108,3	-118,4	-124,7	-120,1	-99,9	-98,2	-96,1	-97,8	-96,5	-94,4	-93,6	-95,9	-107,5	-118,4	-123,4	-126,4	-142,7	-136,4	-148,2	-162,5	-180,1	-232,2	-220,4	-265,0			

Apêndice 8. Continuação

Rep.	01/03	02/03	03/03	04/03	05/03	06/03	07/03	08/03	09/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03	31/03
10	-82,5	-89,6	-63,6	-77,4	-56,0	-57,3	-86,3	-103,9	-140,4	-179,5	-221,1	-211,0	-74,9	-111,5	-154,3	-195,9	-251,3	-290,4	-97,9	-66,1	-96,3	-126,6	-159,8	-85,0	-78,7	-73,7	-73,7	-80,0	-82,7	-95,1	
20	-74,7	-88,6	-59,6	-76,0	-52,1	-47,0	-78,5	-101,2	-130,2	-159,2	-185,6	-213,3	-78,5	-105,0	-140,3	-176,8	-218,4	-242,3	-102,5	-63,4	-88,6	-116,3	-141,5	-82,3	-77,3	-76,0	-78,5	-83,6	-88,6		
30	-120,1	-117,6	-69,7	-81,1	-59,7	-60,9	-87,4	-103,8	-127,7	-144,1	-165,5	-183,1	-112,6	-117,6	-145,3	-169,3	-204,6	-209,6	-161,7	-66,0	-89,9	-111,3	-128,4	-112,6	-102,5	-96,2	-94,9	-92,4	-92,4		
60	-459,1	-462,8	-320,5	-207,1	-122,7	-71,0	-53,4	-77,3	-86,1	-105,0	-118,9	-130,2	-147,9	-149,1	-145,4	-147,9	-156,7	-181,9	-178,1	-64,7	-82,4	-97,5	-111,3	-116,4	-112,6	-107,6	-101,3	-97,5	-93,7		
90	-303,4	-308,4	-313,4	-318,5	-314,7	-247,9	-106,8	-80,3	-81,6	-91,7	-98,0	-111,8	-121,9	-125,7	-129,5	-135,8	-140,8	-154,7	-153,4	-89,2	-75,3	-84,1	-96,7	-100,5	-98,0	-98,0	-95,5	-96,7	-96,7		
120	-241,6	-241,6	-244,1	-252,9	-246,4	-259,2	-235,5	-119,4	-77,8	-79,1	-90,4	-96,7	-101,7	-103,0	-110,6	-115,6	-119,4	-132,0	-135,8	-128,2	-87,7	-87,7	-84,1	-86,6	-86,6	-85,4	-84,1	-84,1	-81,6		
10	-84,7	-92,3	-63,3	-77,2	-50,7	-53,2	-84,7	-108,7	-142,7	-180,5	-222,1	-232,2	-92,3	-125,1	-174,2	-225,9	-317,8	-388,4	-125,1	-68,4	-91,0	-123,8	-155,3	-86,0	-81,0	-73,4	-77,2	-82,2	-91,0		
20	-75,7	-87,1	-58,1	-72,0	-45,5	-45,5	-82,0	-102,2	-136,2	-165,2	-195,4	-225,7	-100,9	-124,9	-158,9	-203,0	-276,1	-277,9	-152,6	-61,9	-85,8	-114,8	-131,2	-87,1	-83,3	-80,8	-82,0	-83,3	-84,6		
30	-110,1	-105,1	-53,4	-67,3	-40,8	-42,1	-73,6	-89,9	-113,9	-135,3	-158,0	-181,9	-116,4	-116,4	-144,1	-176,9	-228,5	-226,0	-193,3	-49,6	-79,9	-97,5	-116,4	-102,5	-97,5	-92,5	-86,2	-81,1	-76,1		
60	-403,4	-405,9	-416,0	-431,1	-422,6	-370,0	-49,3	-68,2	-80,8	-96,0	-116,1	-123,7	-138,8	-146,4	-145,1	-138,8	-145,1	-181,6	-190,5	-56,9	-70,8	-88,4	-107,3	-117,4	-113,6	-109,8	-102,3	-93,4	-84,6		
90	-348,7	-352,5	-357,5	-375,2	-382,7	-331,1	-111,8	-84,1	-81,6	-94,2	-81,6	-111,8	-121,9	-133,3	-138,3	-147,1	-157,2	-173,6	-172,3	-105,5	-79,1	-87,9	-96,7	-99,2	-96,7	-92,9	-91,7	-90,4	-91,7		
120	-346,4	-346,2	-342,7	-354,0	-347,7	-355,3	-355,3	-166,3	-105,8	-108,3	-112,1	-120,9	-128,5	-134,8	-146,1	-151,1	-168,8	-165,0	-165,8	-172,6	-89,4	-85,6	-88,1	-95,7	-95,7	-94,4	-90,7	-88,1	-86,9		
10	-93,3	-102,1	-74,4	-90,8	-59,3	-63,1	-94,6	-119,8	-166,4	-213,0	-279,8	-355,4	-89,5	-139,9	-196,6	-282,3	-390,0	-326,4	-181,5	-68,1	-97,1	-131,1	-167,6	-86,3	-80,7	-74,4	-80,7	-85,7	-87,1		
20	-85,8	-97,2	-64,4	-83,3	-54,3	-55,6	-84,6	-104,7	-142,5	-184,1	-225,7	-291,2	-100,9	-123,6	-174,0	-228,2	-335,3	-384,4	-308,8	-56,8	-88,3	-121,1	-158,9	-106,0	-100,9	-95,9	-93,4	-90,9	-85,8		
30	-139,3	-135,6	-87,7	-78,9	-63,7	-71,3	-109,1	-85,2	-125,5	-146,9	-179,7	-203,6	-136,8	-131,8	-162,0	-203,6	-246,4	-254,0	-270,4	-67,5	-87,7	-112,9	-133,0	-123,0	-121,7	-120,4	-124,2	-126,7	-128,0		
60	-615,6	-609,3	-582,8	-540,0	-448,1	-73,8	-57,4	-75,1	-86,4	-106,6	-122,9	-134,3	-144,4	-162,0	-159,5	-159,5	-168,3	-193,5	-206,1	-63,7	-78,8	-97,7	-115,4	-122,9	-121,7	-117,9	-111,6	-105,3	-94,0		
90	-490,4	-471,5	-445,0	-490,4	-503,0	-460,3	-130,0	-73,3	-70,8	-85,9	-97,2	-99,8	-114,9	-125,0	-136,3	-155,2	-162,8	-191,7	-179,1	-84,6	-70,8	-82,1	-90,9	-98,5	-97,2	-93,5	-89,7	-85,9	-83,4		
120	-290,0	-301,3	-360,6	-371,9	-409,7	-409,7	-179,1	-108,6	-106,0	-109,8	-117,4	-119,9	-128,7	-137,5	-143,8	-147,6	-170,3	-184,0	-176,6	-169,0	-83,4	-83,4	-87,1	-93,4	-83,4	-82,2	-88,4	-84,6	-82,1		
10	-86,8	-94,4	-67,1	-81,6	-55,3	-57,9	-88,5	-110,8	-148,9	-191,0	-241,0	-266,2	-86,6	-125,5	-175,0	-234,7	-176,7	-335,1	-134,7	-87,5	-94,8	-127,2	-159,9	-86,4	-80,1	-73,8	-79,3	-83,8	-94,4		
20	-78,8	-80,9	-60,7	-77,1	-50,6	-49,4	-81,7	-102,7	-136,3	-169,5	-202,2	-243,4	-93,5	-117,8	-157,7	-202,7	-276,6	-301,4	-188,0	-60,7	-87,6	-117,4	-143,9	-91,8	-87,2	-84,2	-84,6	-85,9	-86,3		
30	-123,2	-119,4	-70,3	-75,7	-54,7	-54,7	-88,1	-90,0	-93,0	-122,4	-142,1	-167,7	-189,6	-121,9	-150,5	-183,3	-226,5	-229,9	-208,5	-61,0	-85,8	-107,2	-125,3	-112,7	-107,2	-103,0	-101,8	-100,1	-98,8		
60	-482,7	-489,3	-439,8	-392,7	-437,8	-70,6	-53,4	-73,5	-84,5	-102,5	-119,3	-129,4	-143,7	-152,5	-150,0	-148,7	-156,7	-184,4	-181,6	-61,8	-77,3	-94,5	-111,3	-118,9	-116,0	-111,6	-105,0	-98,7	-90,8		
90	-380,8	-377,5	-372,0	-394,7	-400,1	-353,1	-116,2	-79,3	-78,0	-90,6	-92,3	-107,8	-119,6	-128,0	-134,7	-146,0	-153,6	-173,3	-170,0	-93,1	-75,1	-84,7	-94,8	-98,4	-97,3	-94,8	-92,3	-91,0	-90,6		
120	-292,7	-286,0	-315,8	-326,3	-334,3	-340,1	-340,1	-154,9	-97,4	-97,0	-102,8	-108,7	-114,2	-120,1	-127,6	-135,2	-139,4	-157,0	-158,1	-156,6	-80,2	-78,9	-86,5	-91,9	-91,9	-90,7	-87,7	-85,6	-83,5		

Apêndice 9. Umidade volumétrica em % das amostras indeformadas dos três sistemas de preparo do solo nas profundidades trabalhadas para diferentes tensões, em KPa. Média de três repetições.

TRATAMENTOS	PROF. (cm)	SAT	0,5	2	5	6	10	30	50	100	200	500	800	1500	
PD	5	55,94	53,76	49,89	42,27	40,73	36,43	32,09	30,49	28,48	27,30	22,49	21,64	21,02	
	10	52,72	52,92	49,57	42,56	41,15	36,92	32,81	31,36	29,24	28,13	23,66	23,43	22,03	
	15	54,46	52,71	47,37	40,41	39,11	35,39	31,71	30,46	28,46	27,30	23,20	22,62	22,11	
	20	54,65	52,64	48,39	42,50	41,25	37,58	34,01	32,98	31,29	30,60	24,32	23,71	22,96	
	25	54,13	52,29	47,64	41,32	40,05	36,81	33,69	32,78	31,35	30,41	25,32	24,63	24,47	
	30	54,65	52,77	47,99	40,98	39,66	36,16	33,03	32,07	32,07	30,78	30,04	25,62	25,03	24,27
	45	57,74	56,47	51,86	42,24	40,41	35,68	31,89	30,77	29,58	29,58	28,63	24,62	23,94	23,34
	60	57,61	56,39	53,14	43,53	41,54	36,33	32,34	31,18	29,86	29,86	29,08	24,56	24,05	23,21
	75	60,70	59,65	54,89	42,27	39,82	34,01	29,89	28,74	27,31	26,54	22,33	22,11	21,51	21,51
	90	59,98	58,85	55,82	44,53	42,09	35,96	31,39	30,21	28,49	27,51	22,88	22,41	21,90	21,90
	120	60,23	58,21	53,46	46,22	44,36	38,91	33,46	31,88	29,90	28,67	23,52	23,04	22,57	22,57
	PE	5	62,43	60,50	53,92	42,16	39,75	33,68	28,79	27,32	25,59	24,29	20,74	20,22	20,14
10		58,72	56,10	50,15	40,45	38,51	33,87	29,69	28,47	26,91	25,65	21,89	21,43	21,27	
15		59,17	57,79	50,83	39,65	37,87	33,41	29,47	28,33	26,88	25,63	21,81	21,45	21,27	
20		53,76	52,58	49,26	42,48	41,08	37,26	33,37	32,16	30,70	29,49	24,10	24,03	23,77	
25		55,87	53,72	49,09	41,84	40,48	36,97	33,36	32,24	30,75	29,82	24,19	24,43	23,75	
30		55,54	54,08	48,70	41,28	39,92	36,53	33,22	32,18	30,89	30,01	25,01	25,03	24,94	
45		56,83	55,81	50,34	40,67	39,16	35,21	31,78	30,74	29,62	28,90	24,95	24,66	24,53	
60		60,98	59,76	53,73	40,09	37,98	32,81	28,84	27,74	26,88	26,16	22,20	21,98	22,27	
75		61,09	59,60	55,56	42,92	40,66	34,69	30,31	29,26	27,66	26,90	22,59	22,57	22,51	
90		61,21	59,77	55,14	43,09	40,75	34,50	30,09	28,90	27,39	26,64	22,15	22,16	22,12	
120		63,08	60,61	54,79	41,60	39,12	32,61	28,11	26,88	25,49	24,65	20,38	20,52	20,21	
PC		5	56,61	52,91	53,68	43,89	41,72	35,36	28,70	27,11	25,38	23,88	21,07	19,86	19,53
	10	57,43	55,47	51,11	42,49	41,04	36,63	31,29	29,88	28,30	26,76	23,28	22,12	21,57	
	15	54,78	53,24	48,69	41,92	40,76	37,16	32,35	31,16	29,35	27,85	24,44	22,48	22,54	
	20	55,86	51,03	46,75	41,46	40,61	37,95	34,33	33,02	32,00	30,71	27,20	25,26	25,66	
	25	54,15	51,95	47,13	40,83	39,85	37,18	33,42	32,82	31,26	30,12	26,55	24,91	24,77	
	30	55,84	53,40	47,74	40,99	40,01	37,36	33,65	32,65	31,55	30,78	27,64	25,50	25,41	
	45	57,77	55,85	49,05	40,50	39,30	36,16	32,24	31,29	30,18	29,07	25,81	23,50	23,35	
	60	63,28	61,00	51,27	38,53	36,78	32,67	27,98	26,91	25,73	24,77	21,86	20,12	20,05	
	75	63,21	59,64	53,31	40,51	38,64	33,82	28,40	27,22	26,08	25,09	21,95	20,25	20,03	
	90	60,74	57,08	52,55	41,66	39,55	34,26	28,36	27,15	25,83	24,87	21,74	20,04	19,76	
	120	60,88	58,48	54,59	42,83	40,91	35,78	29,91	28,68	27,22	26,12	22,36	20,65	20,75	

Apêndice 10. Valores das leituras dos tensiômetros, em cm de Hg, durante drenagem da parcela saturada para determinação de condutividade hidráulica no sistema de preparo com plantio direto.

