

**ESTUDO DE UMA TÉCNICA DE
PREPARO DO SOLO EM CAMAS
PARA A CULTURA DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris*, L.)**

**IZABEL CRISTINA CARDOSO GIOVANNINI
(Engenheira Agrônoma)**

Orientador: Prof. Dr. JÚLIO VASQUES FILHO

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

**PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1993**

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

G512e Giovannini, Izabel Cristina Cardoso
Estudo de uma técnica de preparo do solo em camas
para a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.).
Piracicaba, 1993.

71p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Água no solo - Armazenamento 2. Feijão - Cultivo -
Rendimento 3. Solo - Preparo I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.652

ESTUDO DE UMA TÉCNICA DE
PREPARO DO SOLO EM CAMAS
PARA A CULTURA DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris*, L.)

IZABEL CRISTINA CARDOSO GIOVANNINI

Aprovada em: 07.04.93

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Marcos Milan	ESALQ/USP
Prof. Dr. Rafael Roberto Aloisi	ESALQ/USP
Prof. Dr. Júlio Vasques Filho	ESALQ/USP



Prof. Dr. Júlio Vasques Filho
Orientador

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Júlio Vasques Filho, pela orientação neste trabalho;
- Ao Prof. Dr. Geraldo Victorino França, pelo apoio durante o curso;
- Ao Téc. José Luzia de Almeida e Eng. Agr. Luiz Fernando S. Marchiori, da Fazenda Areão, pela cooperação na execução do experimento;
- Aos Eng. Agr. José Laércio e Téc. Jair Vitório Arthur, do Departamento de Agricultura, pela colaboração na execução do experimento;
- Aos Eng. Agric. Fátima C. Rezende, Eng. Agr. Alberto Colombo e Eng. Agr. Luiz Chaguri Neto, funcionários do extinto Centro Nacional de Engenharia Agrícola, pelo empréstimo de material e colaboração no presente estudo;
- As moradoras da república BAO, pela acolhida e amizade durante a execução deste estudo; e
- Aos amigos Marcus e Lisiane Paes de Barros, que tornaram possível a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE APÊNDICES	x
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Cultura do feijoeiro	03
2.1.1. Características da cultura	03
2.1.2. Rendimento da cultura do feijoeiro.	04
2.1.3. Demanda hídrica	05
2.2. Preparo do solo	07
2.2.1. Objetivo	07
2.2.2. Sistemas de preparo de solo	08
a) Sistema convencional	08
b) Sistema de preparo mínimo ou semeadura direta	09
c) Sistemas reduzidos	10
d) Efeitos dos diferentes sistemas de preparo do solo	11
2.2.3. Preparo do solo para cultivo do do feijoeiro	13
2.3. Aração	14
2.3.1. Conceitos	14
2.3.2. Sistemas de aração com arado fixo .	15
2.4. Erosão	16
2.4.1. Conceitos	16
2.4.2. Erosão na cultura do feijoeiro	17

2.5. Controle da erosão	18
2.6. Micro-relevo e armazenamento de água na superfície do solo	19
2.7. Técnicas convencionais para o controle da erosão em culturas anuais	24
2.7.1. Terraços	24
2.7.2. Plantio em nível	25
2.7.3. Semeaduras em sulcos	25
2.8. Aração em camas	27
2.9. Custos financeiros de preparo do solo	28
3. MATERIAL E MÉTODO	30
3.1. Características gerais da área	30
3.2. Delineamento experimental	32
3.3. Preparo do solo	32
3.4. Controle de ervas daninhas	37
3.5. Semeadura	37
3.6. Adubação	38
3.7. Controle fitossanitário.....	38
3.8. Determinação dos custos financeiros	39
3.9. Levantamento topográfico das parcelas	40
3.10. Cálculo da capacidade de armazenamento de água dos sulcos	41
3.11. Determinação da tensão da água no solo ...	43
3.12. Determinação da produtividade da cultura ...	44
3.13. Análise química do solo para fins de fer- tilidade	45
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	46
4.1. Custos	46
4.2. Armazenamento de água na superfície do so- lo	49
4.3. Rendimento	53

Página

5. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÊNDICES	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
1	Mapa de localização das parcelas	33
2	Aspecto geral da "cama"	34
3	Esquema de construção da cama	35
4	Esquema para determinação do perfil médio do sulco	42

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
1	Atributos químicos e teor de argila do solo	30
2	Dados de custo de aração por parcela ...	47
3	Dados para análise estatística de custo por hectare	48
4	Resultado da análise de variância e teste F para custo por hectare	48
5	Equações da área da secção perpendicular dos sulcos, profundidade e área médias por parcela e por época	50
6	Volume para armazenamento superficial de água por 1m de sulco e por hectare	50
7	Resultado da análise de variância e teste F para área média da secção perpendicular dos sulcos na semeadura e na colheita	51
8	Declividade média das parcelas	52
9	Dados de rendimento por parcela e por tratamento	53

TABELA Nº

Página

10	Dados para análise estatística do rendimento por parcela	55
11	Resultado da análise de variância e teste F para o rendimento	55

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE Nº		Página
1	Parâmetros e equações para o cálculo de custo	67
2	Dados meteorológicos	72
3	Gráficos da tensão da água no solo	76
4	Análises químicas	85
5	Perfil das parcelas com aração em cama na semeadura e na colheita	86

ESTUDO DE UMA TÉCNICA DE PREPARO DO SOLO EM CAMAS PARA A
CULTURA DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Autora: Izabel Cristina Cardoso Giovannini

Orientador: Prof. Dr. Júlio Vasques Filho

RESUMO

A fim de estudar o desenvolvimento da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo preparado com o emprego da aração em camas, foi conduzido um experimento de campo em solo classificado como Podzólico Vermelho Escuro Latossólico álico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa.

No tratamento que serviu como testemunha o feijão foi cultivado em solo preparado convencionalmente com uma aração com arado fixo, de discos, seguida de uma gradagem com grade niveladora. Em outro tratamento foi empregada a aração em camas no preparo do solo, que constou de aração com arado fixo de discos, formando camas de 2m de largura conforme descrito por VASQUES FILHO (1992), com base no conceito apresentado por DOTY & WIERSMA (1969).

O custo da aração convencional foi menor do que o da aração em camas. O emprego deste sistema resultou no aumento da rugosidade orientada da superfície do solo e

conseqüentemente no aumento da capacidade de detenção superficial da água da chuva. A precipitação pluviométrica foi pequena durante o período de desenvolvimento do experimento, e embora o rendimento da cultura tenha sido maior na área em camas, esse resultado não foi estatisticamente significativo.

STUDY OF A TECHNIC FOR BEDDING TILLAGE FOR BUSH BEANS
(*Phaseolus vulgaris*, L.) CULTURE

Author: Izabel Cristina C. Giovannini

Adviser: Prof. Dr. Júlio Vasques Filho

SUMMARY

In order to study bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) crop development on soil prepared with the use of bedding tillage, an experiment was conducted on soil classified as Rhodic Kandiudox.

The check treatment was bush beans cultivated on conventional prepared soil, with one plowing, using fixed disc plow, followed by one harrowing, with light harrow. The other treatment used bedding plowing tillage, that consisted of a plowing with fixed disc plow, shaping 2m-wide beds, according to methodology described by VASQUES FILHO (1992), based on concepts presented by DOTY & WIERSMA (1969).

The conventional plowing cost was lower than the bedding cost. The use of this system resulted in the increase of oriented rugosity of the soil surface and, therefore, in the increase of surface detention capacity of rainfall. It rained a little during experiment developing period and, even though crop yield had been greater in bedding treatment, this result was not significant statistically.

1. INTRODUÇÃO

É imperiosa a necessidade de conscientização de todos que trabalham no meio rural para a importância da conservação do solo e da água da chuva, uma vez que a sobrevivência do homem depende dos alimentos e matérias primas produzidas através do cultivo do solo, para o que a participação da água é indispensável. Assim sendo, o objetivo da conservação do solo não deve ser, somente, o de preservá-lo, mas o de assegurar a sua melhor utilização.

A erosão do solo e o déficit hídrico são dois dos fatores determinantes de baixa produtividade agrícola. Para o sucesso da agricultura é fundamental, portanto, que sejam empregadas técnicas de manejo do solo que promovam a detenção da água da chuva na área cultivada, fazendo com que ela atue como fator de produção e não como fator de erosão.

A prática de construção de "camas", termo usado como tradução de "beds" empregado por DOTY & WIERSMA (1969) para se referir à configuração ondulada de um terreno produzida pelo sistema de aração, pode promover o armazenamento de uma quantidade significativa de água

superficial e, então, reduzir a quantidade de deflúvio superficial, se as "camas" forem construídas em nível.

O presente estudo tem por objetivo determinar os efeitos do preparo do solo em camas na capacidade de armazenamento de água superficial, no rendimento da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) e nos custos do preparo do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do feijoeiro

2.1.1. Características da cultura

Para VIEIRA (1983), o excesso de chuva ou a escassez de água são prejudiciais ao feijoeiro, que não tolera água estagnada, mesmo por um curto período, sendo, no entanto, essencial que não falte água à cultura durante a floração e a maturação; no primeiro caso, para não haver queda de flores e de vagens pequenas, e no segundo, a fim de permitir bom enchimento dos grãos.

FANCELLI (1987) entende que, no Estado de São Paulo, são três as épocas de semeadura: "cultivo das águas" - em que a semeadura vai de agosto-setembro na região sul e até meados de outubro na região norte, podendo ocorrer aí temperatura elevada no florescimento e chuva na colheita; "cultivo da seca" - com semeadura em janeiro-fevereiro, com probabilidade de escassez de água no florescimento e

enchimento dos grãos; e "cultivo de inverno" - onde a semeadura se dá em maio-junho, nas regiões norte e oeste.

Sobre as épocas de semeadura, informa CHAGAS (1988) que o "feijão das águas", plantado no início das chuvas, recebe quantidade suficiente de água, mas o eventual excesso pode ser prejudicial ao feijoeiro, resultando em produto de má qualidade ou mesmo imprestável, ao passo que, o "feijão da seca" proporciona produto de boa qualidade, pois chove pouco em maio ou junho, por ocasião da colheita, embora a frequente escassez de chuva possa prejudicar a produtividade. Quanto ao "feijão de terceira época", semeado no outono-inverno, em locais de inverno não rigoroso, continua o autor, rendimentos altos, da ordem de 1800 a 2000 kg/ha foram obtidos em experimentos.

2.1.2. Rendimento da cultura do feijoeiro

A respeito da produtividade do feijoeiro, FANCELLI (1987) dá o seguinte depoimento: no Brasil, principal produtor mundial de feijão, verifica-se que a produção desta cultura vem caindo gradualmente como consequência de inúmeros problemas inerentes à política desfavorável a produtos de mercado interno, o que, aliado ao baixo grau de qualificação do agricultor e às limitações intrínsecas da própria espécie, determinam o relativo atraso tecnológico da cultura.

Segundo o mesmo autor, atualmente a produção brasileira é de 2 milhões de toneladas, numa área de 5 milhões de hectares, o que dá uma produtividade média de 400 kg/ha.

De acordo com VIEIRA (1983), a situação começou a modificar-se graças, em boa parte, ao cultivo do feijoeiro também no outono-inverno, período que passou a ser considerado como a terceira época de plantio dessa espécie e no qual, devido a baixa precipitação pluviométrica, as enfermidades deixam de se constituir em grande transtorno. Nesse caso, a cultura tem que ser obrigatoriamente irrigada, o que exige o emprego de mais tecnologia por parte do agricultor.

CHAGAS (1988) afirmou que rendimentos superiores a 1500 kg/ha são facilmente alcançados em lavouras solteiras, com o uso de modernas técnicas e boas variedades.

2.1.3. Demanda hídrica

De acordo com GUIMARÃES (1988), classifica-se o feijoeiro como planta muito sensível à deficiência hídrica, principalmente devido à sua baixa capacidade de recuperação após a ocorrência de deficiência hídrica e ao seu sistema radicular pouco desenvolvido.

Segundo FANCELLI (1987) a cultura do feijoeiro é moderadamente exigente em água, embora apresente baixíssima resistência a períodos de estiagens, que poderão acarretar

sérios prejuízos à produção. Para o mesmo autor, o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas encontram-se intimamente ligados à disponibilidade de água no solo.

Afirma ainda o autor que o consumo de água por parte das plantas durante o seu ciclo, também denominado uso consutivo, é um parâmetro essencialmente dinâmico e geralmente influenciado pelas condições de solo, da atmosfera, pelo cultivar e pelo seu estágio de desenvolvimento. Em condições normais, o consumo de água pelo feijoeiro está próximo de 3 mm/dia, embora em clima quente e seco, tal valor possa atingir 5 mm/dia.

Para OLIVEIRA (1990) as maiores produções de grãos são obtidas quando a lavoura é mantida em boas condições de suprimento de água durante todo o ciclo. Embora variáveis para as diferentes regiões, as necessidades hídricas do feijoeiro situam-se geralmente na faixa de 3 a 4 mm/dia.

ARARIPE (1984) observou que, quando o potencial de água no solo decresceu de -0,28 bar para -0,40 bar, a produção de matéria seca foi reduzida em cerca de 47%. Constatando que, de modo geral, quando a tensão de água no solo aumenta, o crescimento vegetativo decresce.

KRAMER (1963) considera que o crescimento da planta seja controlado pelo déficit interno de água e turgor celular. O crescimento e a produção estão sempre

correlacionados com o conteúdo de água no solo. Durante períodos de alta temperatura e baixo teor de umidade relativa do ar, mesmo aquelas plantas que estão vivendo em solo com teor de água próximo à capacidade de campo podem estar sujeitas a uma deficiência severa de água. Por outro lado, quando a temperatura é baixa e a umidade do ar elevada, o crescimento das plantas em solos com baixo teor de água pode não estar sujeito à deficiência severa de água.

A necessidade de água não é constante em todo o ciclo da planta, existindo determinadas fases da cultura em que a deficiência hídrica pode afetar drasticamente a produção, segundo FANCELLI (1987).

De acordo com DUBETZ & MAHALE (1969), RAGGI et al. (1972), MAGALHÃES & MILLAR (1978), ARARIPE (1984), GUIMARÃES (1988) e MOREIRA et al. (1988), o período mais crítico de deficiência de água para a cultura do feijoeiro é o florescimento. Sendo que as reduções no rendimento desta cultura, encontradas por estes autores, variaram de 36 a 71%, quando houve deficiência hídrica durante o florescimento.