Rep.	Prof. (cm)	0	01	02	03	04	05	06	18	30	54	78	102	126	150	174	198	222	246	270	294	318	342	366	390	414	
1	10	2,0	3,5	4,1	4,9	5,0	5,5	5,8	7,3	8,3	9,0	9,7	10,2	11,2	11,8	12,0	12,2	12,4	12,8	13,1	13,4	13,6	13,9	14,4	14,7	14,9	
	20	2,3	3,6	4,8	5,3	5,9	6,2	6,5	8,2	8,8	9,5	10,1	10,8	11,7	12,3	12,3	12,5	12,7	12,9	13,3	13,5	13,8	14,2	14,5	14,9	15,4	
	30	4,2	5,2	6,5	6,9	7,2	8,0	8,3	9,0	9,6	10,1	10,6	11,4	12,2	12,5	12,6	12,9	13,1	13,1	13,3	13,3	13,6	14,0	14,5	14,7	15,0	15,2
	60	6,0	7,2	8,3	9,3	9,6	10,0	10,3	11,0	12,2	12,2	12,9	13,5	14,3	14,8	15,3	15,4	15,6	15,7	15,8	15,8	15,9	16,0	16,4	16,7	16,6	
	90	9,0	10,1	10,7	11,4	11,5	12,0	12,3	13,3	14,6	14,7	14,6	15,2	16,0	16,3	17,2	17,3	17,5	17,6	17,6	17,6	17,8	17,9	18,4	18,4	18,4	18,4
	120	11,5	13,0	13,7	13,9	14,0	14,3	14,7	15,5	16,6	16,6	16,8	16,9	17,4	18,1	18,4	19,0	19,3	19,5	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,3	20,5	20,6
2	10	3,2	4,4	5,3	5,4	5,8	6,3	6,4	7,8	9,0	9,4	9,9	11,1	11,9	12,3	12,6	12,9	13,0	13,2	13,5	14,0	14,5	14,5	14,5	14,8	14,9	
	20	2,8	3,4	4,5	5,2	5,5	6,0	6,5	8,2	9,2	9,8	10,6	11,2	12,2	12,5	12,9	13,4	13,7	13,8	14,3	14,7	15,2	15,3	15,3	15,3	15,1	
	30	4,0	5,6	6,8	7,1	7,5	7,7	7,9	9,1	10,0	10,7	11,0	11,9	12,7	13,3	13,6	13,8	14,0	14,2	14,6	15,0	15,5	15,8	15,7	15,7	15,8	
	60	6,2	8,4	9,0	10,0	10,7	10,8	11,0	11,9	12,9	12,9	13,0	13,7	14,3	14,8	15,5	16,3	16,5	16,6	16,8	17,0	17,2	17,6	17,7	17,8	17,9	18,0
	90	8,9	9,7	10,5	11,1	12,3	12,5	12,7	13,7	14,5	14,7	15,2	15,7	16,1	16,5	17,7	17,9	18,0	18,3	18,5	18,7	19,2	19,3	19,5	19,5	19,5	
	120	10,5	13,0	14,0	14,5	14,5	14,6	14,7	15,6	16,8	17,1	17,8	18,0	18,5	19,0	19,5	19,9	20,0	20,2	20,5	20,7	20,9	21,2	21,3	21,3	21,4	
3	10	2,0	3,0	4,3	5,1	5,7	6,2	6,4	8,6	9,5	10,0	10,1	11,0	11,9	12,5	12,7	13,1	13,7	14,2	14,4	14,6	14,7	14,7	14,8	14,9	15,0	
	20	3,1	5,0	5,8	6,4	6,7	7,0	7,2	9,0	9,9	10,3	11,3	11,9	12,3	13,0	13,4	13,9	14,4	14,7	15,0	15,4	15,5	15,5	15,6	15,6		
	30	4,0	5,2	6,5	7,3	7,9	8,4	8,5	9,7	11,2	11,2	11,3	11,8	12,2	13,2	13,5	14,0	14,5	15,3	15,7	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,4	
	60	6,0	7,0	8,1	9,4	10,1	10,7	11,1	12,1	13,0	13,5	13,9	14,6	15,3	15,9	16,3	16,5	17,6	17,6	17,9	18,0	18,0	18,2	18,4	18,3	18,4	18,5
	90	8,8	11,0	12,0	12,4	12,8	13,0	13,2	14,2	15,2	15,3	16,0	16,8	17,0	17,5	18,0	18,6	19,1	19,5	19,6	19,6	19,8	19,9	19,9	19,9	20,0	
	120	11,0	12,6	13,2	13,8	14,3	14,7	15,0	16,1	16,8	17,0	17,0	17,8	18,5	18,9	19,5	20,0	20,7	21,0	21,2	21,2	21,4	21,4	21,4	21,3	21,4	21,4

Apêndice 11. Valores das leituras dos tensiômetros, em cm de Hg, durante drenagem da parcela saturada para determinação de condutividade hidráulica no sistema de preparo do solo com escarificador.

Rep.	Prof. (cm)	0	01	02	03	04	05	06	18	30	54	78	102	126	150	174	198	222	246	270	294	318	342	366	390	414
1	10	2.0	3.8	4.4	4.6	4.9	5.0	5.8	7.0	7.5	7.7	8.7	9.1	9.6	9.9	10.1	10.3	10.4	10.8	11.3	11.7	12.0	12.2	13.2	13.3	13.3
	20	2.9	4.1	4.5	4.6	5.1	5.3	5.7	7.2	7.6	8.0	8.9	9.5	10.1	10.3	10.6	10.7	11.0	11.4	11.9	12.3	12.7	13.3	14.0	14.0	14.0
	30	3.5	4.7	5.3	5.6	5.8	6.3	6.6	7.8	8.0	9.1	9.6	10.2	10.9	11.5	11.8	11.9	11.9	12.4	12.9	13.0	13.4	14.0	14.5	14.5	14.6
	60	6.0	7.2	8.4	8.6	8.9	9.1	9.3	10.6	11.2	11.6	12.0	13.0	13.5	14.0	14.3	14.5	15.1	15.5	15.8	16.0	16.1	16.2	16.6	16.6	16.6
	90	8.8	10.4	11.6	11.7	11.8	12.0	12.6	13.4	14.3	14.4	14.9	15.7	16.3	16.7	17.3	17.5	17.7	18.0	18.3	18.7	19.0	19.2	19.5	19.6	19.6
2	120	10.6	12.4	13.8	13.9	14.1	14.3	14.5	15.6	16.2	16.3	17.0	17.5	18.0	18.4	18.8	19.7	19.8	20.0	20.3	20.6	20.8	21.0	21.2	21.1	20.5
	10	2.1	3.9	5.0	6.0	6.1	6.5	6.6	7.4	7.8	8.2	8.9	9.3	9.8	10.0	10.2	10.4	10.7	11.1	11.4	11.6	11.9	12.2	12.5	12.7	12.8
	20	2.5	4.2	5.9	6.3	6.5	7.1	7.3	8.3	9.2	9.3	9.8	10.6	11.0	11.5	11.7	12.0	12.2	12.4	12.7	13.0	13.1	13.2	13.9	14.2	13.8
	30	3.9	4.5	6.3	6.4	6.4	7.4	7.9	9.3	10.0	10.4	10.4	10.7	12.1	12.9	13.0	13.3	13.5	13.9	14.0	14.2	14.4	14.7	15.0	15.1	15.1
	60	6.0	7.5	9.0	9.4	9.5	10.2	10.5	11.5	12.3	12.6	13.1	14.1	14.6	15.3	15.5	15.7	15.9	16.0	16.1	16.3	16.5	17.0	17.4	17.5	17.7
3	90	8.5	10.9	11.8	11.2	11.7	13.1	13.7	13.1	16.2	14.1	14.7	15.6	16.2	16.5	16.9	17.2	17.5	17.7	18.0	18.2	18.5	18.8	19.3	19.5	19.4
	120	11.0	12.5	14.3	14.4	14.5	15.2	15.4	16.4	17.5	17.0	17.7	18.1	19.0	19.5	19.6	19.8	20.0	20.2	20.3	20.4	20.6	20.8	21.0	21.2	21.1
	10	2.5	4.0	5.8	6.2	6.4	6.4	6.7	7.5	8.3	8.3	8.3	9.3	10.0	10.3	10.5	10.8	11.0	11.0	11.6	12.0	12.4	12.7	13.0	13.5	13.7
	20	3.0	4.3	6.2	6.6	6.8	6.9	7.2	8.1	9.0	9.2	10.3	10.8	11.5	11.9	12.1	12.5	12.8	13.0	13.4	13.7	13.8	14.0	14.2	14.3	14.5
	30	4.0	4.5	6.4	7.1	7.3	7.4	7.7	9.0	9.5	10.4	11.0	11.6	12.0	12.5	12.8	13.5	13.9	14.2	14.5	14.7	14.7	14.8	15.1	15.3	15.5
	60	6.2	7.6	10.4	10.5	10.9	11.2	11.5	12.6	13.1	13.4	13.7	14.1	14.5	15.3	16.4	17.2	17.9	18.0	18.2	18.3	18.4	18.5	19.2	19.5	19.0
	90	8.9	10.8	12.9	12.0	12.2	12.7	13.1	14.0	15.0	15.2	15.8	16.5	17.0	17.3	17.6	18.1	18.5	18.9	19.2	19.4	19.7	20.0	20.1	20.4	20.5
	120	11.2	13.6	14.4	14.4	14.6	14.8	15.0	16.5	17.2	17.6	18.2	18.6	19.1	19.6	20.2	21.5	21.5	21.7	21.9	22.0	22.1	22.2	22.3	22.5	22.6

Apêndice 12. Valores das leituras dos tensiômetros, em cm de Hg, durante drenagem da parcela saturada para determinação de condutividade hidráulica no sistema convencional de preparo do solo.

Rep.	Prof. (cm)	0	01	02	03	04	05	06	18	30	54	78	102	126	150	174	188	222	246	270	284	318	342	366	390	414	
1	10	2,0	2,9	4,0	4,7	5,2	5,4	5,6	6,0	8,4	7,5	7,9	8,7	10,1	10,3	10,5	10,9	11,0	11,2	11,3	11,6	13,5	13,5	13,5	13,7	14,0	
	20	2,9	3,4	4,5	5,0	5,3	5,6	5,8	6,9	8,5	9,0	9,5	10,6	11,2	11,3	11,5	11,8	12,3	12,4	12,6	13,0	14,3	14,5	15,0	15,3	15,4	
	30	3,9	4,3	5,5	6,0	6,4	6,8	7,1	7,8	9,0	10,0	10,4	11,0	11,4	11,9	12,1	12,2	12,6	13,0	13,4	13,9	14,4	14,5	15,0	15,3	15,3	
	60	6,4	8,0	9,1	9,6	10,0	10,5	10,7	11,7	12,1	12,9	13,8	14,5	15,0	15,1	15,2	15,5	15,8	16,3	16,4	16,7	17,5	17,8	18,0	18,3	18,4	
	90	8,8	9,6	10,8	11,6	12,1	12,3	12,5	13,5	14,0	14,7	15,3	16,1	16,5	16,9	17,1	17,3	17,7	18,0	18,3	18,5	18,8	19,0	19,2	19,5	19,7	
	120	11,3	12,5	13,3	13,6	13,9	14,1	14,2	14,7	15,7	16,2	16,8	17,3	17,7	18,0	18,3	18,3	18,5	18,9	19,2	19,5	20,3	20,3	20,5	20,7	20,9	
2	10	2,2	3,5	4,3	5,4	5,8	6,2	6,5	7,5	8,2	9,2	9,9	10,5	11,1	11,4	11,7	12,0	12,3	12,5	12,6	12,9	13,2	13,5	13,7	14,0	14,3	
	20	3,0	4,2	5,2	5,5	6,0	6,4	6,7	7,8	9,2	10,2	11,0	11,8	12,3	12,6	12,7	13,2	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,5	14,8	15,2	
	30	3,8	4,5	5,5	5,8	6,5	7,3	7,5	8,8	10,1	10,4	11,1	11,9	12,3	12,6	12,8	13,0	13,1	13,3	13,4	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	14,0	
	60	6,4	7,5	8,7	10,9	11,2	11,3	11,5	12,5	13,3	13,6	14,4	14,8	15,1	15,4	15,6	15,8	16,1	15,8	15,8	16,6	16,7	17,5	17,7	17,9	17,8	
	90	8,8	9,8	11,0	11,9	13,0	13,2	13,3	13,3	13,3	16,0	14,5	15,1	15,8	17,0	17,2	17,4	17,9	18,5	19,1	19,1	19,3	18,5	19,2	19,4	19,7	19,6
	120	11,4	13,0	14,1	14,5	14,7	14,8	14,9	15,9	17,3	17,0	18,1	18,6	19,4	19,6	20,0	20,7	21,5	21,5	21,5	21,3	21,5	20,6	20,7	21,1	21,3	21,4
3	10	2,1	3,2	5,5	6,1	6,4	6,6	6,9	8,0	8,6	9,7	10,5	11,0	11,5	11,9	12,5	12,7	12,9	13,1	13,3	13,4	13,8	14,3	14,3	15,0	15,3	
	20	3,0	4,5	5,7	6,3	6,7	6,9	7,2	8,4	9,2	10,1	10,8	11,3	12,2	12,7	13,3	13,6	13,9	14,0	14,2	14,4	14,6	14,9	15,3	15,5	16,0	
	30	3,5	4,6	5,2	5,9	6,8	7,3	7,7	9,4	10,6	11,0	11,6	12,4	13,1	13,7	13,9	14,4	14,7	14,9	15,1	15,3	15,5	15,8	16,3	16,3	16,5	
	60	5,0	6,0	8,2	10,5	11,2	11,5	11,7	11,7	13,3	13,5	14,1	14,7	15,7	16,2	17,2	17,4	17,5	17,7	17,7	17,8	17,9	18,1	18,4	18,6	18,7	19,0
	90	9,0	10,0	12,5	13,5	13,8	14,0	14,2	14,6	15,5	16,3	17,1	17,5	18,3	18,3	19,2	19,5	19,8	20,0	20,2	20,5	20,8	20,8	21,0	21,0	11,4	
	120	11,0	12,6	13,8	14,3	15,0	15,2	15,4	16,0	16,8	17,7	18,4	18,7	19,3	20,0	20,4	20,6	21,0	21,2	21,2	21,4	21,7	21,7	22,0	22,1	22,2	

Apêndice 13. Dados utilizados e seqüência de cálculos para determinação da condutividade hidráulica no plantio direto.

DADOS UTILIZADOS:

Prof.	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
Alfa	0.0536/cm	0.1243/cm	0.1002/cm	0.0517/cm	0.0442/cm	0.0599/cm
Eme	0.2411	0.1468	0.2343	0.3224	0.3549	0.2560
Ene	1.3176	1.1720	1.3059	1.4757	1.5501	1.3441
TETAr	0.1850	0.1100	0.2140	0.2290	0.2200	0.1870
TETAs	0.5370	0.5510	0.5510	0.5810	0.6060	0.6040
H cuba	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm

Leitura tensiômetros (cm de ascensão de mercúrio)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	2.4	2.7	4.1	6.1	8.9	11.0
1.0	3.6	4.0	5.3	7.5	10.3	12.9
2.0	4.6	5.0	6.6	8.5	11.1	13.6
3.0	5.1	5.6	7.1	9.6	11.6	14.1
4.0	5.5	6.0	7.5	10.1	12.2	14.3
5.0	6.0	6.4	8.0	10.5	12.5	14.5
6.0	6.2	6.7	8.2	10.8	12.7	14.8
18.0	7.9	8.5	9.3	11.7	13.7	15.7
30.0	8.9	9.3	10.3	12.7	14.8	16.7
54.0	9.5	9.9	10.7	12.9	14.9	17.0
78.0	9.9	10.7	11.1	13.5	15.3	17.2
102.0	10.8	11.3	11.8	14.1	15.9	17.7
126.0	11.7	12.1	12.7	14.8	16.4	18.4
150.0	12.2	12.6	13.1	15.4	16.8	18.8
174.0	12.4	12.9	13.4	16.0	17.6	19.3
198.0	12.7	13.3	13.7	16.1	17.9	19.7
222.0	13.0	13.6	14.1	16.6	18.2	20.1
246.0	13.4	13.8	14.3	16.8	18.5	20.3
270.0	13.7	14.2	14.6	16.9	18.6	20.5
294.0	14.0	14.5	14.9	17.0	18.7	20.6
318.0	14.3	14.8	15.2	17.2	18.9	20.8
342.0	14.4	15.0	15.5	17.4	19.0	20.9
366.0	14.6	15.1	15.6	17.5	19.3	21.0
390.0	14.8	15.3	15.7	17.7	19.3	21.1
414.0	14.9	15.4	15.8	17.7	19.3	21.1

Método Hillel**Potencial mátrico (cca)**

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	-0.0	6.2	-1.2	3.8	-1.2	2.5
1.0	-15.0	-10.0	-16.3	-13.8	-18.8	-21.2
2.0	-27.5	-22.5	-32.5	-26.3	-28.8	-30.0
3.0	-33.8	-30.0	-38.8	-40.0	-35.0	-36.3
4.0	-38.8	-35.0	-43.8	-46.3	-42.5	-38.8
5.0	-45.0	-40.0	-50.0	-51.3	-46.3	-41.3
6.0	-47.5	-43.7	-52.5	-55.0	-48.7	-45.0
18.0	-68.8	-66.3	-66.3	-66.3	-61.2	-56.2
30.0	-81.2	-76.3	-78.8	-78.8	-75.0	-68.8
54.0	-88.8	-83.7	-83.8	-81.2	-76.2	-72.5
78.0	-93.7	-93.8	-88.8	-88.8	-81.3	-75.0

Apêndice 13. Continuação

102.0	-105.0	-101.3	-97.5	-96.3	-88.7	-81.3
126.0	-116.3	-111.3	-108.8	-105.0	-95.0	-90.0
150.0	-122.5	-117.5	-113.8	-112.5	-100.0	-95.0
174.0	-125.0	-121.2	-117.5	-120.0	-110.0	-101.2
198.0	-128.8	-126.3	-121.3	-121.3	-113.7	-106.3
222.0	-132.5	-130.0	-126.3	-127.5	-117.5	-111.3
246.0	-137.5	-132.5	-128.8	-130.0	-121.3	-113.7
270.0	-141.3	-137.5	-132.5	-131.3	-122.5	-116.3
294.0	-145.0	-141.3	-136.3	-132.5	-123.8	-117.5
318.0	-148.8	-145.0	-140.0	-135.0	-126.2	-120.0
342.0	-150.0	-147.5	-143.8	-137.5	-127.5	-121.2
366.0	-152.5	-148.8	-145.0	-138.8	-131.2	-122.5
390.0	-155.0	-151.3	-146.3	-141.3	-131.2	-123.8
414.0	-156.3	-152.5	-147.5	-141.3	-131.2	-123.8

Umidade volumétrica

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	0.537	0.516	0.546	0.571	0.604	0.596
1.0	0.493	0.500	0.477	0.531	0.537	0.521
2.0	0.463	0.466	0.438	0.489	0.501	0.497
3.0	0.451	0.452	0.428	0.456	0.482	0.483
4.0	0.443	0.444	0.422	0.444	0.464	0.478
5.0	0.434	0.438	0.414	0.436	0.455	0.473
6.0	0.431	0.433	0.412	0.430	0.450	0.466
18.0	0.409	0.413	0.399	0.416	0.428	0.449
30.0	0.399	0.406	0.390	0.403	0.410	0.434
54.0	0.393	0.402	0.387	0.400	0.408	0.430
78.0	0.390	0.397	0.384	0.394	0.402	0.428
102.0	0.384	0.393	0.380	0.388	0.395	0.422
126.0	0.378	0.389	0.375	0.382	0.389	0.415
150.0	0.375	0.386	0.373	0.378	0.385	0.411
174.0	0.374	0.385	0.371	0.374	0.377	0.406
198.0	0.372	0.383	0.370	0.373	0.374	0.403
222.0	0.371	0.382	0.368	0.370	0.372	0.400
246.0	0.369	0.381	0.367	0.369	0.369	0.398
270.0	0.367	0.379	0.366	0.368	0.369	0.397
294.0	0.366	0.378	0.364	0.367	0.368	0.396
318.0	0.364	0.377	0.363	0.366	0.366	0.395
342.0	0.364	0.376	0.362	0.365	0.366	0.394
366.0	0.363	0.376	0.362	0.365	0.363	0.394
390.0	0.362	0.375	0.361	0.363	0.363	0.393
414.0	0.362	0.375	0.361	0.363	0.363	0.393

Ajuste à equação TETA = a . tempo^ab

	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
a (1/h)	0.46497	0.46364	0.45224	0.48112	0.50054	0.50498
b	-0.04166	-0.03540	-0.03864	-0.04737	-0.05321	-0.04166
r ²	0.96704	0.93611	0.97736	0.94338	0.96590	0.98853

d(TETA)/dt (1/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.039872	-0.033642	-0.035901	-0.047100	-0.055274	-0.043307
1.5	-0.012696	-0.010786	-0.011470	-0.014904	-0.017378	-0.013790
2.5	-0.007457	-0.006356	-0.006747	-0.008729	-0.010147	-0.008100
3.5	-0.005252	-0.004486	-0.004757	-0.006136	-0.007120	-0.005705
4.5	-0.004043	-0.003458	-0.003664	-0.004716	-0.005464	-0.004391
5.5	-0.003280	-0.002809	-0.002975	-0.003822	-0.004423	-0.003563
12.0	-0.001455	-0.001253	-0.001323	-0.001688	-0.001945	-0.001581
24.0	-0.000707	-0.000611	-0.000644	-0.000817	-0.000937	-0.000768

Apêndice 13. Continuação

42.0	-0.000395	-0.000342	-0.000360	-0.000455	-0.000520	-0.000429
66.0	-0.000246	-0.000214	-0.000225	-0.000283	-0.000323	-0.000268
90.0	-0.000178	-0.000156	-0.000163	-0.000205	-0.000233	-0.000194
114.0	-0.000139	-0.000122	-0.000128	-0.000160	-0.000182	-0.000151
138.0	-0.000114	-0.000100	-0.000105	-0.000131	-0.000148	-0.000124
162.0	-0.000097	-0.000085	-0.000089	-0.000111	-0.000125	-0.000105
186.0	-0.000084	-0.000073	-0.000077	-0.000096	-0.000108	-0.000091
210.0	-0.000074	-0.000065	-0.000068	-0.000084	-0.000095	-0.000080
234.0	-0.000066	-0.000058	-0.000060	-0.000075	-0.000085	-0.000072
258.0	-0.000060	-0.000052	-0.000055	-0.000068	-0.000077	-0.000065
282.0	-0.000054	-0.000048	-0.000050	-0.000062	-0.000070	-0.000059
306.0	-0.000050	-0.000044	-0.000046	-0.000057	-0.000064	-0.000054
330.0	-0.000046	-0.000041	-0.000042	-0.000052	-0.000059	-0.000050
354.0	-0.000043	-0.000038	-0.000039	-0.000049	-0.000055	-0.000047
378.0	-0.000040	-0.000035	-0.000037	-0.000046	-0.000051	-0.000043
402.0	-0.000038	-0.000033	-0.000034	-0.000043	-0.000048	-0.000041

d(TETA)/dt x dz (cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.398718	-0.336421	-0.359014	-1.413010	-1,658223	-1,299223
1.5	-0.126961	-0.107863	-0.114697	-0,447120	-0,521353	-0,413700
2.5	-0.074573	-0,063558	-0,067473	-0,261859	-0,304423	-0,242994
3.5	-0.052525	-0,044861	-0,047572	-0,184084	-0,213586	-0,171151
4.5	-0.040427	-0,034583	-0,036643	-0,141483	-0,163916	-0,131731
5.5	-0.032801	-0,028095	-0,029749	-0,114663	-0,132688	-0,106883
12.0	-0.014553	-0,012526	-0,013230	-0,050647	-0,058342	-0,047421
24.0	-0.007070	-0,006111	-0,006440	-0,024506	-0,028115	-0,023036
42.0	-0.003947	-0,003424	-0,003601	-0,013637	-0,015594	-0,012860
66.0	-0.002465	-0,002144	-0,002252	-0,008494	-0,009688	-0,008031
90.0	-0.001784	-0,001555	-0,001632	-0,006138	-0,006988	-0,005814
114.0	-0.001395	-0,001218	-0,001277	-0,004792	-0,005448	-0,004545
138.0	-0.001143	-0,000999	-0,001047	-0,003923	-0,004455	-0,003725
162.0	-0.000967	-0,000846	-0,000886	-0,003317	-0,003763	-0,003152
186.0	-0.000838	-0,000733	-0,000768	-0,002870	-0,003253	-0,002729
210.0	-0.000738	-0,000647	-0,000677	-0,002527	-0,002863	-0,002405
234.0	-0.000659	-0,000578	-0,000605	-0,002256	-0,002554	-0,002149
258.0	-0.000596	-0,000523	-0,000547	-0,002037	-0,002305	-0,001941
282.0	-0.000543	-0,000477	-0,000498	-0,001856	-0,002099	-0,001769
306.0	-0.000499	-0,000438	-0,000458	-0,001704	-0,001926	-0,001625
330.0	-0.000461	-0,000405	-0,000423	-0,001574	-0,001779	-0,001502
354.0	-0.000428	-0,000377	-0,000393	-0,001463	-0,001652	-0,001396
378.0	-0.000400	-0,000352	-0,000368	-0,001365	-0,001541	-0,001304
402.0	-0.000375	-0,000330	-0,000345	-0,001280	-0,001445	-0,001223

q = Somatório [d(TETA)/dt x dz] (cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.398718	-0.735139	-1.094.153	-2.507.163	-4.165.386	-5.464.609
1.5	-0.126961	-0.234824	-0.349521	-0.796641	-1.317.994	-1.731.694
2.5	-0.074573	-0.138131	-0.205604	-0.467462	-0.771885	-1.014.879
3.5	-0.052525	-0.097386	-0.144958	-0.329043	-0.542629	-0.713780
4.5	-0.040427	-0.075010	-0.111653	-0.253136	-0.417052	-0.548782
5.5	-0.032801	-0.060896	-0.090645	-0.205309	-0.337997	-0.444880
12.0	-0.014553	-0.027079	-0.040309	-0.090957	-0.149299	-0.196720
24.0	-0.007070	-0.013181	-0.019621	-0.044127	-0.072242	-0.095277
42.0	-0.003947	-0.007370	-0.010972	-0.024609	-0.040203	-0.053063
66.0	-0.002465	-0.004609	-0.006861	-0.015355	-0.025043	-0.033074
90.0	-0.001784	-0.003339	-0.004971	-0.011110	-0.018098	-0.023911
114.0	-0.001395	-0.002612	-0.003889	-0.008681	-0.014129	-0.018674
138.0	-0.001143	-0.002142	-0.003189	-0.007112	-0.011567	-0.015292
162.0	-0.000967	-0.001813	-0.002700	-0.006016	-0.009779	-0.012931