2.2. Preparo do solo

2.2.1. Objetivo

O preparo do solo para plantio é o processo realizado para manter o solo livre das ervas daninhas durante

o crescimento das culturas, segundo FAO (1977). Os objetivos principais e propósitos fundamentais do preparo do solo são divididos em três fases: (1) preparar o local para a semeadura adequadamente; (2) destruir as ervas daninhas competitivas; e (3) melhorar as condições físicas do solo.

Para CASTRO (1989) o preparo do solo pode ser definido como a alteração física, química ou biológica do solo, visando melhorar as condições para germinação e emergência das sementes, bem como o estabelecimento da cultura.

CASTRO (1989) informa que o preparo do solo, nas condições atuais, tem como principais objetivos: (1) obter condições favoráveis para a semeadura ou plantio, possibilitando boa germinação e emergência, além de bom desenvolvimento; (2) destruir as plantas invasoras, diminuindo a concorrência com a cultura; e (3) manter a fertilidade, preservar a matéria orgânica do solo e evitar a ocorrência de erosão.

2.2.2. Sistemas de preparo do solo

a) Sistema convencional

Entende-se por sistema convencional de preparo do solo um conjunto de operações composto, mais comumente, de uma aração e duas gradagens de nivelamento, segundo CASTRO (1989).

Segundo o mesmo autor, este sistema é adaptável a vários tipos e condições de solo, mesmo em solos recém-desbravados, com presença de tocos e raízes consegue-se empregar satisfatoriamente o sistema quando: (1) o teor de água no solo é adequado, ou seja, permite ao trator operar com o mínimo do esforço, produzindo os melhores resultados no serviço, (2) os implementos estão regulados corretamente e (3) não há excesso de resíduos vegetais e/ou cobertura vegetal na superfície do solo.

PARA MAZUCHOWSKI & DERPSCH (1984) neste sistema ocorre mistura do solo com restos culturais e a ruptura das camadas compactadas, localizadas a uma profundidade de 10 a 20 cm, o que permite a melhoria da infiltração de água. Tais camadas aparecem em certos solos onde ocorre cultivo mecanizado intenso. Segundo ainda estes autores, como a superfície do solo fica bastante livre de restos vegetais aumentará o risco de erosão após o preparo do solo pelo sistema convencional.

Segundo BRADY (1990) é mínima a cobertura de resteva remanescente no solo após a aplicação deste método.

b) Sistema de preparo mínimo ou semeadura direta

O sistema de semeadura direta é constituído por três operações fundamentais: colheita e distribuição dos restos de cultura na superfície do solo, aplicação de

herbicidas e semente com equipamento apropriado. Neste sistema, o preparo se resume na abertura de um pequeno sulco, onde a semente é colocada; e o controle de ervas daninhas é feito, exclusivamente, com herbicidas, informa CASTRO (1989).

Para a implantação do sistema de preparo mínimo, segundo CASTRO (1989) é necessário que se providencie a drenagem dos solos úmidos com lençol freático alto; a eliminação de compactação ou camadas adensadas do solo; o nivelamento da superfície do terreno; a correção da acidez e da fertilidade do solo, até faixa média ou alta; além disso, a resteva das culturas deve ser distribuída cobrindo, pelo menos, 50% da superfície do solo; e, muito importante, as ervas daninhas devem ser eliminadas.

Segundo BRADY (1990) com a utilização deste sistema é mantida a máxima cobertura com resteva na superfície do solo.

c) Sistemas reduzidos

Os sistemas reduzidos variam desde aqueles em que meramente é reduzido o excesso de preparo e cultivo, até o sistema totalmente sem preparo e cultivo, afirma BRADY (1990). TROEH et al. (1980) e MUZILLI (1981) afirmam que por sistema reduzido pode-se entender qualquer sistema de preparo de solo que movimente o solo menos que o sistema convencional e que permita a manutenção de parte da resteva na superfície do solo.

O primeiro objetivo destes sistemas é manter parte da resteva na superfície do solo, além de diminuir a movimentação do solo, e com isto reduzir os custos em termos de consumo de tempo e energia, segundo BRADY (1990).

De acordo com BRADY (1990) os sistemas reduzidos mantêm sobre a superfície do solo uma porcentagem de cobertura de resteva intermediária entre o sistema convencional e o sistema de semeadura direta. Nestes sistemas são utilizados diferentes tipos de implementos além do próprio arado.

d) Efeitos dos diferentes sistemas de preparo do solo

De acordo com BRADY (1990) o uso de sistemas reduzidos resulta em produtividade das lavouras igual ou maior que aquela que ocorre no sistema convencional, contanto que o solo não seja mal drenado e possa ser mantido livre de plantas daninhas pelo uso de herbicidas.

Para CASTRO (1989) é comum se encontrar em áreas sob preparo convencional camadas superficiais compactadas, com conseqüente redução da porosidade. No plantio direto, como não há movimentação do solo superficial, os valores de densidade do solo são mais altos porém mais homogêneos ao longo do perfil do solo, o que possibilita maior infiltração de água no solo.

CASTRO (1989) afirma que a maior capacidade de retenção de água, aliada à menor perda de água por erosão e evaporação, fazem com que os sistemas de semeadura direta e preparo reduzido do solo apresentem mais água disponível às plantas do que o sistema convencional.

Segundo BRADY (1990) o uso do sistema de semeadura direta determina um aumento significativo do conteúdo de matéria orgânica nos primeiros 3 a 5 centímetros de profundidade do perfil do solo.

MAZUCHOWSKI & DERPSCH (1984) consideram que o preparo pelo sistema convencional expõe mais o solo à erosão, uma vez que o pulveriza mais e deixa a sua superfície significativamente livre de restos vegetais. Enquanto que o sistema reduzido, usando escarificador, diminui sensivelmente os riscos de erosão pela menor desagregação do solo e pelos resíduos que ficam na superfície, bem como pela maior infiltração de água. CASTRO (1989) constata que o sistema de plantio direto é o sistema ideal para controle da erosão em razão da manutenção dos restos vegetais na superfície e da mínima movimentação do solo, mas é pouco viável em áreas de inverno seco, onde não haja irrigação.

Porém, segundo PRIMAVESI (1982), o não movimentar o solo simplesmente, sem deixá-lo vegetado ou com resteva na superfície, geralmente não traz nenhum benefício no combate à erosão, nem trará qualquer benefício para a produção vegetal. A ausência de culturas de inverno acarreta

no desenvolvimento do mato durante o pousio, inviabilizando o plantio direto pelo custo dos herbicidas que se farão necessários.

2.2.3. Preparo do solo para o cultivo do feijoeiro

Segundo VIEIRA (1983) o êxito da cultura do feijoeiro depende, em boa parte, do preparo adequado do solo. A aração deve ser feita numa profundidade que permita reversão completa da leiva, para facilitar o enterrio dos restos culturais e ervas invasoras, principalmente se a semeadura for realizada logo após a gradagem, o que favorece o crescimento inicial das plantas.

KLUTHCOUSKI et al. (1988) informam que o emprego de sistema de preparo reduzido pode aumentar os riscos de diminuir a produtividade da cultura do feijoeiro nas regiões tropicais e equatoriais, cujos solos apresentam poucas reservas nutricionais, facilidade de compactação devida à natureza das argilas, pouca matéria orgânica no perfil cultural e condições adequadas para o desenvolvimento das plantas invasoras.

Estes mesmos autores ressaltam que o preparo do solo pelo método convencional ainda é o mais indicado para o feijoeiro. O método que faz a pré-incorporação com grade seguida de aração é o mais aconselhável, podendo-se depois usar grade niveladora. Afirmam, ainda, que há um aumento na

produtividade do feijoeiro da ordem de 43% quando se utiliza o método descrito acima, com arado de aiveca, comparativamente à grade aradora, a qual interfere negativamente nas propriedades do solo, facilitando a erosão e o desenvolvimento das invasoras e dificultando a infiltração e o armazenamento de água, aumentando a probabilidade de ocorrência de déficit hídrico nas plantas nos períodos de estiagem.

De acordo com VIEIRA (1983), quando a semeadura é feita no período de seca, o preparo adequado do solo é particularmente importante, porque permite maior infiltração das chuvas que, muitas vezes, são escassas nessa época.

CHAGAS (1988), em experimento realizado em Viçosa (MG), observou que o rendimento do "feijão da seca" em solo preparado pelo "sistema convencional" foi 24,76% inferior àquele obtido com o emprego do "plantio direto".

2.3. Aração

2.3.1. Conceitos

De forma geral, o objetivo da aração é proporcionar mudanças físicas desejáveis no solo que melhorem as condições de crescimento das plantas, de acordo com FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO, 1977).

Na preparação do solo para o plantio, com o uso do arado, implemento que inverte a camada arada, espera-se alcançar os seguintes resultados, de acordo com FAO (1977): (1) criar condições físicas, químicas e biológicas adequadas ao crescimento das culturas; (2) incorporar resíduos de culturas que estejam sobre a superfície; (3) eliminar ervas daninhas; (4) deixar o solo em tal condição que o ar circule livremente por ele; (5) proporcionar condições para o solo reter a água das chuvas; (6) destruir insetos; e (7) deixar a superfície em condições de prevenir erosão eólica.

2.3.2. Sistemas de aração com arado fixo

A operação de aração com arado fixo pode ser desenvolvida de duas maneiras distintas. Em uma delas os movimentos de terra são executados em sentidos divergentes, com o trator descrevendo trajetória fechando a quadra, em sentido anti-horário. Na outra os movimentos de terra são executados em sentidos convergentes, com o trator descrevendo trajetória abrindo a quadra, em sentido horário, de acordo com BARCELLOS (1987).

Ainda segundo BARCELLOS (1987) o importante é que, quando a aração for efetuada com arado fixo, o tipo de aração deverá ser alterada a cada ano. Dessa maneira evita-se a formação de depressões no centro da área com elevação da

periferia, quando o tipo de aração fechando a quadra é empregado continuamente, ou a elevação do centro em relação às margens, quando a aração do tipo abrindo a quadra é sempre utilizada.

De acordo com o mesmo autor, conforme a forma da área, deve-se estudar o método de aração mais adequado: quadrado, retângulo, faixas, etc. Em terrenos em que a topografia não se apresenta plana, o único método indicado é o de faixas, acompanhando as curvas de nível.

Nas áreas onde existem terraços, pode-se adotar dois tipos de aração. Se a distância entre terraços é grande, deve-se arar entre eles, usando-se a aração abrindo ou fechando a quadra. Porém, se os terraços estiverem próximos demais, deve-se centralizar um deles e arar entre os terraços situados acima e abaixo destes. O inconveniente deste sistema é que, quando a operação é realizada com implemento de arrasto, irá ocorrer a passagem constante sobre o terraço tomado como centro, segundo BARCELLOS (1987).

2.4. Erosão

2.4.1. Conceitos

BERTONI & LOMBARDI NETO (1985) afirmam que a erosão hídrica é causada pelo impacto das gotas da chuva e pelo volume e velocidade do deflúvio superficial. O impacto

das gotas da chuva causa um desprendimento seletivo de partículas do solo fértil e da matéria orgânica, além da compactação e impermeabilização da superfície do solo. O volume e a velocidade do deflúvio superficial afetam o desprendimento de partículas do solo pelo escoamento da água e o transporte de todo material erodido.

Segundo estes mesmos autores, o relevo do terreno, representado pela declividade e pelo comprimento dos lançantes, exerce acentuada influência sobre a erosão. O tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade com que ela ocorre, e essa velocidade é uma resultante do comprimento do lançante e do grau de declive do terreno. O volume e a velocidade do deflúvio superficial também dependem da intensidade, duração e frequência das chuvas. Quanto maior a velocidade de infiltração, menor a intensidade do deflúvio superficial.

2.4.2. Erosão na cultura do feijoeiro

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1985), na cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo, as perdas de solo por erosão são de 38,1 t/ha e as de água de 11,2%, tendo essas médias sido calculadas com base em 1300 mm de chuva em declive variando de 8,5 a 12,8%.

Os mesmos autores classificam a cultura do feijoeiro como oferecendo baixo grau de proteção contra a

erosão, situando-se no grupo das culturas menos protetoras junto com a mamona e a mandioca. Em índices relativos de terra arrastada considerando o índice da mamona equivalente a 100; o do feijão será 92; e o da mandioca 82.

VIEIRA (1983) recomenda que a cultura do feijoeiro deve ser estabelecida em locais planos ou quase planos. Em declive de 4 a 6% devem ser estabelecidos renques de vegetação ou culturas em faixas, além do plantio ser feito em nível; em declives de 6 a 12% devem ser construídos terraços de base larga e; de 12 a 18%, terraços de base estreita ou cordões de contorno.

2.5. Controle da erosão

O desprendimento das partículas do solo e a compactação da superfície são evitados pela colocação de uma resistência efetiva entre as gotas de chuva e a superfície do solo. Para isso, a manutenção de uma densa cobertura vegetal, viva ou morta, sobre o solo é fundamental, de acordo com BERTONI & LOMBARDI NETO (1985).

As práticas mecânicas de controle de erosão, para estes mesmos autores, visam minimizar o volume e a velocidade do deflúvio superficial, possibilitando maior tempo de infiltração da água, limitando a sua capacidade de transporte de partículas do solo e diminuindo sua capacidade de causar erosão.

De acordo com BERTOLINI et al. (1988), as práticas mecânicas de controle de erosão são expedientes em que se recorre às estruturas artificiais formadas, geralmente, por movimentos de terra executados adequadamente em relação ao declive do terreno.

2.6. Micro-relevo e armazenamento de água na superfície do solo

A erosão do solo é reduzida pela rugosidade da superfície do solo, quando tal rugosidade se constituir obstáculo ao livre fluxo da água. A pulverização do solo, resultante do excesso de preparo, que elimina a rugosidade na superfície também concorre para elevar a perda de solo por erosão ou para acelerar o processo erosivo, segundo PRIMAVESI (1982).

Para MOORE & LARSON (1979) os solos agrícolas têm variados graus de armazenamento de água no micro-relevo superficial. Este armazenamento é altamente dependente da história recente da superfície do solo, sendo modificado pela ação da chuva, do vento, do preparo do solo e das práticas de cultivo. O armazenamento no micro-relevo pode ser usado para aumentar a conservação do solo e da água. Isto é conseguido principalmente pela escolha dos métodos de preparo que produzam superfícies rugosas com grande armazenamento superficial, desta forma aumentando a infiltração, reduzindo o deflúvio superficial e controlando a erosão hídrica.