Apêndice 13. Continuação

186.0	-0.000838	-0.001571	-0.002339	-0.005209	-0.008462	-0.011191
210.0	-0.000738	-0.001385	-0.002062	-0.004589	-0.007452	-0.009857
234.0	-0.000659	-0.001238	-0.001843	-0.004099	-0.006653	-0.008802
258.0	-0.000596	-0.001118	-0.001665	-0.003702	-0.006007	-0.007948
282.0	-0.000543	-0.001020	-0.001518	-0.003374	-0.005473	-0.007242
306.0	-0.000499	-0.000937	-0.001394	-0.003098	-0.005024	-0.006649
330.0	-0.000461	-0.000866	-0.001289	-0.002863	-0.004642	-0.006144
354.0	-0.000428	-0.000805	-0.001199	-0.002661	-0.004313	-0.005709
378.0	-0.000400	-0.000752	-0.001120	-0.002485	-0.004027	-0.005331
402.0	-0.000375	-0.000706	-0.001050	-0.002331	-0.003775	-0.004998

PSIt (cca)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-17.5	-21.9	-38.8	-65.0	-100.0	-129.4
1.5	-31.2	-36.3	-54.4	-80.0	-113.8	-145.6
2.5	-40.6	-46.3	-65.6	-93.1	-121.9	-153.1
3.5	-46.3	-52.5	-71.3	-103.1	-128.8	-157.5
4.5	-51.9	-57.5	-76.9	-108.8	-134.4	-160.0
5.5	-56.3	-61.9	-81.3	-113.1	-137.5	-163.1
12.0	-68.1	-75.0	-89.4	-120.6	-145.0	-170.6
24.0	-85.0	-91.3	-102.5	-132.5	-158.1	-182.5
42.0	-95.0	-100.0	-111.3	-140.0	-165.6	-190.6
66.0	-101.3	-108.8	-116.3	-145.0	-168.8	-193.8
90.0	-109.4	-117.5	-123.1	-152.5	-175.0	-198.1
114.0	-120.6	-126.3	-133.1	-160.6	-181.9	-205.6
138.0	-129.4	-134.4	-141.3	-168.8	-187.5	-212.5
162.0	-133.8	-139.4	-145.6	-176.3	-195.0	-218.1
186.0	-136.9	-143.8	-149.4	-180.6	-201.9	-223.8
210.0	-140.6	-148.1	-153.8	-184.4	-205.6	-228.8
234.0	-145.0	-151.3	-157.5	-188.8	-209.4	-232.5
258.0	-149.4	-155.0	-160.6	-190.6	-211.9	-235.0
282.0	-153.1	-159.4	-164.4	-191.9	-213.1	-236.9
306.0	-156.9	-163.1	-168.1	-193.8	-215.0	-238.8
330.0	-159.4	-166.3	-171.9	-196.3	-216.9	-240.6
354.0	-161.3	-168.1	-174.4	-198.1	-219.4	-241.9
378.0	-163.8	-170.0	-175.6	-200.0	-221.2	-243.1
402.0	-165.6	-171.9	-176.9	-201.3	-221.2	-243.8

Ajuste à equação PSIT = a + b.z + c.z²

tempo (h)	a (cca)	b (cca/cm)	c (cca/cm ²)	r ²
0.5	-5.6458	-1.00255	-0.00028	0.997
1.5	-20.1642	-0.99683	-0.00041	0.997
2.5	-28.6638	-1.11267	0.00067	0.996
3.5	-32.1793	-1.27356	0.00196	0.996
4.5	-36.7043	-1.33451	0.00259	0.996
5.5	-41.1856	-1.33221	0.00268	0.996
12.0	-55.0612	-1.17362	0.00178	0.998
24.0	-72.9215	-1.03809	0.00103	0.999
42.0	-83.4542	-0.95821	0.00052	0.999
66.0	-91.4054	-0.89011	0.00031	0.999
90.0	-99.5307	-0.89089	0.00057	0.998
114.0	-111.1256	-0.80125	0.00011	0.998
138.0	-120.3086	-0.75826	-0.00006	0.997
162.0	-123.0471	-0.87734	0.00072	0.996
186.0	-125.7418	-0.93317	0.00095	0.997
210.0	-130.2069	-0.90888	0.00072	0.997
234.0	-133.9522	-0.91518	0.00078	0.996
258.0	-138.9362	-0.84217	0.00033	0.997
282.0	-144.2933	-0.75277	-0.00017	0.998
306.0	-148.9089	-0.69809	-0.00043	0.999

Apêndice 13. Continuação

330.0	-151.9540	-0.69820	-0.00033	0.999
354.0	-153.5527	-0.72489	-0.00009	1.000
378.0	-155.6875	-0.71652	-0.00012	0.999
402.0	-158.0188	-0.68156	-0.00028	0.999

d(PSIt)/dz (cca/cm)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-1.008	-1.014	-1.020	-1.037	-1.053	-1.070
1.5	-1.005	-1.013	-1.022	-1.046	-1.071	-1.096
2.5	-1.099	-1.086	-1.072	-1.032	-0.991	-0.951
3.5	-1.234	-1.195	-1.156	-1.038	-0.920	-0.803
4.5	-1.283	-1.231	-1.179	-1.024	-0.868	-0.713
5.5	-1.279	-1.225	-1.172	-1.011	-0.850	-0.690
12.0	-1.138	-1.103	-1.067	-0.960	-0.853	-0.746
24.0	-1.018	-0.997	-0.977	-0.915	-0.853	-0.792
42.0	-0.948	-0.937	-0.927	-0.895	-0.864	-0.832
66.0	-0.884	-0.878	-0.872	-0.853	-0.835	-0.817
90.0	-0.880	-0.868	-0.857	-0.823	-0.789	-0.755
114.0	-0.799	-0.797	-0.795	-0.788	-0.781	-0.775
138.0	-0.759	-0.761	-0.762	-0.766	-0.769	-0.773
162.0	-0.863	-0.849	-0.834	-0.791	-0.749	-0.706
186.0	-0.914	-0.895	-0.876	-0.819	-0.762	-0.705
210.0	-0.894	-0.880	-0.865	-0.822	-0.778	-0.735
234.0	-0.900	-0.884	-0.869	-0.822	-0.775	-0.729
258.0	-0.836	-0.829	-0.822	-0.803	-0.783	-0.763
282.0	-0.756	-0.759	-0.763	-0.773	-0.783	-0.793
306.0	-0.707	-0.715	-0.724	-0.750	-0.775	-0.801
330.0	-0.705	-0.711	-0.718	-0.738	-0.758	-0.778
354.0	-0.727	-0.729	-0.731	-0.736	-0.742	-0.748
378.0	-0.719	-0.721	-0.723	-0.730	-0.737	-0.744
402.0	-0.687	-0.693	-0.698	-0.715	-0.731	-0.748

K (condutividade hidráulica, cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	0.39547	0.72508	1.07319	2.41884	3.95386	5.10482
1.5	0.12632	0.23175	0.34216	0.76147	1.23077	1.58066
2.5	0.06784	0.12723	0.19175	0.45307	0.77864	1.06730
3.5	0.04255	0.08149	0.12542	0.31699	0.58964	0.88944
4.5	0.03152	0.06094	0.09470	0.24729	0.48035	0.76991
5.5	0.02565	0.04971	0.07737	0.20308	0.39748	0.64501
12.0	0.01279	0.02456	0.03778	0.09474	0.17500	0.26363
24.0	0.00695	0.01322	0.02009	0.04823	0.08466	0.12034
42.0	0.00416	0.00786	0.01184	0.02749	0.04655	0.06376
66.0	0.00279	0.00525	0.00787	0.01799	0.02999	0.04050
90.0	0.00203	0.00385	0.00580	0.01350	0.02293	0.03166
114.0	0.00175	0.00328	0.00489	0.01102	0.01808	0.02410
138.0	0.00151	0.00282	0.00419	0.00929	0.01504	0.01979
162.0	0.00112	0.00214	0.00324	0.00760	0.01306	0.01833
186.0	0.00092	0.00176	0.00267	0.00636	0.01110	0.01587
210.0	0.00083	0.00157	0.00238	0.00558	0.00957	0.01341
234.0	0.00073	0.00140	0.00212	0.00499	0.00858	0.01208
258.0	0.00071	0.00135	0.00202	0.00461	0.00767	0.01041
282.0	0.00072	0.00134	0.00199	0.00437	0.00699	0.00914
306.0	0.00071	0.00131	0.00193	0.00413	0.00648	0.00830
330.0	0.00065	0.00122	0.00180	0.00388	0.00612	0.00790
354.0	0.00059	0.00110	0.00164	0.00361	0.00581	0.00764
378.0	0.00056	0.00104	0.00155	0.00340	0.00546	0.00716
402.0	0.00055	0.00102	0.00150	0.00326	0.00516	0.00668

Apêndice 13. Continuação

In[K] (ln[cm/h])							
tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm	
0.5	-0.93	-0.32	0.07	0.88	1.37	1.63	
1.5	-2.07	-1.46	-1.07	-0.27	0.21	0.46	
2.5	-2.69	-2.06	-1.65	-0.79	-0.25	0.07	
3.5	-3.16	-2.51	-2.08	-1.15	-0.53	-0.12	
4.5	-3.46	-2.80	-2.36	-1.40	-0.73	-0.26	
5.5	-3.66	-3.00	-2.56	-1.59	-0.92	-0.44	
12.0	-4.36	-3.71	-3.28	-2.36	-1.74	-1.33	
24.0	-4.97	-4.33	-3.91	-3.03	-2.47	-2.12	
42.0	-5.48	-4.85	-4.44	-3.59	-3.07	-2.75	
66.0	-5.88	-5.25	-4.84	-4.02	-3.51	-3.21	
90.0	-6.20	-5.56	-5.15	-4.31	-3.78	-3.45	
114.0	-6.35	-5.72	-5.32	-4.51	-4.01	-3.73	
138.0	-6.50	-5.87	-5.48	-4.68	-4.20	-3.92	
162.0	-6.79	-6.15	-5.73	-4.88	-4.34	-4.00	
186.0	-7.00	-6.35	-5.93	-5.06	-4.50	-4.14	
210.0	-7.10	-6.45	-6.04	-5.19	-4.65	-4.31	
234.0	-7.22	-6.57	-6.16	-5.30	-4.76	-4.42	
258.0	-7.25	-6.61	-6.20	-5.38	-4.87	-4.56	
282.0	-7.24	-6.61	-6.22	-5.43	-4.96	-4.70	
306.0	-7.26	-6.64	-6.25	-5.49	-5.04	-4.79	
330.0	-7.33	-6.71	-6.32	-5.55	-5.10	-4.84	
354.0	-7.44	-6.81	-6.41	-5.62	-5.15	-4.87	
378.0	-7.49	-6.87	-6.47	-5.68	-5.21	-4.94	
402.0	-7.51	-6.89	-6.50	-5.73	-5.27	-5.01	

Umidade volumétrica							
tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm	
0.5	0.515	0.508	0.511	0.551	0.571	0.558	
1.5	0.478	0.483	0.458	0.510	0.519	0.509	
2.5	0.457	0.459	0.433	0.472	0.492	0.490	
3.5	0.447	0.448	0.425	0.450	0.473	0.480	
4.5	0.439	0.441	0.418	0.440	0.460	0.475	
5.5	0.433	0.436	0.413	0.433	0.453	0.470	
12.0	0.420	0.423	0.405	0.423	0.439	0.458	
24.0	0.404	0.410	0.395	0.409	0.419	0.442	
42.0	0.396	0.404	0.389	0.402	0.409	0.432	
66.0	0.392	0.399	0.386	0.397	0.405	0.429	
90.0	0.387	0.395	0.382	0.391	0.399	0.425	
114.0	0.381	0.391	0.377	0.385	0.392	0.418	
138.0	0.376	0.388	0.374	0.380	0.387	0.413	
162.0	0.374	0.386	0.372	0.376	0.381	0.409	
186.0	0.373	0.384	0.370	0.373	0.376	0.405	
210.0	0.371	0.382	0.369	0.371	0.373	0.402	
234.0	0.370	0.381	0.367	0.369	0.371	0.399	
258.0	0.368	0.380	0.366	0.368	0.369	0.398	
282.0	0.366	0.379	0.365	0.368	0.368	0.397	
306.0	0.365	0.377	0.364	0.367	0.367	0.396	
330.0	0.364	0.376	0.363	0.366	0.366	0.395	
354.0	0.363	0.376	0.362	0.365	0.365	0.394	
378.0	0.363	0.375	0.361	0.364	0.363	0.393	
402.0	0.362	0.375	0.361	0.363	0.363	0.393	

Regressão linear: $\ln(K) = \text{gama} \cdot (\text{Umidade} - \text{UmidadeSat}) + \ln(K_0)$

gama	46.7762	52.5370	52.0055	39.0911	35.7123	46.0513
K_0 (cm/h)	2.3254	13.2814	41.2989	23.7545	41.0458	147.8826
r^2	0.9834	0.9768	0.9271	0.9366	0.9602	0.9616

Apêndice 14. Dados utilizados e seqüência de cálculos para determinação da condutividade hidráulica no sistema de preparo do solo com escarificador.