BURWELL et al. (1963) afirmam que, em adição ao armazenamento da água no espaço poroso total da camada de solo arado, o armazenamento da água pode ser efetuado, temporariamente, nas depressões da superfície do solo criadas pelas operações de preparo. A magnitude de tal armazenamento superficial depende do tipo da rugosidade superficial. Volumes de depressões superficiais criados por equipamentos de preparo podem ser significativos. Esta rugosidade superficial é especialmente relevante para o manejo da água. A capacidade temporária de armazenamento dessas depressões são influenciadas pela sua orientação com respeito a direção do declive.

RÖMKENS & WANG (1986) afirmam que variações sistemáticas de altura na superfície do solo são devidas à ação de implementos agrícolas, tais como sulcos causados por arados ou escarificadores. Essas marcas são uni-direcionais, estendem-se pelo campo inteiro e podem ter de 100 a 200 mm de profundidade. Este tipo de rugosidade é também chamada pelos autores de rugosidade orientada.

GAYLE & SKAGGS (1978) definem micro-armazenamento como armazenamento em depressões pequenas ou que não podem ser facilmente observadas visualmente e macro-armazenamento em depressões maiores causadas pelas ondulações topográficas da superfície da terra.

LINDEN & VAN DOREN Jr. (1986) consideram que a rugosidade induzida pelo preparo é a configuração do solo

causada pelo tráfego de máquinas e pela orientação dos blocos de solo que foram quebrados, removidos, destruídos e rearranjados durante o preparo, sendo que o tipo de implemento e as condições do solo tem grande influência na configuração resultante.

LEHRSCHE et al. (1987) afirmam que a rugosidade afeta a infiltração, o armazenamento da água em depressões da superfície do solo, o deflúvio superficial, a evaporação e outros processos.

Para ZOBECK & ONSTAD (1987) a rugosidade do solo afeta muitas características físicas como infiltração, radiação e reflexão solar, temperatura do solo, evaporação, erosão e traficabilidade, devendo-se entender que a rugosidade não orientada da superfície do solo é diferente da rugosidade orientada causada por implementos de preparo.

Segundo estes mesmos autores, áreas de solo com superfície rugosa armazenam, temporariamente, mais água nas suas depressões do que áreas menos rugosas. O aumento do volume de armazenamento superficial resulta em aumento do aprisionamento de sedimentos, redução no movimento de sedimentos no deflúvio superficial, e, conseqüentemente redução da erosão. Consideram, por outro lado, que o armazenamento nas depressões diminui com o aumento do declive e à medida que a rugosidade do solo vai diminuindo com o passar do tempo.

DE LIMA et al. (1989) concluíram que o armazenamento em depressões, como um resultado do preparo do

solo, pode ser considerado importante no processo de erosão hídrica e informam ter sido demonstrado que a infiltração, a evaporação, a reflexão da radiação solar, o deflúvio superficial e outros fenômenos tais como a troca de ar com a atmosfera estão intimamente relacionados com a rugosidade da superfície do solo; além disso, verificaram que recentes conclusões de pesquisadores confirmam o ponto de vista de que o armazenamento em depressões aumenta com o aumento da rugosidade da superfície do solo e com a diminuição da declividade do terreno.

ONSTAD (1984) considera o armazenamento das depressões como o componente da relação chuva-deflúvio criado pela configuração do micro-relavo da superfície do solo. Para esse autor a declividade do terreno afeta a quantidade do armazenamento nas depressões, de sorte que em declives mais íngremes, geralmente, a retenção de água superficial é menor num dado grau de rugosidade do que em declives mais suaves.

ONSTAD (1984) verificou que o deflúvio superficial começa antes que o armazenamento nas depressões esteja completamente satisfeito. Como resultado a quantidade de excesso de precipitação necessária para encher as depressões é maior que o volume das depressões.

LEHRSCHE et al. (1987) verificaram que a rugosidade do solo que ocorre depois do preparo ou cultivo é afetada por fatores do solo. Eles determinaram que as densidades aparentes seca e úmida, medidas na superfície do solo antes do cultivo, responderam pela maior variação na

rugosidade da superfície do solo, explicando 64 e 52% desta variação, respectivamente. Eles concluíram que a densidade aparente apresenta-se como a propriedade de maior potencial para ser relacionada, isoladamente, com a rugosidade da superfície do solo, sendo que com o aumento da densidade, a rugosidade diminui.

Ainda, segundo estes mesmos autores, o conteúdo de água e a textura do solo também mostram-se significativos: o conteúdo de água no cultivo contou com 21% da variação na rugosidade da superfície do solo; sendo que a textura do solo também afeta a rugosidade da superfície do solo depois do cultivo, mas em menor grau.

ONSTAD (1984) afirma que o armazenamento no micro-relevo pode ser aumentado por vários métodos de preparo do solo para conservação de água e de solo. Esse autor lembra que o processo é dinâmico porque a rugosidade não orientada, a densidade aparente e a condutividade hidráulica se alteram com a aplicação de água sobre as superfícies aradas. Para ele essas três variáveis estão diretamente relacionadas com a quantidade de água infiltrada em qualquer superfície de solo, e estão particularmente sujeitas a mudanças em superfícies recentemente aradas que se alteram rapidamente durante as precipitações pluviométricas.

LINDEN & VAN DOREN Jr. (1986) consideram que a rugosidade pode explicar as respostas das culturas ou diferenças na erosão do solo devidas ao preparo.

ROMKENS & WANG (1986) entendem que a rugosidade do solo cultivado é uma característica importante na avaliação do desempenho do preparo do solo, nas condições para semeadura e no controle do deflúvio superficial e da erosão.

2.7. Técnicas convencionais para o controle da erosão em culturas anuais

2.7.1. Terraços

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1985) o terraceamento é uma das práticas mecânicas mais eficientes para controlar a erosão de terras cultivadas. O terraceamento, quando bem planejado e bem executado, reduz as perdas de solo e água pela erosão e previne a formação de sulcos e grotas, sendo mais eficiente quando associado com outras práticas. Isso porque, explicam esses autores, uma área entre dois terraços está sujeita a ação erosiva da chuva e do deflúvio superficial.

RICHARDSON et al. (1969) entendem que os terraços são comumente usados para reduzir a erosão hídrica do solo; tais estruturas contudo, têm como principal deficiência permitir a ocorrência de erosão imediatamente acima do canal, o que resulta na deposição de sedimentos nessa parte do terraço.

Por isso, revestem-se de grande importância as práticas conservacionistas também adotadas nas faixas de terra entre terraços, protegendo-as contra o salpico das gotas de chuva, dificultando o escoamento superficial, facilitando sua infiltração na superfície do solo e, finalmente, abastecendo o lençol freático, segundo LOMBARDI NETO et al. (1988).

2.7.2. Plantio em nível

O plantio em nível é técnica indispensável no cultivo de solos declivosos. Em áreas terraceadas sua aplicação é obrigatória e, nesse caso, a eficiência de ambas as técnicas no controle da erosão é melhorada, de acordo com UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA, 1978).

Segundo USDA (1978) a eficiência do plantio em nível no controle da erosão é pequena ou nula no caso de chuvas ocasionais muito intensas; diminui com o comprimento da encosta; e diminui abaixo e acima dos limites de 3 e 8% de declive.

Ainda segundo USDA (1978) conclui-se que, em certas condições, o emprego do plantio em nível mesmo em áreas terraceadas, pode não apresentar resultados totalmente satisfatórios, em termos de controle de erosão, sendo em tais casos recomendável que essa técnica seja coadjuvada por outros expedientes.

2.7.3. Semeadura em sulcos

CARTER & CARREKER (1969) afirmam que sulcos dispostos mais ou menos perpendicularmente ao sentido do declive do terreno atuam como barreiras ao escoamento da água na superfície do solo e efetivamente controlam a erosão de solos com declives. Esses autores realizaram experimentos que mostraram que sulcos com gradiente reduziram a erosão 44% em relação a sulcos sem gradiente e, até mesmo, 76% em relação a sulcos morro abaixo.

RICHARDSON et al. (1969) notaram que, no sistema de terraceamento paralelo, os sulcos paralelos ao canal do terraço funcionavam como terraços em miniatura, conduzindo a água para fora da área cultivada sem concentrá-la no canal do terraço, desta forma, reduzindo a erosão entre terraços. Todavia, a profundidade e gradiente destes sulcos num sistema de terraços paralelos não são grandes, não sendo eles suficientemente capazes de carregar todo o deflúvio superficial. Um sistema de sulcos projetado para que cada sulco carregue todo o excesso de chuva que cai sobre ele eliminaria a erosão entre terraços, propõe esses autores.

HARRIS & WATSON (1971) observam que sulcos com gradiente são estruturas de controle de erosão relativamente estáveis que podem eliminar ou controlar, como desejado, a erosão em sulcos na superfície do solo, e todas as reversões de gradiente dos sulcos devem ser eliminadas se os sulcos com

gradiente se destinarem a prevenir a erosão em sulcos entre linhas de cultura.

2.8. Aração em camas

WORKMAN & FAUSEY (1985), informam que um tipo de técnica que promove a drenagem superficial e que está sendo usado agora em associação com o preparo do solo conservacionista é a aração em "camas largas e sulcos". O aumento no volume de água armazenado claramente mostra que as camas largas podem ser usadas muito eficientemente como técnica de drenagem superficial controlada. Esta afirmação concorda com os resultados encontrados por DOTY & WIERSMA (1969).

DOTY & WIERSMA (1969) sugerem o uso de "Camas" para o controle da erosão entre terraços, especialmente durante o período em que a cultura não oferece proteção ao solo. Segundo esses autores, essas "camas" são configurações geométricas construídas com arado, durante o preparo do solo, e podem armazenar água e reduzir a quantidade de deflúvio superficial, especialmente se usadas entre terraços.

A técnica de construção das "camas" consiste em se iniciar a aração sobre uma linha nivelada básica, movimentando a terra para cima dessa linha na ida e na volta, e continuar de acordo com a terminologia proposta por VASQUES FILHO (1992), executando movimento de terra em sentido convergente, com o trator descrevendo trajetória abrindo a

quadra, em sentido horário até que seja atingida a largura desejada de "cama". Para esse autor para se iniciar a trajetória a ser seguida pelo tratorista para dar início à construção da segunda "cama", paralela à primeira, deve ser presa à frente do trator uma haste, que mantida perpendicularmente à primeira "cama" levará em sua extremidade um pedaço de corrente arrastado no sulco da última passagem de arado feita na construção da primeira "cama". O comprimento dessa haste desde a extremidade onde está a corrente até a direção do meio da roda traseira do trator é igual a metade da largura das "camas".

DOTY & WIERSMA (1969) determinaram que o efeito do preparo do solo em "camas" sobre a produtividade da cultura do milho variou com a distribuição da precipitação: em relação ao preparo convencional, a produtividade aumentou quando a distribuição da chuva foi irregular.

O plantio em "camas" pode ser muito eficiente como uma técnica de controle de erosão, permitindo que o espaçamento entre terraços seja aumentado, segundo DOTY & WIERSMA (1969).

2.9. Custos financeiros de preparo do solo

Em se tratando de práticas agrícolas conservacionistas mecânicas, o principal custo envolvido refere-se ao uso de máquinas agrícolas, segundo BALASTREIRE (1987).

O custo de um sistema de aração está relacionado diretamente com a eficiência de campo, que é uma relação entre capacidade de campo efetiva e a capacidade de campo teórica, assim sendo pode-se concluir que todos os fatores que afetam a capacidade de campo efetiva irão afetar a eficiência de campo do conjunto considerado, de acordo com BALASTREIRE (1987).

A capacidade de campo efetiva, continua o mesmo autor, é afetada pelos fatores: largura nominal de trabalho, porcentagem da largura de trabalho efetivamente utilizada, velocidade de deslocamento e tempos perdidos no campo durante a operação. Entre os tempos perdidos no campo, são de considerável importância os tempos perdidos nas manobras de cabeceira, os quais são uma função do formato do talhão trabalhado, da topografia do terreno e da presença de obstáculos.

A capacidade de campo teórica é baseada na largura de corte do implemento, velocidade de deslocamento, rotação por minuto e marcha utilizadas, além do perímetro do pneu.

DUARTE et al. (1988) citam, para arado de discos, eficiência de campo de 70 a 90%, com velocidade média real de trabalho entre 5,0 e 10,0 km/h. Estes valores concordam com os observados por BALASTREIRE (1987), de velocidade entre 4,7 e 9,7 km/h e eficiência de campo entre 69 e 89% para máquinas de preparo de solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características gerais da área

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi realizado um experimento de campo em solo classificado como Podzólico Vermelho Escuro Latossólico álico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa, sendo seus atributos químicos e teor de argila apresentados na Tabela 1, de acordo com VIDAL TORRADO et al. (1993).

Tabela 1. Atributos químicos e teor de argila do solo.

Profundidade	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	V	m	Argila
cm		%	ppm		meq/100g				%	
0-20	5,3	2,5	3	0,18	2,8	1,5	0,4	44	10	56
20-40	4,8	2,1	2	0,07	1,5	1,0	1,3	23	35	61
40-60	4,6	1,9	2	0,06	1,5	0,5	2,0	16	50	61
60-80	4,6	1,7	2	0,04	1,2	0,4	1,9	13	53	60
80-100	4,6	1,7	2	0,04	0,9	0,3	2,1	10	62	61

pH CaCl_2 (1:2,5); M.O. oxidação pelo Na_2SO_4 , e quantificação por colorimetria; P, K, Ca, Mg extraídos pela resina de troca iônica, sendo o P quantificado por colorimetria e o K, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica; Al extraído pelo KCl 1N e determinado por titulação ácido base; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio e argila pelo método da pipeta.

A área de ocorrência desse solo situa-se num vale formado pelo rio Piracicaba sobre depósitos cenozóicos predominantemente arenosos da formação Rio Claro que se assentam sobre os folhelhos e siltitos permianos da formação Corumbataí; estes, por sua vez, se encontram sobre os sedimentos do permiano inferior da formação Irati, com folhelhos betuminosos, siltitos e calcário, de acordo com DEMATTÉ et al. (1992).

A área onde foi instalado o experimento pertence à Universidade de São Paulo e está localizada na Fazenda Areão da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", no Município de Piracicaba (SP), que tem como coordenadas geográficas 22°44' de latitude sul e 47°33' de longitude oeste.

O clima da região de acordo com Köppen, é classificado como Cwa, ou seja, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco. A temperatura média do mês mais frio é menor que 18°C e do mês mais quente ultrapassa 22°, segundo COMISSÃO DE SOLOS (1960), que também informa que o índice pluviométrico anual varia entre 1100 e 1700 mm; a estação seca ocorre entre abril e setembro, sendo julho o mês mais seco; o total de chuva do mês mais seco não ultrapassa 30 mm; e o mês mais chuvoso oscila entre janeiro e fevereiro.

Os dados meteorológicos referentes aos meses de realização do experimento encontram-se no Apêndice 2 e foram fornecidos pelo Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP.

3.2. Delineamento experimental

O experimento constou do cultivo de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob dois sistemas de preparo do solo, a saber: (a) Preparo convencional e, (b) Preparo em camas. Esses dois tratamentos foram dispostos em um delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições, perfazendo um total de 8 parcelas. Por sorteio, o solo nas parcelas 2, 4, 5, e 8 foi preparado pelo sistema de preparo em camas e nas parcelas 1, 3, 6 e 7 pelo sistema de preparo convencional. As parcelas, cuja localização é mostrada na Figura 1, tem por dimensões 12m de largura por 50m de comprimento ocupando, portanto, cada uma, uma área de 600m².

3.3. Preparo do solo

No preparo do solo, realizado no dia 09/04/92, foi utilizado um trator MF 275, com um arado fixo de três discos de 26", com largura de trabalho de 1,0m e um trator MF 265 com uma grade em tandem de 20 discos de 18".

Nas parcelas que receberam o preparo convencional foi feita uma aração com o trator operado em 1ª marcha simples, a 1300 - 1400 rotações por minuto (r.p.m.) e uma gradagem também em 1ª marcha simples.

ESTRADA PIRACICABA - RIO CLARO

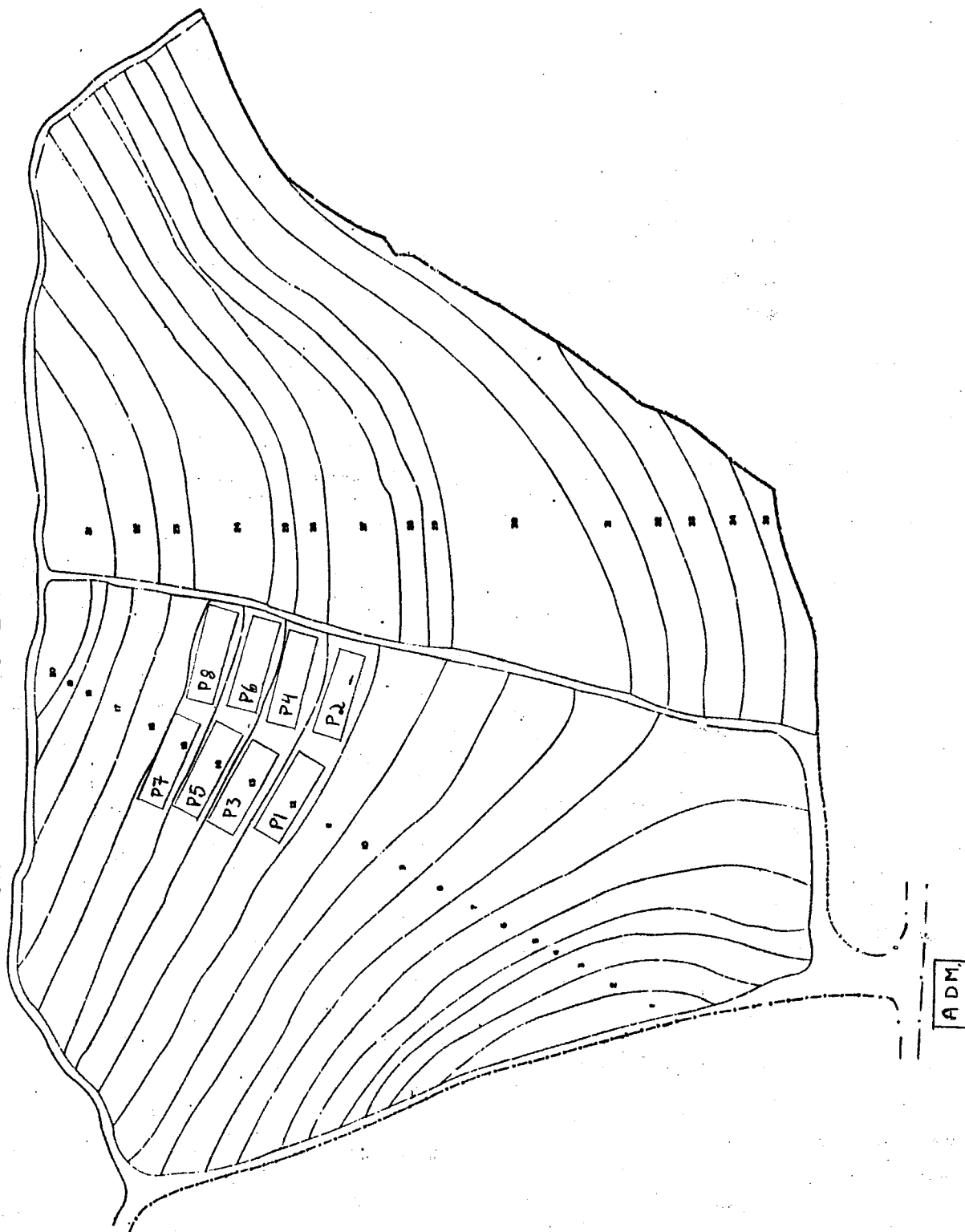


Figura 1. Mapa de localização das parcelas.

Nas parcelas que receberam o preparo em camas foi utilizada uma técnica descrita por VASQUES FILHO (1992) baseada nas propostas apresentadas por DOTY & WIERSMA (1969) (Figura 2), na qual a trajetória abrindo a quadra, em sentido horário, produz movimento de terra convergente ao longo da linha central da cama.

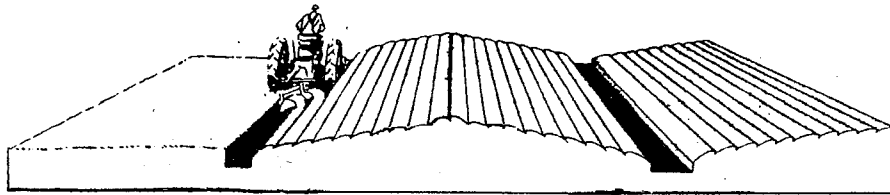


Figura 2. Aspecto geral da "cama".

Para indicar a trajetória a ser seguida pelo tratorista, durante a aração para a construção das camas, usou-se uma haste de bambu presa à frente do trator. A distância entre a extremidade desta haste até o centro da roda traseira direita do trator era de 1,0 m, portanto, igual à largura de trabalho do arado.

Na extremidade da haste, à direita da roda, foi colocado pendente um pedaço de corrente de 50 cm de comprimento.

A haste, durante a construção das camas, era mantida perpendicularmente aos sulcos produzidos pelo terceiro disco do arado, sendo o pedaço de corrente arrastado ao longo deste sulco.

No percurso de ida a corrente é arrastada no fundo do sulco de arado resultante da construção da cama feita anteriormente e no percurso de volta no fundo do sulco produzido no percurso de ida (Figura 3).

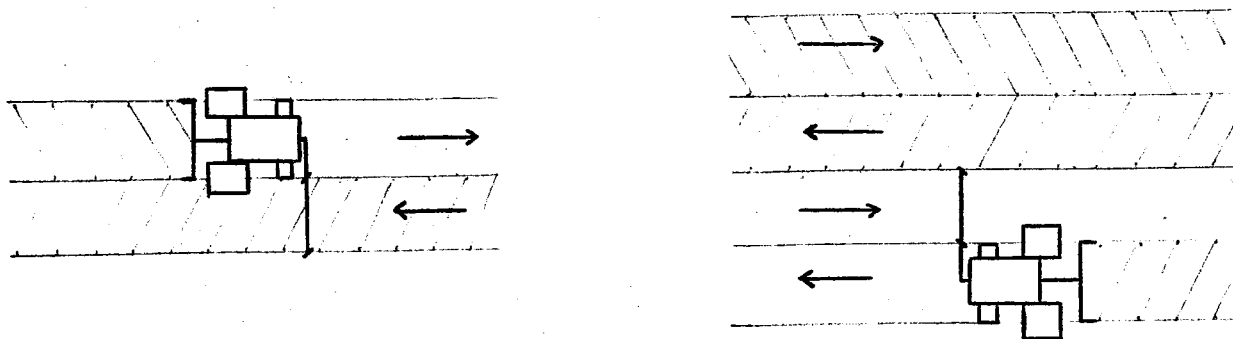


Figura 3. Esquema de construção da cama.

A distância da extremidade da haste até o centro da roda direita do trator é, dessa forma, também igual à metade da largura de uma cama, que tem por conseguinte largura de 2,0 m.

No presente estudo foram necessárias duas passadas de arado de ida e duas de volta para que cada cama atingisse a altura aproximada de 0,25m. Testes realizados previamente indicaram que em solo arenoso apenas uma passada de ida e uma de volta seriam suficientes, segundo Vasques Filho⁴. Na construção das camas o trator foi operado em 3ª marcha reduzida, a 1300-1400 r.p.m.

A gradagem necessária para destorroar o solo após a aração foi feita de modo a preservar os sulcos entre as camas, posicionando-se a grade nas encostas destas com o último disco correndo no fundo dos sulcos. Nesta operação, o trator foi operado em 1ª marcha simples, a 1300-1400 r.p.m. Como resultado desta operação houve diminuição da profundidade dos sulcos.

⁴ VASQUES FILHO, J. (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba). Comunicação pessoal, 1991.

3.4. Controle de ervas daninhas

O controle de ervas daninhas teve início antes da semeadura, com a aplicação do herbicida Trifluralina, em dosagem de 4 litros do produto para 400 litros de água por hectare. Nesta operação foram utilizados um trator MF 50X e um pulverizador Jacto com 11 bicos 110-04 em leque, espaçados de 50cm. Na incorporação do herbicida ao solo foi feita uma gradagem, na qual se empregaram os mesmos equipamento e método utilizados na gradagem de destorroamento.

3.5. Semeadura

A semeadura foi executada em 10/04/92, tendo sido utilizados nesta operação um trator MF 275, operado em 1ª marcha simples, a 1600 r.p.m. e uma semeadora Semeato de 4 linhas. Foram distribuídas 12 sementes/m da variedade Carioca em linhas espaçadas de 0,50m, num total de 70 kg de sementes, o que equivale a 146 kg/ha, quantidade necessária para obtenção de uma população de 200.000 plantas/ha.

Nas parcelas com preparo em camas as rodas do trator foram mantidas no fundo dos sulcos, e conseqüentemente as duas linhas centrais de plantas ficaram em posição mais elevada do que as duas linhas laterais, o que tornou necessário que a semeadora fosse regulada de forma particular.

3.6. Adubação

Simultaneamente com a semeadura, foram aplicados, em sulcos, 80 kg de adubo na fórmula 4:30:16, equivalente a 167 kg/ha. No dia 01/05/92 foram aplicados, manualmente, 180 kg/ha de nitrocálcio, com 22% de nitrogênio, como adubação de cobertura.

3.7. Controle fitossanitário

As sementes receberam tratamento com fungicida Rhodiuran, na dosagem de 150 g/100 kg de sementes, antes da semeadura.

Para o controle de pragas usou-se Tameron BR, na dosagem de 0,5 l/ha, com pulverizador costal Jacto, com bico cônico, no dia 16/05.

No controle da antracnose, cuja presença foi verificada na cultura, utilizou-se Manzate, na dosagem de 240 g/100 l de água, no dia 16/06. Nessa aplicação o trator se movimentava ao longo do comprimento das parcelas, sem entrar nas mesmas, utilizando metade da barra de pulverização sobre a cultura, para não causar danos.

3.8. Determinação dos custos financeiros

Durante a operação de aração foi medido o consumo de combustível e para tanto, o tanque do trator foi completado com diesel antes do início e ao final dos trabalhos de aração em cada parcela. Nessa determinação o trator foi mantido em superfície nivelada horizontalmente.

O tempo utilizado para a aração das parcelas foi anotado, possibilitando a determinação da velocidade do conjunto trator-arado em cada parcela.

A capacidade de campo teórica é definida, por DUARTE et al. (1988), como desempenho obtido pela máquina se esta trabalhasse 100% do tempo à velocidade média de trabalho, utilizando 100% de sua largura nominal de trabalho. Para a obtenção da velocidade média, determinou-se o tempo gasto pelo trator para percorrer uma distância de 50 m, nas marchas 3ª reduzida e 1ª simples, utilizadas nas parcelas com tratamento em camas e convencional, respectivamente. Tal procedimento foi necessário pois, na aração do experimento, só foi cronometrado o tempo total de campo.

A capacidade de campo efetiva (C_e) é a razão entre uma certa área trabalhada (A) e o tempo total de campo (T), segundo DUARTE et al. (1988).

$$C_e = A/T$$

Ainda de acordo com estes mesmos autores, a eficiência de campo (E_c) é a razão entre a capacidade de campo efetiva e a capacidade de campo teórica.

$$E_c = C_e/C_t$$

Para o cálculo do custo da aração, única operação realizada de modo diferente nos tratamentos, foram utilizados conceitos e programa para computador de DUARTE et al. (1988). Os parâmetros e equações utilizadas encontram-se no Apêndice 1.

3.9. Levantamento do perfil da superfície do solo

O perfil da superfície do solo, nas parcelas que receberam preparo em camas, foi levantado em secção perpendicular ao comprimento dos sulcos, ou seja, na direção do declive do terreno, no centro das parcelas. Utilizou-se o nível de precisão para esta determinação.

Foram realizados dois levantamentos. No primeiro, logo após a semeadura no dia 11/04, a distância entre os pontos não foi constante, pois tentou-se levantar os pontos mais expressivos no perfil. O segundo levantamento foi executado imediatamente depois da colheita, no dia 17/07; neste a distância entre pontos foi mantida de 20 cm, ao longo de todos os perfis.

3.10. Cálculo da capacidade de armazenamento de água dos sulcos

Para o cálculo da área da secção perpendicular dos sulcos usou-se o procedimento preconizado por REZENDE & SCALOPPI (1985), no qual é utilizado o perfil médio do sulco. No presente estudo, o perfil médio de sulco de cada parcela com camas foi obtido através da média dos cinco sulcos existentes em cada parcela.