DADOS UTILIZADOS

Prof.	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
Alfa	0.0616/cm	0.2321/cm	0.1254/cm	0.0746/cm	0.0555/cm	0.0515/cm
Eme	0.2797	0.1487	0.2279	0.3725	0.3445	0.3410
Ene	13.884	11.747	12.951	15.937	15.256	15.175
TETAr	0.1950	0.1570	0.2240	0.2080	0.1960	0.2040
TETAs	0.5760	0.5580	0.5620	0.6370	0.6020	0.6090
H cuba	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm

Leitura tensiômetros (cm de ascensão de mercúrio)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	2.1	3.0	3.7	5.9	8.9	11.2
1.0	3.2	4.0	4.5	7.2	9.8	12.7
2.0	4.6	5.1	5.4	8.7	11.4	13.7
3.0	5.4	5.6	5.9	10.3	12.3	14.1
4.0	5.8	6.0	6.6	10.8	13.0	14.5
5.0	6.1	6.3	7.1	11.1	13.2	14.7
6.0	6.3	6.6	7.4	11.3	13.3	14.8
18.0	7.2	7.7	8.7	12.0	13.8	15.5
30.0	8.4	9.0	9.9	12.9	15.2	16.6
54.0	8.8	9.8	10.5	13.3	15.2	17.0
78.0	9.4	10.4	11.0	14.1	15.7	17.8
102.0	10.1	11.2	11.8	14.7	16.5	18.2
126.0	10.9	11.9	12.3	15.3	17.3	18.6
150.0	11.2	12.2	12.7	15.6	17.5	19.2
174.0	11.6	12.5	12.9	16.0	17.9	19.6
198.0	11.9	12.9	13.2	16.2	18.2	19.9
222.0	12.1	13.2	13.5	16.5	18.7	20.3
246.0	12.3	13.3	13.7	16.6	19.0	20.5
270.0	12.4	13.5	14.0	16.7	19.2	20.6
294.0	12.6	13.7	14.2	17.1	19.4	20.8
318.0	13.5	14.3	14.5	17.4	19.4	20.9
342.0	13.8	14.5	14.6	17.9	19.7	20.9
366.0	13.8	14.9	15.0	18.1	19.9	21.2
390.0	14.2	15.2	15.1	18.3	20.1	21.4
414.0	14.5	15.5	15.3	18.4	20.1	21.5

Método Hillel

Potencial mátrico (cca)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	3.8	2.5	3.7	6.2	-1.2	0.0
1.0	-10.0	-10.0	-6.3	-10.0	-12.5	-18.7
2.0	-27.5	-23.7	-17.5	-28.7	-32.5	-31.2
3.0	-37.5	-30.0	-23.8	-48.8	-43.8	-36.3
4.0	-42.5	-35.0	-32.5	-55.0	-52.5	-41.3
5.0	-46.3	-38.8	-38.8	-58.8	-55.0	-43.7
6.0	-48.8	-42.5	-42.5	-61.3	-56.3	-45.0
18.0	-60.0	-56.2	-58.7	-70.0	-62.5	-53.8
30.0	-75.0	-72.5	-73.7	-81.2	-80.0	-67.5
54.0	-80.0	-82.5	-81.3	-86.3	-80.0	-72.5
78.0	-87.5	-90.0	-87.5	-96.3	-86.3	-82.5

Apêndice 14. Continuação

102.0	-96.3	-100.0	-97.5	-103.8	-96.3	-87.5
126.0	-106.2	-108.7	-103.8	-111.3	-106.2	-92.5
150.0	-110.0	-112.5	-108.8	-115.0	-108.8	-100.0
174.0	-115.0	-116.3	-111.2	-120.0	-113.7	-105.0
198.0	-118.7	-121.2	-115.0	-122.5	-117.5	-108.7
222.0	-121.3	-125.0	-118.8	-126.3	-123.8	-113.7
246.0	-123.8	-126.3	-121.3	-127.5	-127.5	-116.3
270.0	-125.0	-128.8	-125.0	-128.8	-130.0	-117.5
294.0	-127.5	-131.3	-127.5	-133.8	-132.5	-120.0
318.0	-138.8	-138.8	-131.3	-137.5	-132.5	-121.2
342.0	-142.5	-141.3	-132.5	-143.8	-136.3	-121.2
366.0	-142.5	-146.3	-137.5	-146.3	-138.8	-125.0
390.0	-147.5	-150.0	-138.8	-148.7	-141.3	-127.5
414.0	-151.3	-153.8	-141.3	-150.0	-141.3	-128.8

Umidade volumétrica

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	0.563	0.534	0.538	0.597	0.600	0.609
1.0	0.534	0.487	0.522	0.566	0.543	0.527
2.0	0.473	0.449	0.474	0.456	0.461	0.481
3.0	0.450	0.439	0.457	0.399	0.431	0.466
4.0	0.441	0.432	0.440	0.387	0.414	0.454
5.0	0.434	0.427	0.430	0.381	0.409	0.448
6.0	0.430	0.423	0.425	0.377	0.407	0.445
18.0	0.415	0.411	0.408	0.365	0.397	0.428
30.0	0.399	0.401	0.397	0.352	0.375	0.407
54.0	0.394	0.395	0.392	0.347	0.375	0.400
78.0	0.388	0.392	0.389	0.339	0.369	0.389
102.0	0.382	0.388	0.384	0.334	0.360	0.384
126.0	0.375	0.384	0.381	0.329	0.352	0.379
150.0	0.373	0.383	0.379	0.326	0.350	0.373
174.0	0.370	0.382	0.378	0.323	0.347	0.369
198.0	0.368	0.380	0.377	0.322	0.345	0.366
222.0	0.367	0.379	0.375	0.320	0.341	0.363
246.0	0.365	0.379	0.374	0.320	0.339	0.361
270.0	0.365	0.378	0.373	0.319	0.337	0.360
294.0	0.363	0.377	0.372	0.316	0.338	0.359
318.0	0.358	0.375	0.371	0.315	0.336	0.358
342.0	0.357	0.374	0.371	0.312	0.334	0.358
366.0	0.357	0.373	0.369	0.311	0.333	0.356
390.0	0.355	0.372	0.369	0.310	0.332	0.354
414.0	0.353	0.371	0.368	0.309	0.332	0.353

Ajuste à equação TETA = a . tempo^b

	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
a (1/h)	0.47661	0.45824	0.46878	0.45302	0.47007	0.49304
b	-0.04845	-0.03531	-0.04112	-0.06519	-0.05888	-0.05506
r ²	0.93649	0.97254	0.91806	0.87839	0.93644	0.97931

d(TETA)/dt (1/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.047758	-0.033164	-0.039662	-0.061797	-0.057665	-0.056405
1.5	-0.015094	-0.010634	-0.012637	-0.019175	-0.018018	-0.017698
2.5	-0.008835	-0.006266	-0.007425	-0.011128	-0.010490	-0.010324
3.5	-0.006209	-0.004423	-0.005230	-0.007776	-0.007346	-0.007239
4.5	-0.004771	-0.003410	-0.004026	-0.005950	-0.005630	-0.005553
5.5	-0.003865	-0.002770	-0.003267	-0.004805	-0.004552	-0.004494
12.0	-0.001706	-0.001235	-0.001450	-0.002093	-0.001993	-0.001973
24.0	-0.000825	-0.000603	-0.000705	-0.001000	-0.000956	-0.000950

Apêndice 14. Continuação

42.0	-0.000459	-0.000338	-0.000394	-0.000551	-0.000529	-0.000526
66.0	-0.000286	-0.000211	-0.000246	-0.000341	-0.000328	-0.000327
90.0	-0.000206	-0.000153	-0.000178	-0.000245	-0.000236	-0.000235
114.0	-0.000161	-0.000120	-0.000139	-0.000190	-0.000184	-0.000183
138.0	-0.000132	-0.000099	-0.000114	-0.000155	-0.000150	-0.000150
162.0	-0.000111	-0.000083	-0.000097	-0.000131	-0.000127	-0.000127
186.0	-0.000096	-0.000072	-0.000084	-0.000113	-0.000109	-0.000109
210.0	-0.000085	-0.000064	-0.000074	-0.000099	-0.000096	-0.000096
234.0	-0.000076	-0.000057	-0.000066	-0.000088	-0.000086	-0.000086
258.0	-0.000068	-0.000052	-0.000059	-0.000080	-0.000077	-0.000078
282.0	-0.000062	-0.000047	-0.000054	-0.000072	-0.000070	-0.000071
306.0	-0.000057	-0.000043	-0.000050	-0.000066	-0.000065	-0.000065
330.0	-0.000053	-0.000040	-0.000046	-0.000061	-0.000060	-0.000060
354.0	-0.000049	-0.000037	-0.000043	-0.000057	-0.000055	-0.000056
378.0	-0.000046	-0.000035	-0.000040	-0.000053	-0.000052	-0.000052
402.0	-0.000043	-0.000033	-0.000037	-0.000050	-0.000048	-0.000049

d(TETA)/dt x dz (cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.477580	-0.331636	-0.396623	-1.853.896	-1.729.960	-1.692.165
1.5	-0.150942	-0.106339	-0.126369	-0.575254	-0.540531	-0.530947
2.5	-0.088351	-0.062663	-0.074245	-0.333847	-0.314708	-0.309733
3.5	-0.062088	-0.044231	-0.052304	-0.233289	-0.220382	-0.217177
4.5	-0.047706	-0.034098	-0.040263	-0.178498	-0.168890	-0.166594
5.5	-0.038655	-0.027701	-0.032671	-0.144146	-0.136560	-0.134807
12.0	-0.017060	-0.012351	-0.014502	-0.062791	-0.059780	-0.059188
24.0	-0.008248	-0.006026	-0.007047	-0.030008	-0.028694	-0.028486
42.0	-0.004587	-0.003376	-0.003935	-0.016533	-0.015865	-0.015784
66.0	-0.002856	-0.002115	-0.002458	-0.010216	-0.009831	-0.009797
90.0	-0.002063	-0.001534	-0.001780	-0.007342	-0.007079	-0.007063
114.0	-0.001610	-0.001201	-0.001392	-0.005707	-0.005511	-0.005504
138.0	-0.001318	-0.000985	-0.001141	-0.004656	-0.004502	-0.004499
162.0	-0.001114	-0.000835	-0.000965	-0.003925	-0.003799	-0.003799
186.0	-0.000964	-0.000723	-0.000836	-0.003388	-0.003282	-0.003284
210.0	-0.000849	-0.000638	-0.000737	-0.002977	-0.002886	-0.002889
234.0	-0.000758	-0.000570	-0.000658	-0.002653	-0.002574	-0.002577
258.0	-0.000684	-0.000515	-0.000595	-0.002391	-0.002321	-0.002325
282.0	-0.000623	-0.000470	-0.000542	-0.002175	-0.002112	-0.002117
306.0	-0.000572	-0.000432	-0.000498	-0.001994	-0.001937	-0.001942
330.0	-0.000528	-0.000400	-0.000460	-0.001840	-0.001788	-0.001793
354.0	-0.000491	-0.000372	-0.000428	-0.001707	-0.001660	-0.001665
378.0	-0.000458	-0.000347	-0.000399	-0.001592	-0.001549	-0.001554
402.0	-0.000430	-0.000326	-0.000375	-0.001491	-0.001451	-0.001456

q = Somatório [d(TETA)/dt x dz] (cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.477580	-0.809216	1.205839	-3.059735	-4.789696	-6.481860
1.5	-0.150942	-0.257281	-0.383650	-0.958904	-1.499434	-2.030381
2.5	-0.088351	-0.151014	-0.225260	-0.559107	-0.873815	-1.183548
3.5	-0.062088	-0.106318	-0.158622	-0.391911	-0.612292	-0.829469
4.5	-0.047706	-0.081804	-0.122066	-0.300564	-0.469455	-0.636049
5.5	-0.038655	-0.066356	-0.099027	-0.243173	-0.379733	-0.514539
12.0	-0.017060	-0.029411	-0.043913	-0.106703	-0.166483	-0.225671
24.0	-0.008248	-0.014274	-0.021322	-0.051330	-0.080024	-0.108510
42.0	-0.004587	-0.007963	-0.011899	-0.028432	-0.044297	-0.060081
66.0	-0.002856	-0.004970	-0.007429	-0.017644	-0.027475	-0.037273
90.0	-0.002063	-0.003597	-0.005377	-0.012718	-0.019797	-0.026860
114.0	-0.001610	-0.002811	-0.004203	-0.009910	-0.015421	-0.020925
138.0	-0.001318	-0.002303	-0.003444	-0.008100	-0.012602	-0.017101
162.0	-0.001114	-0.001949	-0.002914	-0.006839	-0.010638	-0.014437

Apêndice 14. Continuação

186.0	-0.000364	-0.001687	-0.002523	-0.005911	-0.009193	-0.012477
210.0	-0.000849	-0.001487	-0.002223	-0.005201	-0.008087	-0.010976
234.0	-0.000758	-0.001328	-0.001986	-0.004639	-0.007213	-0.009790
258.0	-0.000684	-0.001199	-0.001794	-0.004185	-0.006506	-0.008831
282.0	-0.000623	-0.001093	-0.001635	-0.003810	-0.005922	-0.008039
306.0	-0.000572	-0.001004	-0.001502	-0.003495	-0.005433	-0.007375
330.0	-0.000528	-0.000928	-0.001388	-0.003228	-0.005016	-0.006809
354.0	-0.000491	-0.000862	-0.001290	-0.002997	-0.004657	-0.006323
378.0	-0.000458	-0.000805	-0.001205	-0.002797	-0.004346	-0.005899
402.0	-0.000430	-0.000755	-0.001130	-0.002621	-0.004072	-0.005528

PSit (cca)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-13.1	-23.8	-31.3	-61.9	-96.9	-129.4
1.5	-28.8	-36.9	-41.9	-79.4	-112.5	-145.0
2.5	-42.5	-46.9	-50.6	-98.8	-128.1	-153.8
3.5	-50.0	-52.5	-58.1	-111.9	-138.1	-158.8
4.5	-54.4	-56.9	-65.6	-116.9	-143.8	-162.5
5.5	-57.5	-60.6	-70.6	-120.0	-145.6	-164.4
12.0	-84.4	-69.4	-80.6	-125.6	-149.4	-169.4
24.0	-77.5	-84.4	-96.2	-135.6	-161.3	-180.6
42.0	-87.5	-97.5	-107.5	-143.8	-170.0	-190.0
66.0	-93.8	-106.3	-114.4	-151.3	-173.1	-197.5
90.0	-101.9	-115.0	-122.5	-160.0	-181.3	-205.0
114.0	-111.3	-124.4	-130.6	-167.5	-191.3	-210.0
138.0	-118.1	-130.6	-136.3	-173.1	-197.5	-216.3
162.0	-122.5	-134.4	-140.0	-177.5	-201.3	-222.5
186.0	-126.9	-138.8	-143.1	-181.3	-205.6	-226.9
210.0	-130.0	-143.1	-146.9	-184.4	-210.6	-231.3
234.0	-132.5	-145.6	-150.0	-186.9	-215.6	-235.0
258.0	-134.4	-147.5	-153.1	-188.1	-218.8	-236.9
282.0	-136.3	-150.0	-156.3	-191.3	-221.3	-238.8
306.0	-143.1	-155.0	-159.4	-195.6	-222.5	-240.6
330.0	-150.6	-160.0	-161.9	-200.6	-224.4	-241.3
354.0	-152.5	-163.8	-165.0	-205.0	-227.5	-243.1
378.0	-155.0	-168.1	-168.1	-207.5	-230.0	-246.3
402.0	-159.4	-171.9	-170.0	-209.4	-231.3	-248.1

Ajuste à equação PSIT = a + b.z + c.z²

tempo (h)	a (cca)	b (cca/cm)	c (cca/cm ²)	r ²
0.5	-3,9142	-0.91295	-0.00115	0.999
1.5	-16,8655	-0.95915	-0.00097	0.997
2.5	-24,0084	-1.24427	0.00124	0.986
3.5	-27,0097	-1.50761	0.00328	0.978
4.5	-31,0592	-1.57694	0.00388	0.982
5.5	-34,8828	-1.57921	0.00406	0.985
12.0	-44,1931	-1.51753	0.00390	0.991
24.0	-59,7147	-1.43809	0.00354	0.996
42.0	-72,3460	-1.35316	0.00307	0.998
66.0	-80,7887	-1.28554	0.00264	0.998
90.0	-88,8079	-1.30834	0.00287	0.997
114.0	-97,3415	-1.34052	0.00332	0.997
138.0	-104,2484	-1.30396	0.00305	0.997
162.0	-108,9319	-1.26043	0.00260	0.997
186.0	-113,3417	-1.23671	0.00239	0.995
210.0	-116,8284	-1.24382	0.00237	0.996
234.0	-118,8926	-1.27397	0.00248	0.996
258.0	-120,7738	-1.28807	0.00258	0.996
282.0	-122,4551	-1.33574	0.00297	0.997
306.0	-129,4360	-1.24220	0.00256	0.995

Apêndice 14. Continuação

	330.0	-136,0648	-1.18074	0.00245	0.989	
	354.0	-137,6431	-1.26405	0.00313	0.989	
	378.0	-141,2791	-1,24009	0.00298	0.989	
	402.0	-146,3306	-1,14703	0.00242	0.985	
d(PSit)/dz (cca/cm)						
tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.936	-0.959	-0.982	-1.050	-1.119	-1.188
1.5	-0.979	-0.998	-1.017	-1.075	-1.134	-1.192
2.5	-1.220	-1.195	-1.170	-1.096	-1.022	-0.947
3.5	-1.442	-1.376	-1.311	-1.114	-0.917	-0.720
4.5	-1.499	-1.422	-1.344	-1.111	-0.878	-0.645
5.5	-1.498	-1.417	-1.336	-1.092	-0.848	-0.604
12.0	-1.440	-1.362	-1.284	-1.050	-0.816	-0.582
24.0	-1.367	-1.297	-1.226	-1.014	-0.802	-0.590
42.0	-1.292	-1.230	-1.169	-0.985	-0.801	-0.617
66.0	-1.233	-1.180	-1.127	-0.968	-0.810	-0.651
90.0	-1.251	-1.193	-1.136	-0.964	-0.791	-0.619
114.0	-1.274	-1.208	-1.141	-0.942	-0.742	-0.543
138.0	-1.243	-1.182	-1.121	-0.938	-0.755	-0.572
162.0	-1.206	-1.157	-1.105	-0.949	-0.793	-0.637
186.0	-1.189	-1.141	-1.093	-0.950	-0.807	-0.664
210.0	-1.196	-1.149	-1.102	-0.959	-0.817	-0.675
234.0	-1.224	-1.175	-1.125	-0.977	-0.828	-0.679
258.0	-1.236	-1.185	-1.133	-0.978	-0.824	-0.669
282.0	-1.276	-1.217	-1.157	-0.979	-0.800	-0.622
306.0	-1.191	-1.140	-1.089	-0.935	-0.782	-0.629
330.0	-1.132	-1.083	-1.034	-0.887	-0.740	-0.594
354.0	-1.201	-1.139	-1.076	-0.888	-0.700	-0.512
378.0	-1.181	-1.121	-1.061	-0.883	-0.704	-0.525
402.0	-1.099	-1.050	-1.002	-0.857	-0.712	-0.567
K (condutividade hidráulica, cm/h)						
tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	0.51032	0.84403	1.22837	2.91301	4.28004	5.45710
1.5	0.15425	0.25781	0.37712	0.89159	1.32264	1.70356
2.5	0.07245	0.12640	0.19253	0.51025	0.85542	1.24946
3.5	0.04306	0.07724	0.12101	0.35179	0.66753	1.15131
4.5	0.03182	0.05754	0.09082	0.27050	0.53454	0.98559
5.5	0.02580	0.04684	0.07415	0.22272	0.44771	0.85119
12.0	0.01185	0.02160	0.03421	0.10164	0.20405	0.38774
24.0	0.00603	0.01101	0.01739	0.05063	0.09982	0.18407
42.0	0.00355	0.00647	0.01018	0.02886	0.05531	0.09740
66.0	0.00232	0.00421	0.00659	0.01822	0.03394	0.05726
90.0	0.00165	0.00301	0.00473	0.01320	0.02501	0.04339
114.0	0.00126	0.00233	0.00368	0.01052	0.02078	0.03856
138.0	0.00106	0.00195	0.00307	0.00864	0.01670	0.02992
162.0	0.00092	0.00168	0.00264	0.00721	0.01341	0.02266
186.0	0.00081	0.00148	0.00231	0.00622	0.01139	0.01880
210.0	0.00071	0.00129	0.00202	0.00542	0.00990	0.01626
234.0	0.00062	0.00113	0.00176	0.00475	0.00871	0.01441
258.0	0.00055	0.00101	0.00158	0.00428	0.00790	0.01320
282.0	0.00049	0.00090	0.00141	0.00389	0.00740	0.01292
306.0	0.00048	0.00088	0.00138	0.00374	0.00695	0.01173
330.0	0.00047	0.00086	0.00134	0.00364	0.00678	0.01147
354.0	0.00041	0.00076	0.00120	0.00337	0.00665	0.01234
378.0	0.00039	0.00072	0.00114	0.00317	0.00617	0.01123
402.0	0.00039	0.00072	0.00113	0.00306	0.00572	0.00976

Apêndice 14. Continuação

ln[K] (ln[cm/h])						
tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.67	-0.17	0.21	1.07	1.45	1.70
1.5	-1.87	-1.36	-0.98	-0.11	0.28	0.53
2.5	-2.62	-2.07	-1.65	-0.67	-0.16	0.22
3.5	-3.15	-2.56	-2.11	-1.04	-0.40	0.14
4.5	-3.45	-2.86	-2.40	-1.31	-0.63	-0.01
5.5	-3.66	-3.06	-2.60	-1.50	-0.80	-0.16
12.0	-4.44	-3.84	-3.38	-2.29	-1.59	-0.95
24.0	-5.11	-4.51	-4.05	-2.98	-2.30	-1.69
42.0	-5.64	-5.04	-4.59	-3.55	-2.89	-2.33
66.0	-6.07	-5.47	-5.02	-4.01	-3.38	-2.86
90.0	-6.41	-5.80	-5.35	-4.33	-3.69	-3.14
114.0	-6.67	-6.06	-5.60	-4.55	-3.87	-3.26
138.0	-6.85	-6.24	-5.79	-4.75	-4.09	-3.51
162.0	-6.99	-6.39	-5.94	-4.93	-4.31	-3.79
186.0	-7.12	-6.52	-6.07	-5.08	-4.47	-3.97
210.0	-7.25	-6.65	-6.21	-5.22	-4.62	-4.12
234.0	-7.39	-6.79	-6.34	-5.35	-4.74	-4.24
258.0	-7.50	-6.90	-6.45	-5.45	-4.84	-4.33
282.0	-7.62	-7.01	-6.56	-5.55	-4.91	-4.35
306.0	-7.64	-7.03	-6.59	-5.59	-4.97	-4.45
330.0	-7.67	-7.06	-6.61	-5.62	-4.99	-4.47
354.0	-7.80	-7.19	-6.73	-5.69	-5.01	-4.40
378.0	-7.85	-7.24	-6.78	-5.75	-5.09	-4.49
402.0	-7.85	-7.24	-6.79	-5.79	-5.16	-4.63

Umidade volumétrica

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	0.549	0.510	0.530	0.582	0.572	0.568
1.5	0.504	0.468	0.498	0.511	0.502	0.504
2.5	0.462	0.444	0.465	0.427	0.446	0.473
3.5	0.445	0.435	0.448	0.393	0.422	0.460
4.5	0.437	0.430	0.435	0.384	0.411	0.451
5.5	0.432	0.425	0.428	0.379	0.408	0.446
12.0	0.423	0.417	0.417	0.371	0.402	0.436
24.0	0.407	0.406	0.403	0.358	0.386	0.417
42.0	0.396	0.398	0.395	0.350	0.375	0.403
66.0	0.391	0.394	0.391	0.343	0.372	0.394
90.0	0.385	0.390	0.387	0.336	0.364	0.386
114.0	0.378	0.386	0.383	0.331	0.356	0.381
138.0	0.374	0.384	0.380	0.327	0.351	0.376
162.0	0.371	0.382	0.379	0.325	0.349	0.371
186.0	0.369	0.381	0.377	0.323	0.346	0.367
210.0	0.367	0.380	0.376	0.321	0.343	0.364
234.0	0.366	0.379	0.375	0.320	0.340	0.362
258.0	0.365	0.378	0.374	0.319	0.338	0.361
282.0	0.364	0.378	0.373	0.318	0.337	0.359
306.0	0.361	0.376	0.372	0.316	0.336	0.358
330.0	0.358	0.375	0.371	0.313	0.335	0.358
354.0	0.357	0.374	0.370	0.312	0.333	0.357
378.0	0.356	0.373	0.369	0.310	0.332	0.355
402.0	0.354	0.372	0.368	0.310	0.332	0.354

Regressão linear: $\ln(K) = \text{gama} \cdot (\text{Umidade} - \text{UmidadeSat}) + \ln(K_0)$

	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
gama	41,7077	59,2054	46,7026	28,6767	32,4957	34,8198
K₀ (cm/h)	4,8912	58,0853	14,5846	71,2231	61,6564	97,6086
r²	0,9599	0,9498	0,9407	0,8215	0,8753	0,9394

Apêndice 15. Dados utilizados e seqüência de cálculos para determinação da condutividade hidráulica no sistema convencional de preparo do solo.