Para a obtenção de cada perfil demarcou-se graficamente uma perpendicular (A) ao plano horizontal que contém o ponto de maior profundidade do sulco. Marcou-se nessa perpendicular pontos (y) distanciados igualmente de 1cm. Passando por esses pontos (y) traçaram-se linhas horizontais e perpendiculares à reta (A) com comprimento (B) determinado pelo encontro destas linhas com a superfície do solo (Figura 4). Medindo estes comprimentos (B), tem-se uma tabela na qual a cada profundidade (y) corresponde uma largura (B). O perfil médio do sulco é então calculado por:

$$B = n$$

$$P = \sum B / n, \text{ onde } n \text{ é o número de perfis}$$

$$B = 1$$

Com os dados do perfil médio define-se, através de regressão, a equação da secção transversal que segue a forma:

$B = b y^c$, onde b e c são os parâmetros empíricos.

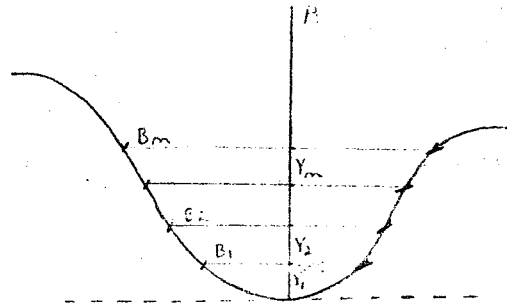


Figura 4. Esquema para determinação do perfil médio do sulco.

Integrando-se a equação anterior em relação à altura obtém-se a área:

$$A = \frac{b}{c + 1} y^{c+1}$$

Tendo-se a área da secção perpendicular do sulco obtém-se o volume armazenado por metro de sulco.

A profundidade média do sulco de cada parcela foi determinada pela altura que a água armazenada nos sulcos podia alcançar sem transbordar por cima das camas.

No presente trabalho estudou-se o armazenamento nos sulcos resultantes do preparo do solo em camas. A irregularidade não orientada produzida pela aração, tanto nas parcelas como camas quanto nas de preparo convencional não foi objeto de estudo.

3.11. Determinação da tensão da água no solo

O fenômeno de adsorção da água pela fração sólida do solo, principalmente pelas argilas, confere à água um estado de tensão, isto é, pressão sub-atmosférica. Assim, toda vez que um solo não estiver saturado, nele existe ar e, portanto, existem interfaces água/ar que lhe conferem o estado de tensão. Esta tensão é denominada por muitos autores como componente matricial do potencial total da água, segundo REICHARDT (1977).

No presente estudo utilizaram-se tensiômetros da Soilmoisture, cuja estrutura é formada por cápsula de cerâmica porosa, tubo de plástico e vacuômetro, que fornece medição de tensão em centibar, permitindo, teoricamente, leituras de até 100 centibares.

Os tensiômetros foram instalados, de acordo com as instruções do fabricante. Essa instalação foi realizada no dia 16/05, com isso não foi possível a obtenção de dados de tensão nos estádios de germinação e iniciais de crescimento vegetativo.

Usaram-se 12 conjuntos de tensiômetros, com profundidade de 15, 30 e 45 cm, num total de 36 tensiômetros. Nas parcelas com camas foram instalados dois conjuntos, um no fundo do sulco e outro na parte superior das camas.

As leituras foram programadas para serem feitas de 2 em 2 dias, porém essa programação nem sempre pode ser cumprida. Na época mais seca procurou-se fazer leituras diárias.

Os tensiômetros foram retirados no dia 15/07.

3.12. Determinação do rendimento da cultura

Foram retiradas plantas, como amostras, para a determinação do rendimento nos sulcos, na parte superior das camas e nas parcelas convencionais, no dia 13/07. No total foram obtidas, ao acaso, 24 amostras, sendo cada amostra composta pelas plantas de um metro de linha de plantas. As parcelas convencionais forneceram duas amostras por parcela e as parcelas com camas 4 amostras por parcela, duas no sulco e duas na parte superior da cama.

Os grãos de feijão de cada amostra foram pesados em balança de precisão.

3.13. Análise química do solo para fins de fertilidade

Após a colheita, no dia 23/07, foram retiradas amostras de solo para análise de fertilidade, nos sulcos, na parte superior das camas e nas parcelas convencionais. Foram retiradas 3 amostras de cada situação, em cada parcela, as quais depois misturadas forneceram uma amostra composta para ser analisada pelo Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Ciência do Solo, da ESALQ/USP (Apêndice 4).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Custos

O combustível consumido e a velocidade utilizada na aração de cada parcela, bem como a capacidade de campo efetiva e a eficiência de campo do trator e arado usados, encontram-se na Tabela 2. Dessa tabela, também constam o custo da aração por hora e por hectare.

Fazendo-se a análise de variância, teste F e teste de Tukey, utilizando-se como tratamentos o custo da aração convencional, da aração em camas com 2 passagens do arado e da aração em camas com uma passagem, estimada, do arado, verificou-se que o custo da aração convencional diferiu significativamente, ao nível de 1% de probabilidade, do custo das arações em cama (Tabelas 3 e 4).

O maior custo das arações em camas, tanto com duas passagens de arado para formar a cama quanto com uma passagem do arado, esta só estimada, pode ser explicado pela capacidade de campo efetiva e eficiência de campo menores que as calculadas para as parcelas com tratamento convencional.

Tabela 2. Dados de custo da aração por parcela, em dólar comercial (\$).

Parcela	Combustível (L/h)	Tempo total (min)	Cap. campo efetiva (ha/h)	Eficiência de campo (%)	Custo (\$/h)	Custo (\$/ha)
1	7,5	15	0,24	40,9	15,56	64,85
2	2,4	50	0,14	33,9	13,18	91,54
2†	1,2	25	0,14	33,9	12,62	90,15
3	7,5	15	0,24	40,9	15,56	64,85
4	3,1	48	0,15	35,3	13,52	90,13
4†	1,6	24	0,15	35,3	12,81	85,38
5	4,8	41	0,18	41,4	14,28	81,16
5†	2,4	20	0,18	41,4	13,18	73,23
6	6,9	13	0,28	47,3	15,29	55,21
7	7,5	14	0,26	43,8	15,30	59,86
8	4,3	42	0,17	40,2	14,07	82,76
8†	2,1	21	0,17	40,2	13,04	76,71

† Tratamento caso estimado para 01 passagem de arado.

Tabela 3. Dados para análise estatística de custo em dólar comercial por hectare.

Rep.	1	2	3	4	Total	\bar{x}
Trat.						
Convencional	64,85	64,85	55,21	59,86	244,77	61,19b (\bar{x}_{co})
Cama	91,54	90,13	81,16	82,76	345,59	86,40a (\bar{x}_c)
Cama†	90,15	85,38	73,23	76,71	325,47	81,37a (\bar{x}_{cs})

† Tratamento cama estimado para 01 passagem de arado.

Tabela 4. Resultado da análise de variância e teste F para custo por hectare.

Cause Var.	GL	SS	MS	s	F	F(tab)
Tratamento	2	1423,496	711,748	26,678	19,62††	$F_{3x} = 4,26$
Resíduo	9	326,592	36,278	6,023		$F_{1x} = 8,02$
Total	11	1749,998				

$$\dagger \text{ Teste de Tukey: } s_x = q \frac{s}{\sqrt{r}} = 3,95 \frac{6,01}{\sqrt{4}} = 11,87 \quad s_x = 5,43 \frac{6,01}{\sqrt{4}} = 16,32$$

$$Y_1 = \bar{x}_c - \bar{x}_{co} = 86,40 - 61,19 = 25,21\dagger\dagger$$

$$Y_2 = \bar{x}_{cs} - \bar{x}_{co} = 81,37 - 61,19 = 20,18\dagger\dagger$$

$$Y_3 = \bar{x}_c - \bar{x}_{cs} = 86,40 - 81,37 = 5,03$$

A diferença nas marchas utilizadas nos dois tratamentos, bem como tempos perdidos maiores na aração das camas foram os principais responsáveis pela redução na capacidade de campo efetiva e eficiência de campo nas parcelas em camas.

Constata-se, também, que os dois parâmetros citados obtiveram valores baixos em todas as parcelas do experimento, quando comparados com os valores apresentados por DUARTE et al. (1988) e BALASTREIRE (1987), devido ao tempo total de aração das parcelas ter sido grande.

4.2. Armazenamento de água na superfície do solo

As equações para cálculo da área de secção perpendicular dos sulcos, bem como a profundidade média do sulco de cada parcela e a área média do sulco correspondente à essa profundidade, nas épocas de semeadura e colheita encontram-se na Tabela 5.

Em cada 1 m de comprimento de sulco tem-se $100\bar{A}$ cm³ ou $0,1\bar{A}$ litro para armazenar água e na área 1 ha tem-se $500\bar{A}$ litros para o armazenamento superficial de água. Usando-se os valores de área médios por parcela tem-se os dados apresentados na Tabela 6.

Tabela 5. Equações da área da secção perpendicular dos sulcos, profundidade e áreas médias do sulco por parcela e por época.

Parcela	Época	Equação área	Prof. média (y) (cm)	Área média (A) (cm ²)
2	semeadura	$5,303 y^{0.98}$	9,8	49,65
	colheita	$10,084 y^{0.79}$	9,2	58,21
4	semeadura	$5,260 y^{0.96}$	10,2	48,89
	colheita	$12,711 y^{0.73}$	7,8	56,94
5	semeadura	$5,579 y^{0.90}$	12,6	54,56
	colheita	$12,692 y^{0.72}$	12,2	76,86
8	semeadura	$4,811 y^{1.01}$	12,2	60,18
	colheita	$14,834 y^{0.69}$	10,4	74,65

Tabela 6. Volume para armazenamento superficial de água.

Parcela	Época	Volume armazenável por 1m de sulco (l)	Volume armazenável por 1 ha (l)
2	semeadura	4,965	24.825
	colheita	5,821	29.105
4	semeadura	4,889	24.445
	colheita	5,694	28.475
5	semeadura	5,456	27.280
	colheita	7,686	38.430
8	semeadura	6,018	30.090
	colheita	7.465	37.325
Média	semeadura	5,332	26.660
	colheita	6,666	33.332,5

Fazendo-se análise de variância e teste F, para verificar a existência de diferença significativa entre a área média da secção perpendicular dos sulcos na semeadura e na colheita, obteve-se resultado não significativo (Tabela 7).

Tabela 7. Resultado da análise de variância e teste F para área média da secção transversal dos sulcos na semeadura e na colheita.

C.V.	GL	SQ	QM	s	F	F tab
Trat.	1	356,177	356,177	18,873	5,14	5,99
Resíduo	6	415,451	69,240	8,231		
Total	7	771,628				

O perfil dos sulcos das parcelas na semeadura e na colheita encontram-se no Apêndice 5.

De forma geral, o volume para armazenamento de água nos sulcos das parcelas aradas em camas diminuiu com o aumento da declividade média de cada parcela, apesar da declividade média ser muito pequena em todas as parcelas, as quais encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Declividade média das parcelas.

Parcela	Declividade média (%)
1	0,578
2	0,395
3	0,481
4	0,407
5	0,267
6	0,261
7	0,378
8	0,307

Pelos dados obtidos de volume para armazenamento de água (Tabela 6), verifica-se que a prática de aração em camas pode ser incluída entre as práticas mecânicas de controle de erosão, de acordo com as definições de BERTONI & LOMBARDI NETO (1985) e BERTOLLINI et al. (1988).

De acordo com os dados resultantes desse estudo, a aração em camas aumenta a rugosidade orientada e, com isso, aumenta o armazenamento de água no micro-relevo superficial do solo em relação ao preparo, o que concorda com as observações de MOORE & LARSON (1979), BURWELL et al. (1963), ROMKENS & WANG (1986) e LINDEN & VAN DOREN Jr. (1986).

O volume de água armazenado nos sulcos criados pela aração em camas deixa de participar do processo erosivo e com isso levaria, com base em ZOBECK & ONSTAD (1987), a

maior controle da erosão do solo comparativamente ao preparado pelo método convencional.

A diminuição do volume armazenável nos sulcos, com o aumento da declividade das parcelas, encontrada neste trabalho concorda com as afirmações de ZOBECK & ONSTAD (1987), DE LIMA et al. (1989) e ONSTAD (1984).

4.3. Rendimento

Os dados de rendimento obtidos no presente estudo encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Dados de rendimento por parcela e por tratamento.

Parcela	Tratamento	Produtividade (kg/ha)
1	convencional	1282,0
2	sulco	878,5
	cama	803,0
3	convencional	1402,0
4	sulco	1929,4
	cama	1629,3
5	sulco	1803,0
	cama	1880,0
6	convencional	1967,2
7	convencional	1504,6
8	sulco	1679,5
	cama	1541,8

Devido a ocorrência severa de antracnose nas parcelas 1 e 2, a qual afetou a produtividade dessas parcelas, esses dados não foram utilizados na análise estatística realizada.

A análise de variância e o teste F não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 10 e 11).

Também não houve diferença estatística quando aplicado o teste de Tukey às médias de tratamentos e blocos.

Teste de Tukey:

$$s_{\alpha} = q \frac{s}{\sqrt{r}} = 3,93 \frac{173,13}{\sqrt{3}} = 392,83$$

$$\hat{Y}_2 = \bar{m}_a - \bar{m}_{c0} = 1803,97 - 1624,6 = 179,37$$

$$\hat{Y}_2 = \bar{m}_a - \bar{m}_c = 1803,97 - 1683,7 = 120,27$$

$$\hat{Y}_3 = \bar{m}_c - \bar{m}_{c0} = 1683,7 - 1624,6 = 59,1$$

$$\hat{Y}_4 = \bar{m}_{b3} - \bar{m}_{b4} = 1883,4 - 1575,3 = 308,1$$

$$\hat{Y}_5 = \bar{m}_{b3} - \bar{m}_{b2} = 1883,4 - 1653,57 = 229,83$$

$$\hat{Y}_6 = \bar{m}_{b2} - \bar{m}_{b4} = 1653,57 - 1575,3 = 78,27$$

Tabela 10. Dados para análise estatística do rendimento por parcela.

Trat.	Bloco			Total trat	\bar{x} trat.
	2	3	4		
Sulco	1929,4	1803,0	1679,5	5411,9	1803,97(\bar{x}_s)
Cana	1629,3	1880,0	1542,8	5051,1	1683,70(\bar{x}_c)
Convencional	1402,0	1967,2	1505,6	4873,8	1624,60(\bar{x}_{cc})
Total bl.	4960,7	5650,2	4725,9	15336,8	
\bar{x} bl.	1653,57	1883,4	1575,3		
	(\bar{x}_{b2})	(\bar{x}_{b3})	(\bar{x}_{b4})		

Tabela 11. Resultado da análise de variância e teste F para o rendimento.