DADOS UTILIZADOS

Prof.	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
Alfa	0.0712/cm	0.0702/cm	0.0923/cm	0.0476/cm	0.0457/cm	0.0490/cm
Eme	0.3159	0.2197	0.2520	0.4401	0.3929	0.4060
Ene	14.617	12.815	13.368	17.860	16.471	16.836
TETAr	0.2020	0.1870	0.2220	0.2320	0.2250	0.2090
TETAs	0.5880	0.5420	0.5610	0.6130	0.6150	0.6300
H cuba	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	20.0 cm

Leitura tensiômetros (cm de ascensão de mercúrio)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	2.2	2.8	3.8	6.1	8.7	11.0
1.0	3.9	4.2	4.6	7.4	10.7	12.8
2.0	5.1	5.5	6.0	9.3	12.1	14.2
3.0	5.6	5.8	6.4	9.5	11.6	14.2
4.0	5.8	6.1	6.5	9.8	11.9	14.4
5.0	6.0	6.4	7.0	10.2	12.6	14.8
6.0	6.4	6.7	7.4	10.4	13.1	15.0
18.0	7.3	7.9	8.7	11.6	13.5	16.2
30.0	7.9	8.6	9.2	12.2	15.2	17.0
54.0	8.1	8.8	10.0	12.5	14.6	17.0
78.0	9.0	9.7	10.3	12.9	15.1	17.6
102.0	9.5	10.3	10.8	13.7	15.9	18.1
126.0	9.9	10.9	11.7	14.2	16.5	18.7
150.0	10.1	11.2	12.3	14.9	16.8	19.2
174.0	10.4	11.5	12.5	15.4	17.3	19.5
198.0	10.6	11.7	12.9	15.8	17.6	20.3
222.0	10.7	12.0	13.1	16.3	17.9	20.4
246.0	11.2	12.3	13.5	16.5	18.2	20.6
270.0	11.6	12.7	13.8	16.7	18.5	20.8
294.0	11.9	13.0	14.0	16.9	18.8	21.0
318.0	12.2	13.2	14.2	17.0	19.1	21.2
342.0	12.5	13.5	14.5	17.2	19.3	21.3
366.0	13.1	14.0	14.9	17.7	19.6	21.5
390.0	13.2	14.2	15.0	17.9	19.8	21.6
414.0	13.3	14.2	15.1	17.9	19.8	21.6

Método Hillel**Potencial mátrico (cca)**

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	2.5	5.0	2.5	3.8	1.3	2.5
1.0	-18.8	-12.5	-7.5	-12.5	-23.7	-20.0
2.0	-33.8	-28.8	-25.0	-36.3	-41.3	-37.5
3.0	-40.0	-32.5	-30.0	-38.8	-35.0	-37.5
4.0	-42.5	-36.3	-31.3	-42.5	-38.7	-40.0
5.0	-45.0	-40.0	-37.5	-47.5	-47.5	-45.0
6.0	-50.0	-43.7	-42.5	-50.0	-53.8	-47.5
18.0	-61.3	-58.8	-58.7	-65.0	-58.8	-62.5
30.0	-68.8	-67.5	-65.0	-72.5	-80.0	-72.5
54.0	-71.3	-70.0	-75.0	-76.3	-72.5	-72.5
78.0	-82.5	-81.3	-78.8	-81.2	-78.8	-80.0

Apêndice 15. Continuação

ln[K] (ln[cm/h])						
tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.70	-0.18	0.22	1.14	1.53	1.83
1.5	-1.91	-1.38	-0.98	-0.06	0.34	0.65
2.5	-2.46	-1.92	-1.51	-0.58	-0.16	0.16
3.5	-2.73	-2.19	-1.80	-0.90	-0.50	-0.20
4.5	-3.08	-2.53	-2.12	-1.18	-0.75	-0.41
5.5	-3.36	-2.79	-2.37	-1.41	-0.94	-0.57
12.0	-4.14	-3.58	-3.16	-2.22	-1.76	-1.40
24.0	-4.92	-4.35	-3.92	-2.97	-2.50	-2.13
42.0	-5.55	-4.97	-4.54	-3.57	-3.06	-2.65
66.0	-5.90	-5.33	-4.91	-3.99	-3.53	-3.18
90.0	-6.19	-5.62	-5.21	-4.31	-3.86	-3.53
114.0	-6.53	-5.94	-5.51	-4.57	-4.08	-3.69
138.0	-6.80	-6.20	-5.76	-4.78	-4.25	-3.81
162.0	-7.06	-6.45	-5.99	-4.98	-4.39	-3.87
186.0	-7.23	-6.62	-6.17	-5.15	-4.56	-4.06
210.0	-7.41	-6.79	-6.34	-5.31	-4.70	-4.16
234.0	-7.55	-6.93	-6.47	-5.41	-4.77	-4.18
258.0	-7.61	-6.99	-6.53	-5.49	-4.87	-4.30
282.0	-7.68	-7.06	-6.61	-5.58	-4.96	-4.41
306.0	-7.75	-7.13	-6.68	-5.66	-5.05	-4.52
330.0	-7.81	-7.19	-6.74	-5.72	-5.12	-4.60
354.0	-7.87	-7.25	-6.79	-5.77	-5.16	-4.62
378.0	-7.94	-7.32	-6.86	-5.82	-5.19	-4.62
402.0	-8.02	-7.39	-6.93	-5.88	-5.24	-4.65

Umidade volumétrica

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	0.534	0.511	0.536	0.583	0.564	0.577
1.5	0.465	0.477	0.491	0.504	0.484	0.492
2.5	0.433	0.454	0.455	0.443	0.464	0.454
3.5	0.423	0.448	0.448	0.434	0.467	0.450
4.5	0.418	0.442	0.441	0.422	0.451	0.439
5.5	0.411	0.437	0.432	0.412	0.433	0.429
12.0	0.399	0.426	0.419	0.395	0.421	0.410
24.0	0.386	0.414	0.406	0.375	0.402	0.386
42.0	0.381	0.409	0.399	0.367	0.391	0.378
66.0	0.374	0.404	0.394	0.362	0.392	0.373
90.0	0.366	0.397	0.391	0.354	0.382	0.365
114.0	0.362	0.393	0.386	0.346	0.373	0.357
138.0	0.359	0.390	0.380	0.339	0.368	0.350
162.0	0.357	0.388	0.378	0.334	0.364	0.346
186.0	0.354	0.386	0.376	0.330	0.360	0.340
210.0	0.353	0.384	0.374	0.327	0.357	0.336
234.0	0.351	0.383	0.373	0.324	0.355	0.335
258.0	0.348	0.381	0.371	0.323	0.352	0.333
282.0	0.345	0.379	0.370	0.321	0.350	0.331
306.0	0.343	0.378	0.369	0.320	0.347	0.329
330.0	0.341	0.376	0.368	0.320	0.346	0.328
354.0	0.339	0.374	0.366	0.317	0.344	0.327
378.0	0.337	0.373	0.365	0.315	0.342	0.326
402.0	0.336	0.372	0.365	0.315	0.342	0.326

Regressão linear: $\ln(K) = \text{gama} \cdot (\text{Umidade} - \text{UmidadeSat}) + \ln(K_0)$

	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
gama	45,1836	59,5452	47,9788	30,7495	35,8217	30,2975
K₀ (cm/h)	38,4591	17,3642	17,8749	40,9477	109,3835	120,2322
r²	0.9178	0.9674	0.9361	0.9175	0.9598	0.9525

Apêndice 15. Continuação

330.0	-121.2015	-1.34930	0.00264	1000
354.0	-126.6945	-1.33151	0.00273	1000
378.0	-130.6518	-1.34479	0.00298	0.999
402.0	-131.7401	-1.35591	0.00311	0.999

d(PSit)/dz (cca/cm)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.970	-0.984	-0.998	-1.040	-1.082	-1.124
1.5	-1.032	-1.043	-1.053	-1.084	-1.114	-1.145
2.5	-1.038	-1.042	-1.045	-1.056	-1.067	-1.078
3.5	-0.956	-0.968	-0.980	-1.015	-1.051	-1.086
4.5	-1.042	-1.041	-1.039	-1.036	-1.033	-1.030
5.5	-1.114	-1.101	-1.088	-1.050	-1.012	-0.973
12.0	-1.077	-1.068	-1.059	-1.032	-1.006	-0.979
24.0	-1.129	-1.115	-1.100	-1.057	-1.014	-0.970
42.0	-1.183	-1.158	-1.133	-1.058	-0.982	-0.907
66.0	-1.040	-1.032	-1.024	-1.000	-0.976	-0.951
90.0	-1.007	-1.003	-1.000	-0.990	-0.979	-0.969
114.0	-1.099	-1.079	-1.060	-1.002	-0.944	-0.887
138.0	-1.182	-1.149	-1.116	-1.017	-0.917	-0.818
162.0	-1.292	-1.242	-1.191	-1.039	-0.886	-0.734
186.0	-1.333	-1.280	-1.228	-1.072	-0.915	-0.759
210.0	-1.397	-1.338	-1.278	-1.100	-0.922	-0.744
234.0	-1.438	-1.368	-1.299	-1.091	-0.884	-0.676
258.0	-1.381	-1.318	-1.255	-1.067	-0.878	-0.689
282.0	-1.348	-1.289	-1.230	-1.052	-0.874	-0.696
306.0	-1.322	-1.267	-1.212	-1.046	-0.881	-0.715
330.0	-1.297	-1.244	-1.191	-1.033	-0.875	-0.717
354.0	-1.277	-1.222	-1.167	-1.003	-0.839	-0.675
378.0	-1.285	-1.225	-1.166	-0.987	-0.808	-0.629
402.0	-1.294	-1.232	-1.170	-0.983	-0.797	-0.611

K (condutividade hidráulica, cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	0.49801	0.83724	1.24189	3.12687	4.62351	6.22393
1.5	0.14743	0.25071	0.37377	0.93798	1.40401	1.90664
2.5	0.08572	0.14717	0.22085	0.56027	0.85362	1.17770
3.5	0.06535	0.11146	0.16585	0.40826	0.60728	0.81814
4.5	0.04606	0.07974	0.12025	0.30662	0.47356	0.66131
5.5	0.03490	0.06113	0.09317	0.24472	0.39103	0.56544
12.0	0.01590	0.02790	0.04240	0.10901	0.17232	0.24590
24.0	0.00732	0.01296	0.01980	0.05113	0.08211	0.11896
42.0	0.00388	0.00695	0.01072	0.02826	0.04687	0.07031
66.0	0.00274	0.00486	0.00740	0.01853	0.02926	0.04153
90.0	0.00205	0.00362	0.00548	0.01349	0.02099	0.02934
114.0	0.00146	0.00263	0.00404	0.01037	0.01695	0.02496
138.0	0.00111	0.00202	0.00314	0.00835	0.01427	0.02211
162.0	0.00086	0.00158	0.00249	0.00690	0.01246	0.02077
186.0	0.00072	0.00133	0.00209	0.00578	0.01042	0.01735
210.0	0.00061	0.00112	0.00177	0.00495	0.00910	0.01557
234.0	0.00053	0.00098	0.00156	0.00445	0.00847	0.01528
258.0	0.00049	0.00092	0.00145	0.00411	0.00769	0.01352
282.0	0.00046	0.00085	0.00135	0.00379	0.00703	0.01217
306.0	0.00043	0.00080	0.00126	0.00350	0.00640	0.01086
330.0	0.00041	0.00075	0.00119	0.00327	0.00595	0.01001
354.0	0.00038	0.00071	0.00112	0.00313	0.00575	0.00986
378.0	0.00035	0.00066	0.00105	0.00296	0.00558	0.00988
402.0	0.00033	0.00062	0.00098	0.00279	0.00530	0.00953

Apêndice 15. Continuação

186.0	-0.000961	-0.001702	-0.002569	-0.006194	-0.009541	-0.013173
210.0	-0.000846	-0.001499	-0.002263	-0.005447	-0.008391	-0.011583
234.0	-0.000755	-0.001339	-0.002022	-0.004858	-0.007484	-0.010328
258.0	-0.000681	-0.001209	-0.001826	-0.004382	-0.006750	-0.009312
282.0	-0.000620	-0.001102	-0.001664	-0.003988	-0.006143	-0.008474
306.0	-0.000569	-0.001012	-0.001528	-0.003658	-0.005635	-0.007772
330.0	-0.000526	-0.000935	-0.001412	-0.003377	-0.005203	-0.007174
354.0	-0.000489	-0.000869	-0.001312	-0.003136	-0.004830	-0.006660
378.0	-0.000456	-0.000812	-0.001226	-0.002925	-0.004506	-0.006212
402.0	-0.000427	-0.000761	-0.001149	-0.002741	-0.004222	-0.005820