Causa Var.	GL	SS	QM	S	F	F(tab)
Blocos	2	150.439	75.219,5	274,26	2,51	6,94
Tratamento	2	50.121	25.060,5	158,3	0,84	0,0255
Resíduo	4	119.902	29.975,5	173,13		
Total	8	320.462				

Apesar de não haver diferença estatística significativa entre as médias dos tratamentos, observa-se que a média de rendimento obtida nos sulcos (1803,97 kg/ha) é maior do que as médias nas camas (1683,7 kg/ha) e no tratamento convencional (1624,6 kg/ha).

Isto poderia ser explicado pela maior retenção de água nos sulcos, pois durante o ciclo da cultura ocorreram períodos longos sem chuva, como pode ser verificado no Apêndice 2, principalmente durante os estádios de florescimento e frutificação. Porém, os dados de tensão da água no solo, obtidos através das leituras dos tensiômetros instalados a 15, 30 e 45 cm de profundidade nos sulcos, camas e tratamentos convencionais, não permitem afirmar que houve diferença entre a quantidade de água nestes locais (Apêndice 3).

As análises químicas realizadas, com amostras de solo dos sulcos, camas e tratamentos convencionais estão no Apêndice 4. As análises químicas, não demonstram diferenças significativas, que possam explicar a diferença entre o rendimento obtido nos sulcos, camas e tratamentos convencionais.

A ocorrência de escassez de água no florescimento e enchimento dos grãos, em se tratando de cultivo de feijoeiro da seca, já era esperado de acordo com FANCELLI (1987). As necessidades hídricas das plantas, de 3 mm/dia, conforme FANCELLI (1987) e OLIVEIRA (1990), não puderam ser atendidas nos períodos de seca.

Os rendimentos, acima de 1400 kg/ha, foram obtidos apesar da deficiência hídrica ocorrida no estágio de florescimento, tido como período mais sensível ao déficit de água na cultura do feijoeiro, segundo DUBETZ & MAHALE (1969), RAGGI et al. (1972), MAGALHÃES & MILLAR (1978), ARARIPE (1984), GUIMARÃES (1988) e MOREIRA et al. (1988).

Esses rendimentos alcançados confirmam a afirmação de CHAGAS (1988), e situam-se bem acima do rendimento médio brasileira de 400 kg/ha, citada por FANCELLI (1987).

5. CONCLUSÕES

Os resultados, depois de analisados e interpretados, permitiram a apresentação das seguintes conclusões:

1. Como não houve diferença estatística significativa entre os rendimentos da cultura nas parcelas com preparo convencional e com aração em camas, e o custo da aração em camas foi significativamente maior do que o custo do preparo convencional, não pode-se recomendar o uso desta técnica aos agricultores no atual estágio de estudo da mesma;

2. Uma vez que a água armazenada nos sulcos de aração em camas não participa do processo erosivo, pode-se utilizar esta técnica como auxiliar no controle de erosão; e

3. A técnica que utiliza, presa à frente do trator, uma haste de bambu com uma corrente na extremidade, que vai sendo arrastada no sulco da aração, baseada na técnica descrita por VASQUES FILHO (1992), foi utilizada com sucesso na construção das camas nesse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARARIPE, P.A.P. Efeito do estresse hídrico em dois cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, 1984. 85p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- BALASTREIRE, L.A. Máquinas agrícolas. São Paulo, Manole Ltda., 1987. 310p.
- BARCELLOS, L.C. Ciclos operativos. Sorocaba, CENEA, 1987. 6p.
- BERTOLINI, D.; GALETI, P.A.; DRUGOWICH, M.I. Tipos e formas de terraços. In: SIMPÓSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA. Campinas, 1988. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1988. p.79-98.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba, Livroceres, 1985. 392p.
- BRADY, N.C. The nature and properties of soils. New York, Macmillan Publishing Company, 1990. 621p.
- BURWELL, R.E.; ALLMARAS, R.R.; AMEMIYA, M. A field measurement of total porosity and surface microrelief of soils. *Soils Science Society Proceedings, USA*, 27(6): 697-700, 1963.

- CARTER, C.E. & CARREKER, J.R. Controlling water erosion with graded rows. *Transactions of the ASAE, USA*, 12(5): 677-80, 1969.
- CASTRO, D.M. de. *Preparo do solo para a cultura do milho*. Campinas, Fundação Cargill, 1989. 41p.
- CHAGAS, J.M. Plantio. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. (ed.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1988. cap. 3, p.303-16.
- COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, CNEPA, SNPA, 1960. 634p. (Boletim 12).
- DE LIMA, J.L.M.P.; EPPINK, L.A.A.J.; VAN DER MOLEN, W.H. A kinematic overland flow model to determine depression storage of tilled surfaces. *Soil & Tillage Research, The Netherlands*, 15: 65-78, 1989.
- DEMATTE, J.L.I.; VIDAL-TORRADO, P.; SPAROVEK, G. Influência da drenagem na morfogênese de solos desenvolvidos de rochas básicas no município de Piracicaba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas*, 16(2): 241-74, 1992.
- DOTY, C.W. & WIERSMA, J.L. Geometric shaping and contouring of land as related to potential for surface-storage. *Transactions of the ASAE, USA*, 12(3): 322-25, 1969.

DUARTE, L.P.; MATTOS, Z.P. de B.; NORONHA, J.F.; BALASTREIRE, L.A. Custo dos serviços de máquinas e implementos agrícolas. Piracicaba, USP, ESALQ, Departamento de Economia e Sociologia Rural, 1988. 51p. (Série Manual nº 14).

DUBETZ, S. & MAHALE, P.S. Effects of soil water stress on bush beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) at three stages of growth. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Geneva, 94(5): 479-81, 1969.

FANCELLI, A.L. Cultura do feijão. Piracicaba, FEALQ-ESALQ/USP, 1987. 138p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Elements of agricultural machinery. *FAO Agricultural Services Bulletin* 12, Suppl. 1, Rome, 1977.

GAYLE, G.A. & SKAGGS, R.W. Surface storage on bedded cultivated lands. *Transactions of the ASAE, USA*, 21(1): 101-4, 1978.

GUIMARÃES, C.M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. (ed.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. cap. 2, p.3-20.

HARRIS, W.S. & WATSON, W.S. Graded rows for control of rill erosion. *Transactions of the ASAE, USA*, 14(3): 577-81, 1971.

- KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. (ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. cap. 3, p.249-59.
- KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. **Agronomy Journal**, Madison, 55(1): 31-5, 1963.
- LEHRSCHE, G.A.; WHISLER, F.D.; ROMKENS, M.J.M. Soil surface roughness as influenced by selected soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, The Netherlands, 10: 197-212, 1987.
- LINDEN, D.R. & VAN DOREN Jr., D.M. Parameters for characterizing tillage-induced soil surface roughness. **Soil Science Society of America Journal**, 50(6): 1560-65, 1986.
- LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI Jr., R.; GALETI, P.A.; BERTOLINI, D.; LEPSCH, I.G.; OLIVEIRA, J.B. Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços. In: **SIMPÓSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA**, Campinas, 1988. **Anais**. Campinas, Fundação Cargill, 1988. p.99-124.
- MAGALHÃES, A.A. & MILLAR, A.A. Efeito do déficit de água no período reprodutivo sobre a produção de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 13(2): 55-60, 1978.
- MAZUCHOWSKI, J.Z. & DERPSCH, R. **Guia de preparo do solo para culturas anuais mecanizadas.** Curitiba, ACARPA, 1984. 68p.

- MOORE, I.D. & LARSON, C.L. Estimating micro-relief storage from point data. *Transactions of the ASAE, USA*, 22(5): 1073-77, 1979.
- MOREIRA, J.A.A.; AZEVEDO, J.A. de; STONE, L.F.; CAIXETA, T.J. Irrigação. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. (ed.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. cap. 3, p.317-40.
- MUZILLI, O. Princípios e perspectivas da erosão. In: *Plantio direto no estado do Paraná*. IAPAR, Londrina, PR, 1981. 243p.
- OLIVEIRA, D. de. Evapotranspiração máxima e necessidade de água para irrigação de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) e trigo (*Triticum aestivum*, L.) determinadas por balanço hídrico para seis locais do Paraná. Piracicaba, 1990. 155p. (Mestrado, ESALQ/USP).
- ONSTAD, C.A. Depressional storage on tilled soil surfaces. *Transactions of the ASAE, USA*, 27(3): 729-32, 1984.
- PRIMAVESI, O. Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto. São Paulo, BASF, 1982. 55p.
- RAGGI, L.A.; BERNARDO, S.; GALVÃO, J.D. Efeito do turno de rega em três fases do ciclo do feijoeiro. *Seiva, Viçosa*, 32(76): 35-42, 1972.
- REICHARDT, K. ABC da água na produção agrícola. Piracicaba, 1977. 157p.

- REZENDE, F.C. & SCALOPPI, E.J. Avaliação de métodos para determinação de característica de infiltração em sulcos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20(2): 227-33, 1985.
- RICHARDSON, C.W.; BAIRD, R.W.; FRYREAR, D.W. Graded furrows for water erosion control. *Journal of Soil and Water Conservation, USA*, 24(2): 60-3, 1969.
- ROMKENS, M.J.M. & WANG, J.Y. Effect of tillage on surface roughness. *Transactions of the ASAE, USA*, 29(2): 429-33, 1986.
- TORRADO, P.V.; SPAROVEK, G.; DEMATTÉ; J.L.I.; COOPER, M.; OLIVEIRA, M.C. de; PRADO, G.V.B. dos. *Mapa pedológico detalhado das terras da ESALQ. Piracicaba, 1993.*
- TROEH, F.R.; HOBBS, J.A.; DONAHVE, R.L. *Soil and water conservation for productivity and environmental protection. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA, 1980. 717p.*
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Predicting rainfall erosion losses. Agriculture Handbook number 537, USA, 1978. 58p.*
- VASQUES FILHO, J. Manutenção de terraços. In: SIMPÓSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA. Campinas, 1988. *Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1989.*
- VASQUES FILHO, J. Técnicas alternativas e/ou complementares para a melhoria da eficiência agrícola em áreas terraceadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS DE CERRADO. Goiânia, 1990. *Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1992.*

VIEIRA, C. **Cultura do feijão.** São Paulo, Livroceres, 1983.
146p.

VIEIRA, C. **Perspectiva da cultura do feijão e outras leguminosas de grão no país e no mundo.** In: ZIMMERMANN, M.J. de O. (ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. cap. 1, p.3-20.

WORKMAN, S.R. & FAUSEY, N.R. **Macro relief surface storage on naturally occurring and surface drained plots.** *Transactions of the ASAE, USA*, 28(5): 1612-16, 1985.

ZOBEC, T.M. & ONSTAD, C.A. **Tillage and rainfall effects on random roughness: a review.** *Soil & Tillage Research, The Netherlands*, 9: 1-20, 1987.

APÉNDICE

Apêndice 1. Parâmetros e equações para o cálculo de custo.

CFD: custo fixo devido à depreciação do trator, em unidades monetárias por hora.

CFJ: custo fixo devido aos juros, em unidades monetárias por hora. É o valor dos juros imputados sobre o valor do investimento médio no trator.

CFSI: custo fixo devido aos gastos com seguros e impostos do trator, em unidades monetárias por hora.

CVC: custo variável devido aos gastos com combustível do trator, em unidades monetárias por hora.

CVL: custo variável devido aos gastos com lubrificantes para o trator, em unidades monetárias por hora.

CVMOC: custo variável devido aos gastos com mão de obra contratada como tratorista, em unidades monetárias por hora.

CVMOCR: custo variável devido aos gastos com mão de obra contratada da propriedade usada em reparos e manutenção do trator, em unidades monetárias por hora.

CVMOP: custo variável devido aos gastos com mão de obra do proprietário usada como tratorista, em unidades monetárias por hora.

CVMOPR: custo variável devido aos gastos com mão de obra do proprietário utilizada em reparos e manutenção do trator, em unidades monetárias por hora.

CVRM: custo variável devido aos gastos com reparos e manutenção do trator, em unidades monetárias por hora.

ICFD: custo fixo devido à depreciação do implemento, em unidades monetárias por hora.

ICFJ: custo fixo devido aos juros sobre o valor atual do investimento médio em implemento, em unidades monetárias por hora.

ICFSI: custo fixo devido aos gastos com seguros e impostos para o implemento, em unidades monetárias por hora.

ICVL: custo variável devido aos gastos com lubrificantes para o implemento, em unidades monetárias por hora.

ICVMOCM: custo variável devido aos gastos com mão de obra contratada usada em manutenção do implemento, em unidades monetárias por hora.

ICVMOP: custo variável devido aos gastos com mão de obra do proprietário para a manutenção do implemento, em unidades monetárias por hora.

ICVRM: custo variável devido aos gastos com reparos e manutenção do implemento, em unidades monetárias por hora.

TICCXT: custo caixa total do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICFD: custo fixo devido à depreciação de trator e implemento, em unidades monetárias por hora.

TICFJ: custo fixo devido aos juros sobre o valor médio não depreciado do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICFSI: custo fixo devido aos gastos com seguros e impostos do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICFT: custo fixo total do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICT: custo total do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVC: custo variável devido aos gastos com combustível do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVL: custo variável devido aos gastos com lubrificantes para trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVMOC: custo variável devido aos gastos com mão de obra contratada para a operação do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVMOCM: custo variável devido aos gastos com mão de obra contratada da propriedade utilizada na manutenção do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVMOP: custo variável devido aos gastos com mão de obra do proprietário na operação do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVMOPM: custo variável devido aos gastos com mão de obra do proprietário usada na manutenção do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVRM: custo variável devido aos gastos com reparos e manutenção do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TICVT: custo variável total do trator mais implemento, em unidades monetárias por hora.

TISCFCX: subtotal dos custos fixos caixa do trator com o implemento, em unidades monetárias por hora.

TISCFNCX: subtotal dos custos fixos não caixa do trator com o implemento, em unidades monetárias por hora.

TISCVCX: subtotal dos custos variáveis caixa do trator com o implemento, em unidades monetárias por hora.

TISCVNCX: subtotal dos custos variáveis não caixa do trator com o implemento, em unidades monetárias por hora.

TXJ: taxa de juros, em porcentagem. É o valor da taxa anual de juros que apresenta o custo de oportunidade do capital da empresa no curto e médio prazo. Convém salientar que esta deve ser a taxa real de juros e não a nominal. Assim, por exemplo, se a taxa nominal anual de juros (j) for de 220% e a inflação do período (i) for 195%, a taxa real de juros (r) será de 8.48% a.a., pois: $r = (j - i)/(1+i) = (2.20 - 1.95)/(1 + 1.95) = 0.0848$.

CUSTO ESTIMADO PARA TRATOR MAIS IMPLEMENTO

- 1 - TICVRM = CVRM + ICVRM
- 2 - TICVMOCM = CVMOCR + ICVMOCM
- 3 - TICVC = CVC
- 4 - TICVL = CVL + ICVL
- 5 - TICVMOC = CVMOC
- 6 - TISCVCX = TICVRM + TICVMOCM + TICVC + TICVL + TICVMOC
- 7 - TICVMOPM = CVMOPR + ICVMOPM
- 8 - TICVMOP = CVMOP
- 9 - TICVJ = (TISCVCX/2) * TXJ * 0.01
- 10 - TISCVNCX = TICVMOPM + TICVMOP + TICVJ
- 11 - TICVT = TISCVCX + TISCVNCX
- 12 - TICFFSI = CFSI + ICFSI
- 13 - TISCFCX = TISCFSI
- 14 - TICFD = CFD + ICFD
- 15 - TICFJ = CFJ + ICFJ
- 16 - TISCFNCX = TICFD + TICFJ
- 17 - TICEFT = TISCFCX + TISCFNCX
- 18 - TICCXT = TISCVCX + TISCFCX
- 19 - TICT = TICVT + TICFT

No	ANO	DIA	MES	R.GLOBAL	INSO-	PRECIPÍ-	UNIDADE	VENTO	VENTO	TEMPER.	TEMPER.	TEMPER.	EVAPD-
				2	LACAO	TACAO	RELATIVA	MAXIMO	MEDIO	MAXIMA	MINIMA	MEDIA	RACAO
				cal/cm.d	h/d	mm/alt	%	m/s	km/h	grau C	grau C	grau C	
92	1992	1	ABR	341.00	5.70	0.00	83.00	9.20	8.80	28.70	18.00	23.35	4.80
93	1992	2	ABR	425.00	8.90	0.00	77.00	7.50	7.60	30.00	16.00	23.00	4.81
94	1992	3	ABR	434.00	10.10	0.00	76.00	3.90	4.90	30.20	16.40	23.30	4.84
95	1992	4	ABR	428.00	9.60	0.00	77.00	4.70	5.00	30.60	17.30	23.95	5.06
96	1992	5	ABR	413.00	6.30	0.00	80.00	3.20	4.00	30.50	15.90	23.20	3.79
97	1992	6	ABR	434.00	10.10	8.30	72.00	6.10	5.40	31.70	16.20	23.95	4.70
98	1992	7	ABR	335.00	4.40	0.00	81.00	6.50	5.50	29.60	19.40	24.50	3.92
99	1992	8	ABR	338.00	7.50	0.00	80.00	6.30	8.00	29.80	17.90	23.85	5.02
100	1992	9	ABR	398.00	8.60	0.00	76.00	7.80	10.60	26.30	17.10	21.70	5.60
101	1992	10	ABR	371.00	8.60	0.00	80.00	9.50	6.40	28.70	12.80	20.75	3.79
102	1992	11	ABR	387.00	9.10	0.60	77.00	5.80	8.30	31.40	16.00	23.70	4.79
103	1992	12	ABR	311.00	4.20	2.70	76.00	8.00	10.70	30.00	17.60	23.80	4.53
104	1992	13	ABR	85.00	0.00	16.80	98.00	5.90	6.50	21.90	19.00	20.45	0.28
105	1992	14	ABR	279.00	4.00	0.00	81.00	5.60	6.50	25.60	18.10	21.85	3.76
106	1992	15	ABR	423.00	9.60	0.00	78.00	5.60	6.70	26.10	12.00	19.05	4.39
107	1992	16	ABR	402.00	10.10	0.00	75.00	5.70	6.50	26.60	11.50	19.05	4.20
108	1992	17	ABR	453.00	10.60	0.00	72.00	7.70	8.50	26.90	12.60	19.75	5.26
109	1992	18	ABR	420.00	10.50	0.00	72.00	4.60	7.40	28.60	10.50	19.55	4.56
110	1992	19	ABR	381.00	9.10	15.80	67.00	9.10	6.80	28.40	11.40	19.90	5.65
111	1992	20	ABR	144.00	0.20	16.10	95.00	8.30	6.40	24.20	17.00	20.60	1.03
112	1992	21	ABR	191.00	1.10	0.60	86.00	5.60	8.20	24.20	18.20	21.20	2.32
113	1992	22	ABR	294.00	4.60	0.00	81.00	3.00	4.20	27.10	16.70	21.90	2.78
114	1992	23	ABR	344.00	6.10	11.90	87.00	12.70	7.10	30.30	16.60	23.45	3.65
115	1992	24	ABR	308.00	7.40	0.00	80.00	4.40	4.50	29.80	17.20	23.50	4.18
116	1992	25	ABR	84.00	0.00	5.60	97.00	11.30	5.00	23.60	17.90	20.75	1.44
117	1992	26	ABR	302.00	4.80	0.00	86.00	5.90	8.00	28.60	17.40	23.00	3.46
118	1992	27	ABR	317.00	8.80	0.00	82.00	7.10	10.10	26.40	17.10	21.75	4.50
119	1992	28	ABR	374.00	8.20	0.00	79.00	4.30	4.90	27.80	13.40	20.60	3.16
120	1992	29	ABR	248.00	5.60	1.50	81.00	11.70	12.70	29.10	14.70	21.90	2.98
121	1992	30	ABR	366.00	8.70	0.00	77.00	3.20	4.50	27.20	15.60	21.40	3.70
MEDIA				334.33	6.75	2.66	80.30	6.67	6.99	28.00	15.92	21.96	3.90
TOTAL				10030.00	202.50	79.90	2409.00	200.20	209.70	839.90	477.50	658.70	116.95
DESVIO PADRAO				97.69	3.21	5.26	6.95	2.46	2.10	2.40	2.39	1.61	1.28
VARIANCIA				9543.96	10.31	27.68	48.28	6.07	4.42	5.78	5.70	2.61	1.63
VALOR MAXIMO				453.00	10.60	16.80	98.00	12.70	12.70	31.70	19.40	24.50	5.65
VALOR MINIMO				84.00	0.00	0.00	67.00	3.00	4.00	21.90	10.50	19.05	0.28
DIAS DE CHUVA: 10													

Departamento de Física e Meteorologia , ESALQ/USP . Piracicaba ,
1992 .

No	ANO	DIA	MES	R.GLOBAL 2 cal/cm.d	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm/alt	UNIDADE RELATIVA %	VENTO MAXIMO m/s	VENTO MEDIO km/h	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C	EVAPOR- ACAO
122	1992	1	MAI	243.00	1.10	10.90	88.00	20.00	8.30	28.80	15.00	21.90	4.72
123	1992	2	MAI	180.00	1.60	0.00	89.00	7.50	8.80	25.00	17.00	21.00	2.16
124	1992	3	MAI	50.00	0.00	28.40	98.00	6.30	8.80	25.00	16.60	20.80	1.24
125	1992	4	MAI	285.00	6.00	0.60	88.00	5.10	5.20	25.20	16.50	20.85	2.30
126	1992	5	MAI	300.00	7.20	0.00	85.00	4.70	4.80	26.50	15.00	20.75	3.16
127	1992	6	MAI	353.00	8.20	0.00	80.00	5.60	7.60	27.30	16.00	21.65	4.55
128	1992	7	MAI	320.00	9.10	0.00	80.00	3.50	3.90	26.90	14.20	20.55	3.41
129	1992	8	MAI	306.00	7.70	0.00	81.00	5.50	5.80	26.80	13.80	20.30	3.16
130	1992	9	MAI	324.00	8.70	0.00	75.00	8.80	6.70	28.00	11.80	19.90	3.80
131	1992	10	MAI	329.00	7.70	0.00	79.00	5.00	6.80	28.80	13.40	21.10	3.13
132	1992	11	MAI	348.00	9.50	0.00	77.00	7.50	10.20	30.00	15.00	22.50	4.67
133	1992	12	MAI	306.00	7.70	0.00	74.00	8.90	8.00	30.10	15.50	22.80	2.51
134	1992	13	MAI	75.00	0.00	7.80	94.00	7.00	5.90	21.00	17.50	19.25	0.98
135	1992	14	MAI	206.00	2.30	0.00	84.00	2.60	3.80	25.10	16.60	20.85	2.52
136	1992	15	MAI	300.00	6.70	0.00	84.00	5.60	5.90	27.40	13.50	20.45	2.75
137	1992	16	MAI	320.00	7.00	0.00	82.00	5.90	6.40	27.70	13.80	20.75	3.24
138	1992	17	MAI	318.00	8.00	0.00	74.00	9.80	4.60	29.30	15.20	22.25	4.56
139	1992	18	MAI	179.00	1.30	4.80	82.00	8.50	8.90	26.80	18.30	22.55	1.90
140	1992	19	MAI	98.00	0.00	0.50	94.00	6.10	6.50	22.40	18.80	20.60	1.26
141	1992	20	MAI	231.00	5.20	0.00	82.00	6.50	7.10	23.00	13.50	18.25	2.91
142	1992	21	MAI	350.00	8.60	0.00	82.00	3.00	4.20	26.40	9.70	18.05	1.80
143	1992	22	MAI	315.00	6.70	20.80	76.00	12.90	11.90	28.60	15.00	21.80	5.30
144	1992	23	MAI	183.00	4.10	0.00	88.00	3.70	5.40	22.60	14.20	18.40	2.48
145	1992	24	MAI	306.00	6.60	0.00	81.00	5.40	8.00	23.80	11.20	17.50	3.16
146	1992	25	MAI	329.00	7.50	0.00	80.00	4.30	4.60	27.30	9.80	18.55	2.14
147	1992	26	MAI	311.00	8.10	0.00	74.00	4.30	7.20	27.30	13.30	20.30	3.52
148	1992	27	MAI	332.00	9.30	0.00	71.00	9.20	10.80	27.70	12.80	20.25	3.72
149	1992	28	MAI	255.00	4.10	0.00	72.00	10.00	11.80	27.00	15.60	21.30	3.58
150	1992	29	MAI	323.00	9.40	0.00	71.00	11.40	9.40	28.90	16.80	22.85	3.95
151	1992	30	MAI	270.00	5.60	0.00	80.00	7.70	4.70	28.90	17.70	23.30	2.91
152	1992	31	MAI	194.00	2.20	0.00	82.00	8.80	7.00	25.40	16.20	20.80	3.02
MEDIA				265.77	5.72	2.38	81.52	7.13	7.06	26.61	14.82	20.71	3.05
TOTAL				8239.00	177.20	73.80	2527.00	221.10	219.00	825.00	459.30	642.15	94.51
DESVIO PADRAO				81.24	3.08	6.39	6.68	3.38	2.21	2.26	2.23	1.45	1.05
VARIANCIA				6599.34	9.47	40.86	44.57	11.46	4.88	5.12	4.98	2.12	1.11
VALOR MAXIMO				353.00	9.50	28.40	98.00	20.00	11.90	30.10	18.80	23.30	5.30
VALOR MINIMO				50.00	0.00	0.00	71.00	2.60	3.80	21.00	9.70	17.50	0.98
DIAS DE CHUVA:				7									

Departamento de Física e Meteorologia , ESALQ/USP . Piracicaba ,
1992 .

NO	ANO	DIA	MES	R.GLOBAL 2 cal/cm.d	INSO- LACAO h/d	PRECIPITACAO mm/alt	UMIDADE RELATIVA %	VENTO MAXIMO m/s	VENTO MEDIO km/h	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C	EVAPORACAO RACAO
153	1992	1	JUN	231.00	3.20	0.00	83.00	5.50	8.00	25.30	14.50	19.90	2.56
154	1992	2	JUN	290.00	8.80	0.00	79.00	3.60	4.10	28.20	14.70	21.45	1.88
155	1992	3	JUN	281.00	7.30	0.00	80.00	5.30	7.00	28.20	13.40	20.80	4.26
156	1992	4	JUN	258.00	7.70	0.00	82.00	4.90	6.40	27.90	13.30	20.60	2.32
157	1992	5	JUN	299.00	9.60	0.00	83.00	13.00	12.60	28.60	13.90	21.25	4.76
158	1992	6	JUN	261.00	6.20	0.00	71.00	6.00	6.40	30.00	18.20	24.10	2.74
159	1992	7	JUN	291.00	7.20	0.00	73.00	6.70	7.70	30.60	16.40	23.50	4.76
160	1992	8	JUN	291.00	6.70	0.00	71.00	6.10	7.80	29.40	16.00	22.70	3.24
161	1992	9	JUN	251.00	3.50	0.00	75.00	3.40	5.20	28.00	14.30	21.15	2.62
162	1992	10	JUN	192.00	1.30	0.00	82.00	2.40	3.50	26.50	15.10	20.80	1.75
163	1992	11	JUN	245.00	5.40	0.00	83.00	5.00	5.30	26.50	14.90	20.70	2.98
164	1992	12	JUN	306.00	9.50	0.00	77.00	5.40	7.30	24.80	12.00	18.40	3.53
165	1992	13	JUN	327.00	9.00	0.00	77.00	7.50	7.10	25.10	8.10	16.60	3.09
166	1992	14	JUN	294.00	7.00	0.00	76.00	7.50	7.20	23.80	8.40	16.10	3.05
167	1992	15	JUN	318.00	8.00	0.00	73.00	5.00	7.50	25.10	8.00	16.55	2.86
168	1992	16	JUN	336.00	9.30	0.00	70.00	5.60	7.80	25.00	8.10	16.55	3.30
169	1992	17	JUN	321.00	9.20	0.00	75.00	4.20	7.30	23.90	7.40	15.65	2.89
170	1992	18	JUN	296.00	6.60	0.00	74.00	4.30	7.50	23.40	7.90	15.65	2.48
171	1992	19	JUN	306.00	9.10	0.00	71.00	5.60	8.10	25.20	7.30	16.25	3.01
172	1992	20	JUN	285.00	7.10	0.00	71.00	5.70	11.70	27.20	11.80	19.50	3.40
173	1992	21	JUN	302.00	9.20	0.00	73.00	5.90	7.30	27.60	12.80	20.20	3.22
174	1992	22	JUN	290.00	7.80	0.00	75.00	4.80	7.00	28.20	12.50	20.35	3.42
175	1992	23	JUN	305.00	9.10	0.00	71.00	4.60	8.30	29.00	11.80	20.40	3.46
176	1992	24	JUN	296.00	8.70	0.00	72.00	4.30	7.70	28.80	13.10	20.95	3.34
177	1992	25	JUN	306.00	8.60	0.00	71.00	5.00	7.10	27.80	11.60	19.70	3.42
178	1992	26	JUN	290.00	6.80	0.00	68.00	8.20	8.90	27.40	11.20	19.30	3.32
179	1992	27	JUN	309.00	9.20	0.00	66.00	5.30	7.40	28.80	11.60	20.20	3.65
180	1992	28	JUN	126.00	0.60	0.60	83.00	3.60	4.80	23.20	14.00	18.60	1.11
181	1992	29	JUN	173.00	2.60	0.00	77.00	3.90	7.10	27.40	15.10	21.25	2.05
182	1992	30	JUN	245.00	5.30	0.00	75.00	2.90	6.70	29.60	14.20	21.90	2.64
MEDIA				277.37	6.99	0.02	74.57	5.37	7.26	27.02	12.39	19.70	3.04
TOTAL				8321.00	209.60	0.60	2237.00	161.20	217.80	810.50	371.60	591.05	91.11
DESVIO PADRAO				45.94	2.47	0.11	5.02	1.92	1.78	2.04	2.91	2.27	0.78
VARIANCIA				2110.77	6.08	0.01	25.18	3.70	3.15	4.16	8.48	5.17	0.61
VALOR MAXIMO				336.00	9.60	0.60	83.00	13.00	12.60	30.60	18.20	24.10	4.76
VALOR MINIMO				126.00	0.60	0.00	63.00	2.40	3.50	23.20	7.30	15.65	1.11
DIAS DE CHUVA:				1									