PSit (cca)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-18.1	-23.7	-32.5	-64.4	-101.3	-128.8
1.5	-36.3	-40.6	-46.3	-84.4	-122.5	-148.8
2.5	-46.9	-50.6	-57.5	-97.5	-128.1	-157.5
3.5	-51.3	-54.4	-60.6	-100.6	-126.9	-158.8
4.5	-53.8	-58.1	-64.4	-105.0	-133.1	-162.5
5.5	-57.5	-61.9	-70.0	-108.8	-140.6	-166.3
12.0	-65.6	-71.3	-80.6	-117.5	-146.3	-175.0
24.0	-75.0	-83.1	-91.9	-128.8	-159.4	-187.5
42.0	-80.0	-88.8	-100.0	-134.4	-166.3	-192.5
66.0	-86.9	-95.6	-106.9	-138.8	-165.6	-196.3
90.0	-95.6	-105.0	-111.9	-146.3	-173.8	-203.1
114.0	-101.3	-112.5	-120.6	-154.4	-182.5	-210.0
138.0	-105.0	-118.1	-130.0	-161.9	-188.1	-216.9
162.0	-108.1	-121.9	-135.0	-169.4	-193.1	-221.9
186.0	-111.3	-125.0	-138.8	-175.0	-198.1	-228.8
210.0	-113.1	-128.1	-142.5	-180.6	-201.9	-234.4
234.0	-116.9	-131.9	-146.3	-185.0	-205.6	-236.3
258.0	-122.5	-136.3	-150.6	-187.5	-209.4	-238.8
282.0	-126.9	-140.6	-153.8	-190.0	-213.1	-241.3
306.0	-130.6	-143.8	-156.3	-191.9	-216.9	-243.8
330.0	-134.4	-146.9	-159.4	-193.8	-220.0	-245.6
354.0	-140.0	-151.9	-163.8	-198.1	-223.1	-247.5
378.0	-144.4	-156.3	-166.9	-202.5	-226.3	-249.4
402.0	-145.6	-157.5	-168.1	-203.8	-227.5	-250.0

Ajuste à equação PSIT = a + b.z + c.z²

tempo (h)	a (cca)	b (cca/cm)	c (cca/cm ²)	r ²
0.5	-5.6827	-0.95557	-0.00070	0.997
1.5	-21.2276	-1.02230	-0.00051	0.992
2.5	-31.9541	-1.03454	-0.00018	0.993
3.5	-37.4332	-0.94432	-0.00059	0.992
4.5	-39.0445	-1.04277	0.00005	0.993
5.5	-41.8060	-1.12632	0.00064	0.994
12.0	-51.7007	-1.08574	0.00045	0.997
24.0	-61.3551	-1.14340	0.00072	0.998
42.0	-66.2678	-1.20849	0.00126	0.999
66.0	-75.8543	-1.04859	0.00041	0.999
90.0	-84.4943	-1.01019	0.00017	0.999
114.0	-89.8023	-1.11803	0.00096	0.999
138.0	-94.0806	-1.21544	0.00166	0.999
162.0	-95.9907	-1.34300	0.00254	0.998
186.0	-98.6003	-1.38474	0.00261	0.997
210.0	-100.2723	-1.45649	0.00297	0.995
234.0	-103.3018	-1.50691	0.00346	0.996
258.0	-109.1564	-1.44444	0.00315	0.997
282.0	-113.7666	-1.40764	0.00296	0.998
306.0	-117.4074	-1.37738	0.00276	0.999

Apêndice 15. Continuação

42.0	-0.000459	-0.000346	-0.000409	-0.000592	-0.000538	-0.000591
66.0	-0.000285	-0.000217	-0.000255	-0.000365	-0.000334	-0.000365
90.0	-0.000206	-0.000157	-0.000185	-0.000262	-0.000240	-0.000262
114.0	-0.000161	-0.000123	-0.000144	-0.000204	-0.000187	-0.000204
138.0	-0.000131	-0.000101	-0.000118	-0.000166	-0.000153	-0.000166
162.0	-0.000111	-0.000086	-0.000100	-0.000140	-0.000129	-0.000140
186.0	-0.000096	-0.000074	-0.000087	-0.000121	-0.000112	-0.000121
210.0	-0.000085	-0.000065	-0.000076	-0.000106	-0.000098	-0.000106
234.0	-0.000075	-0.000058	-0.000068	-0.000095	-0.000088	-0.000095
258.0	-0.000068	-0.000053	-0.000062	-0.000085	-0.000079	-0.000085
282.0	-0.000062	-0.000048	-0.000056	-0.000077	-0.000072	-0.000078
306.0	-0.000057	-0.000044	-0.000052	-0.000071	-0.000066	-0.000071
330.0	-0.000053	-0.000041	-0.000048	-0.000066	-0.000061	-0.000066
354.0	-0.000049	-0.000038	-0.000044	-0.000061	-0.000056	-0.000061
378.0	-0.000046	-0.000036	-0.000041	-0.000057	-0.000053	-0.000057
402.0	-0.000043	-0.000033	-0.000039	-0.000053	-0.000049	-0.000053

d(TETA)/dt x dz (cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.482880	-0.340685	-0.415485	-2.012452	-1.751145	-1.993968
1.5	-0.0152219	-0.109190	-0.132135	-0.622760	-0.547907	-0.618336
2.5	-0.088991	-0.064329	-0.077567	-0.360962	-0.319208	-0.358747
3.5	-0.062487	-0.045400	-0.054613	-0.252026	-0.223628	-0.250641
4.5	-0.047984	-0.034996	-0.042022	-0.192715	-0.171432	-0.191748
5.5	-0.038862	-0.028428	-0.034088	-0.155550	-0.138850	-0.154828
12.0	-0.0017119	-0.012671	-0.015111	0.067628	-0.060754	-0.067415
24.0	-0.008263	-0.006181	-0.007335	-0.032265	-0.029188	-0.032205
42.0	-0.004589	-0.003461	-0.004092	-0.017752	-0.016149	-0.017738
66.0	-0.002854	-0.002168	-0.002554	-0.010956	-0.010013	-0.010957
90.0	-0.002060	-0.001572	-0.001848	-0.007868	-0.007213	-0.007873
114.0	-0.001607	-0.001231	-0.001445	-0.006113	-0.005617	-0.006120
138.0	-0.001315	-0.001010	-0.001184	-0.004985	-0.004589	-0.004992
162.0	-0.001111	-0.000855	-0.001001	-0.004201	-0.003874	-0.004208
186.0	-0.000961	-0.000741	-0.000867	-0.003625	-0.003347	-0.003632
210.0	-0.000846	-0.000654	-0.000764	-0.003184	-0.002944	-0.003191
234.0	-0.000755	-0.000584	-0.000682	-0.002837	-0.002625	-0.002844
258.0	-0.000681	-0.000528	-0.000616	-0.002556	-0.002368	-0.002563
282.0	-0.000620	-0.000482	-0.000562	-0.002324	-0.002155	-0.002331
306.0	-0.000569	-0.000443	-0.000516	-0.002130	-0.001977	-0.002137
330.0	-0.000526	-0.000409	-0.000477	-0.001965	-0.001825	-0.001971
354.0	-0.000489	-0.000381	-0.000443	-0.001823	-0.001695	-0.001829
378.0	-0.000456	-0.000356	-0.000414	-0.001700	-0.001581	-0.001706
402.0	-0.000427	-0.000334	-0.000388	-0.001592	-0.001481	-0.001597

q = Somatório [d(TETA)/dt x dz] (cm/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.482880	-0.823565	-1.239051	-3.251503	-5.002647	-6.996615
1.5	-0.152219	-0.261410	-0.393545	-1.016305	-1.564212	-2.182548
2.5	-0.088991	-0.153320	-0.230887	-0.591849	-0.911057	-1.269805
3.5	-0.062487	-0.107888	-0.162500	-0.414527	-0.638155	-0.888796
4.5	-0.047984	-0.082980	-0.125002	-0.317718	-0.489150	-0.680898
5.5	-0.038862	-0.067290	-0.101378	-0.256928	-0.395578	-0.550406
12.0	-0.017119	-0.029791	-0.044901	-0.112529	-0.173283	-0.240698
24.0	-0.008263	-0.014444	-0.021779	-0.054043	-0.083231	-0.115436
42.0	-0.004589	-0.008051	-0.012143	-0.029895	-0.046045	-0.063783
66.0	-0.002854	-0.005022	-0.007576	-0.018533	-0.028545	-0.039503
90.0	-0.002060	-0.003633	-0.005481	-0.013349	-0.020561	-0.028435
114.0	-0.001607	-0.002838	-0.004282	-0.010395	-0.016012	-0.022132
138.0	-0.001315	-0.002325	-0.003508	-0.008493	-0.013083	-0.018075
162.0	-0.001111	-0.001966	-0.002968	-0.007168	-0.011042	-0.015250

Apêndice 15. Continuação

102.0	-88.8	-88.8	-85.0	-91.3	-88.7	-86.3
126.0	-93.7	-96.2	-96.3	-97.5	-96.3	-93.8
150.0	-96.3	-100.0	-103.8	-106.2	-100.0	-100.0
174.0	-100.0	-103.8	-106.3	-112.5	-106.2	-103.8
198.0	-102.5	-106.3	-111.2	-117.5	-110.0	-113.7
222.0	-103.8	-110.0	-113.8	-123.7	-113.7	-115.0
246.0	-110.0	-113.8	-118.8	-126.3	-117.5	-117.5
270.0	-115.0	-118.8	-122.5	-128.8	-121.3	-120.0
294.0	-118.7	-122.5	-125.0	-131.3	-125.0	-122.5
318.0	-122.5	-125.0	-127.5	-132.5	-128.8	-125.0
342.0	-126.3	-128.8	-131.3	-135.0	-131.2	-126.2
366.0	-133.8	-135.0	-136.3	-141.3	-135.0	-128.8
390.0	-135.0	-137.5	-137.5	-143.8	-137.5	-130.0
414.0	-136.3	-137.5	-138.8	-143.8	-137.5	-130.0

Umidade volumétrica

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.0	0.579	0.524	0.550	0.606	0.614	0.625
1.0	0.490	0.497	0.523	0.561	0.514	0.529
2.0	0.440	0.457	0.460	0.448	0.455	0.454
3.0	0.426	0.451	0.449	0.439	0.473	0.454
4.0	0.421	0.445	0.447	0.428	0.462	0.446
5.0	0.416	0.439	0.436	0.415	0.439	0.432
6.0	0.407	0.434	0.428	0.409	0.426	0.425
18.0	0.391	0.417	0.409	0.380	0.417	0.394
30.0	0.382	0.410	0.403	0.369	0.386	0.378
54.0	0.379	0.408	0.395	0.365	0.396	0.378
78.0	0.369	0.400	0.393	0.359	0.388	0.368
102.0	0.363	0.395	0.389	0.348	0.377	0.361
126.0	0.360	0.391	0.382	0.343	0.370	0.353
150.0	0.358	0.389	0.378	0.336	0.366	0.347
174.0	0.355	0.387	0.377	0.332	0.361	0.344
198.0	0.354	0.385	0.375	0.329	0.359	0.336
222.0	0.353	0.384	0.374	0.325	0.356	0.335
246.0	0.349	0.382	0.372	0.323	0.353	0.334
270.0	0.346	0.380	0.370	0.322	0.351	0.332
294.0	0.344	0.378	0.369	0.321	0.349	0.330
318.0	0.342	0.377	0.368	0.320	0.346	0.329
342.0	0.340	0.376	0.367	0.319	0.345	0.328
366.0	0.337	0.373	0.365	0.316	0.343	0.326
390.0	0.336	0.372	0.365	0.315	0.342	0.326
414.0	0.336	0.372	0.364	0.315	0.342	0.326

Ajuste à equação TETA = a . tempo^ab

	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
a (1/h)	0.45862	0.46508	0.47130	0.47299	0.48665	0.48290
b	-0.05082	-0.03573	-0.04279	-0.06766	-0.05762	-0.06575
r ²	0.98149	0.96652	0.94193	0.92912	0.97706	0.97473

d(TETA)/dt (1/h)

tempo (h)	10 cm	20 cm	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm
0.5	-0.048288	-0.034069	-0.041549	-0.067082	-0.058371	-0.066466
1.5	-0.015222	-0.010919	-0.013213	-0.020759	-0.018264	-0.020611
2.5	-0.008899	-0.006433	-0.007757	-0.012032	-0.010640	-0.011958
3.5	-0.006249	-0.004540	-0.005461	-0.008401	-0.007454	-0.008355
4.5	-0.004798	-0.003500	-0.004202	-0.006424	-0.005714	-0.006392
5.5	-0.003886	-0.002843	-0.003409	-0.005185	-0.004622	-0.005161
12.0	-0.001712	-0.001267	-0.001511	-0.002254	-0.002025	-0.002247
24.0	-0.000826	-0.000618	-0.000733	-0.001075	-0.000973	-0.001074

Apêndice 16. Produção de matéria seca de aveia preta.

Sistemas de Preparo	Repetições	Matéria seca kg/ha
PD	1	4.220
	2	4.504
	3	4.088
PE	1	4.758
	2	4.420
	3	4.260
PC	1	4.626
	2	4.386
	3	4.344

Apêndice 17. Estande, produção de grãos e de palha de milho.

Sistemas de preparo	Repetições	Estande	Grãos	Palha
		plantas/ha	kg/ha	kg/ha
PD	1	57.770	6.378	8.533
	2	56.661	6.144	7.900
	3	64.440	6.222	7.460
PE	1	45.564	4.200	5.210
	2	46.667	4.588	5.225
	3	46.710	5.211	6.000
PC	1	39.900	4.122	6.690
	2	31.200	4.978	6.680
	3	43.445	4.667	8.245