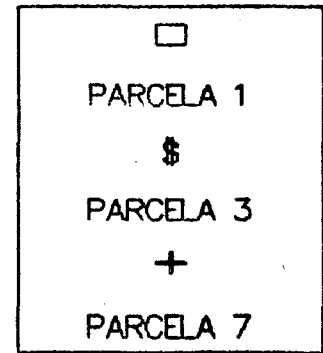
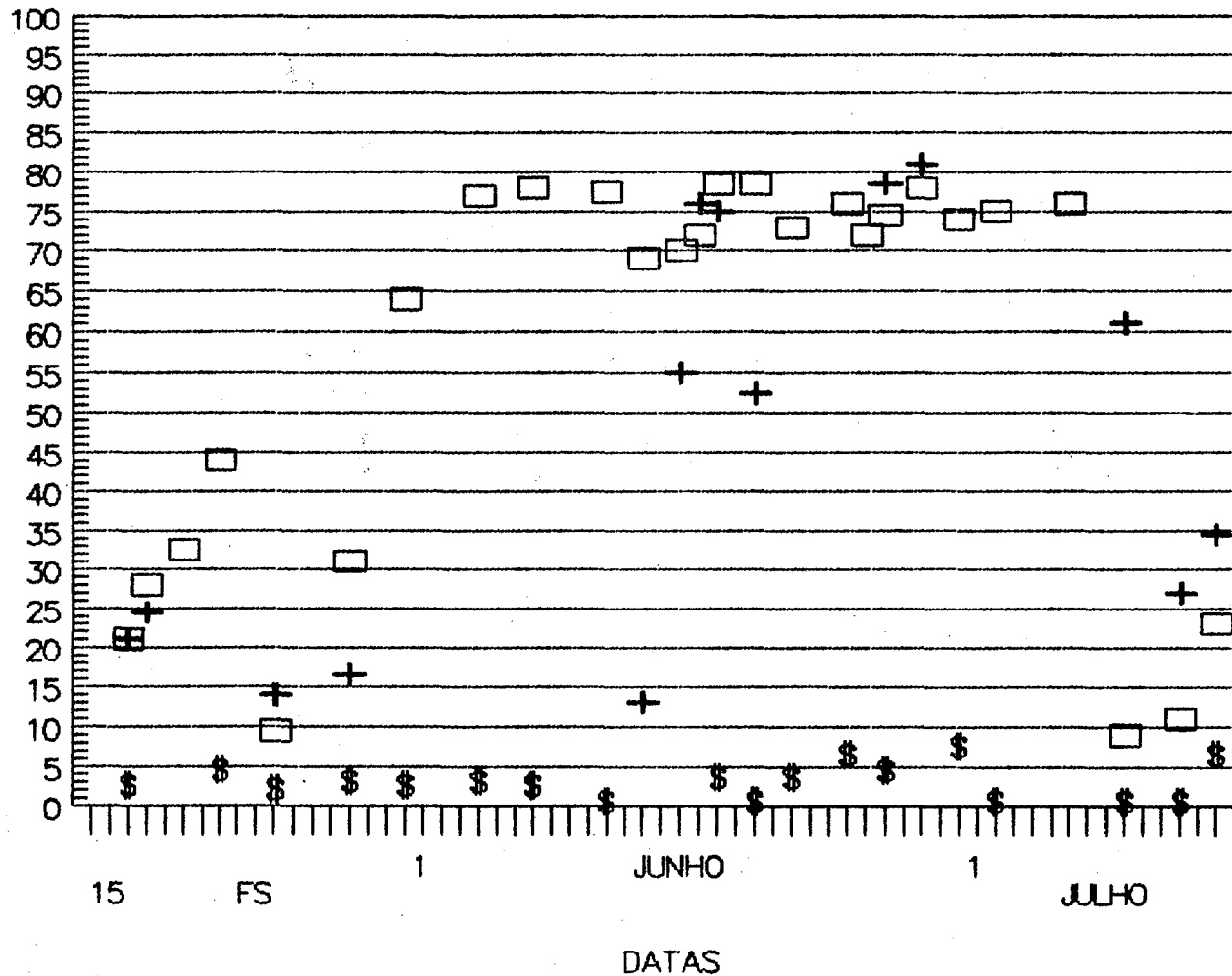
NO	ANO	DIA	MES	R.GLOBAL 2 cal/cm.d	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm/alt	UMIDADE RELATIVA %	VENTO MAXIMO m/s	VENTO MEDIO km/h	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C	EVAPOR- RACAO
183	1992	1	JUL	294.00	8.20	0.00	63.00	9.00	8.50	30.20	13.40	21.80	4.31
184	1992	2	JUL	263.00	6.30	0.00	76.00	6.60	8.60	27.70	13.30	20.50	3.71
185	1992	3	JUL	284.00	6.90	0.00	79.00	8.80	9.80	25.70	14.80	20.25	4.20
186	1992	4	JUL	216.00	3.00	0.00	78.00	5.70	7.00	27.50	13.30	20.40	2.80
187	1992	5	JUL	312.00	9.00	0.00	63.00	8.90	10.20	28.40	13.20	20.80	4.68
188	1992	6	JUL	267.00	7.20	5.70	77.00	19.50	11.50	27.40	13.40	20.40	4.03
189	1992	7	JUL	68.00	0.00	11.00	85.00	6.80	13.40	14.40	12.20	13.30	3.36
190	1992	8	JUL	63.00	0.10	19.90	96.00	7.00	9.60	15.80	11.70	13.75	2.16
191	1992	9	JUL	333.00	8.60	0.00	82.00	4.00	4.80	23.80	10.20	17.00	2.08
192	1992	10	JUL	278.00	6.30	0.00	81.00	7.40	8.40	23.60	8.40	16.00	2.82
193	1992	11	JUL	326.00	9.70	0.00	75.00	4.80	6.00	24.80	11.70	18.25	3.04
194	1992	12	JUL	317.00	8.30	0.00	76.00	4.70	5.30	26.00	11.80	18.90	3.09
195	1992	13	JUL	324.00	9.40	0.00	74.00	8.50	8.70	26.60	11.00	18.80	3.71
196	1992	14	JUL	332.00	9.40	0.00	63.00	9.70	10.50	28.20	12.00	20.10	5.12
197	1992	15	JUL	330.00	9.40	0.00	66.00	10.60	10.10	28.80	11.20	20.00	4.46
198	1992	16	JUL	282.00	6.90	0.00	80.00	4.20	5.90	25.70	14.40	20.05	2.53
199	1992	17	JUL	200.00	3.50	0.00	87.00	5.00	4.30	23.40	12.00	17.70	1.44
200	1992	18	JUL	323.00	8.00	0.00	69.00	11.80	12.40	29.40	12.80	21.10	5.24
201	1992	19	JUL	344.00	9.20	0.00	65.00	5.10	6.20	22.20	10.30	16.25	3.81
202	1992	20	JUL	300.00	9.30	0.00	75.00	3.30	3.40	26.20	8.00	17.10	2.36
203	1992	21	JUL	299.00	5.30	0.00	72.00	5.40	6.80	27.10	9.80	18.45	3.07
204	1992	22	JUL	260.00	4.90	0.00	75.00	7.90	8.30	25.80	13.00	19.40	3.61
205	1992	23	JUL	215.00	0.90	0.00	78.00	8.80	14.90	16.60	10.70	13.65	3.05
206	1992	24	JUL	141.00	0.30	0.00	73.00	10.90	18.00	16.80	9.40	13.10	3.77
207	1992	25	JUL	311.00	5.60	0.00	75.00	7.20	13.30	20.50	11.80	16.15	4.35
208	1992	26	JUL	363.00	9.30	0.00	69.00	6.60	7.20	23.60	8.30	15.95	3.88
209	1992	27	JUL	347.00	6.50	0.00	70.00	5.20	8.40	25.60	7.80	16.70	3.39
210	1992	28	JUL	194.00	2.00	0.00	79.00	3.40	7.40	22.20	10.40	16.30	1.42
211	1992	29	JUL	344.00	9.60	0.00	65.00	5.10	7.40	27.60	8.80	18.20	3.86
212	1992	30	JUL	342.00	9.40	0.00	58.00	4.60	7.50	29.80	9.00	19.40	4.20
213	1992	31	JUL	362.00	9.80	0.00	58.00	7.00	9.20	31.20	11.20	21.20	4.78
MEDIA				278.52	6.53	1.18	73.61	7.21	8.81	24.92	11.27	18.10	3.49
TOTAL				8634.00	202.30	36.60	2282.00	223.50	273.00	772.60	349.30	560.95	108.33
DESVID PADRAO				76.76	3.14	4.04	8.41	3.16	3.16	4.25	1.90	2.46	0.97
VARIANCIA				5891.86	9.89	16.33	70.75	9.97	9.96	18.07	3.60	6.04	0.94
VALOR MAXIMO				363.00	9.80	19.90	96.00	19.50	18.00	31.20	14.80	21.80	5.24
VALOR MINIMO				63.00	0.00	0.00	58.00	3.30	3.40	14.40	7.80	13.10	1.42
DIAS DE CHUVA: 3													

Departamento de Física e Meteorologia , ESALQ/USP . Piracicaba ,
1992 .

GRAF 1: Tensiômetros 15 cm profundidade

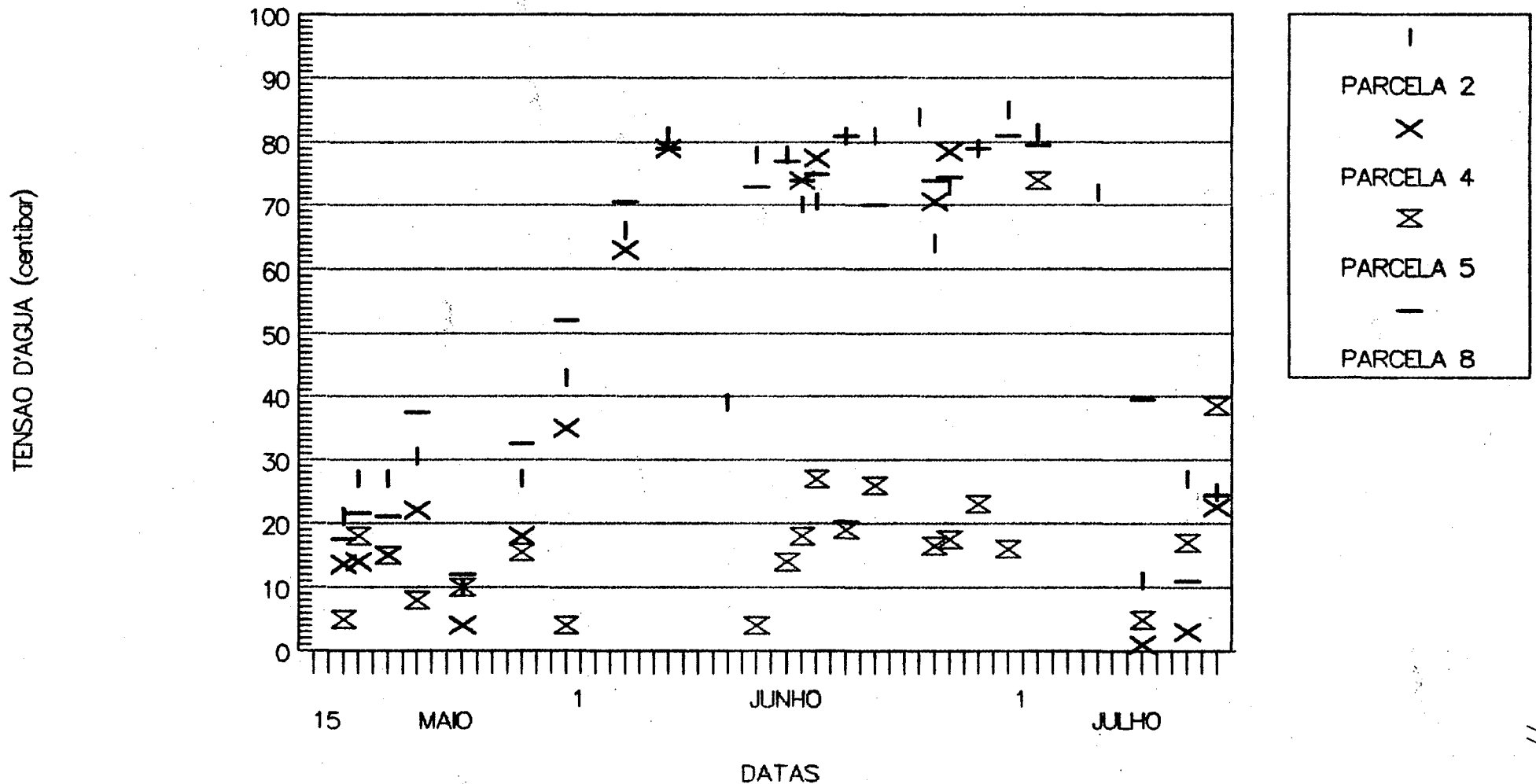
Parcelas convencionais

TENSAO D'AGUA (centibar)



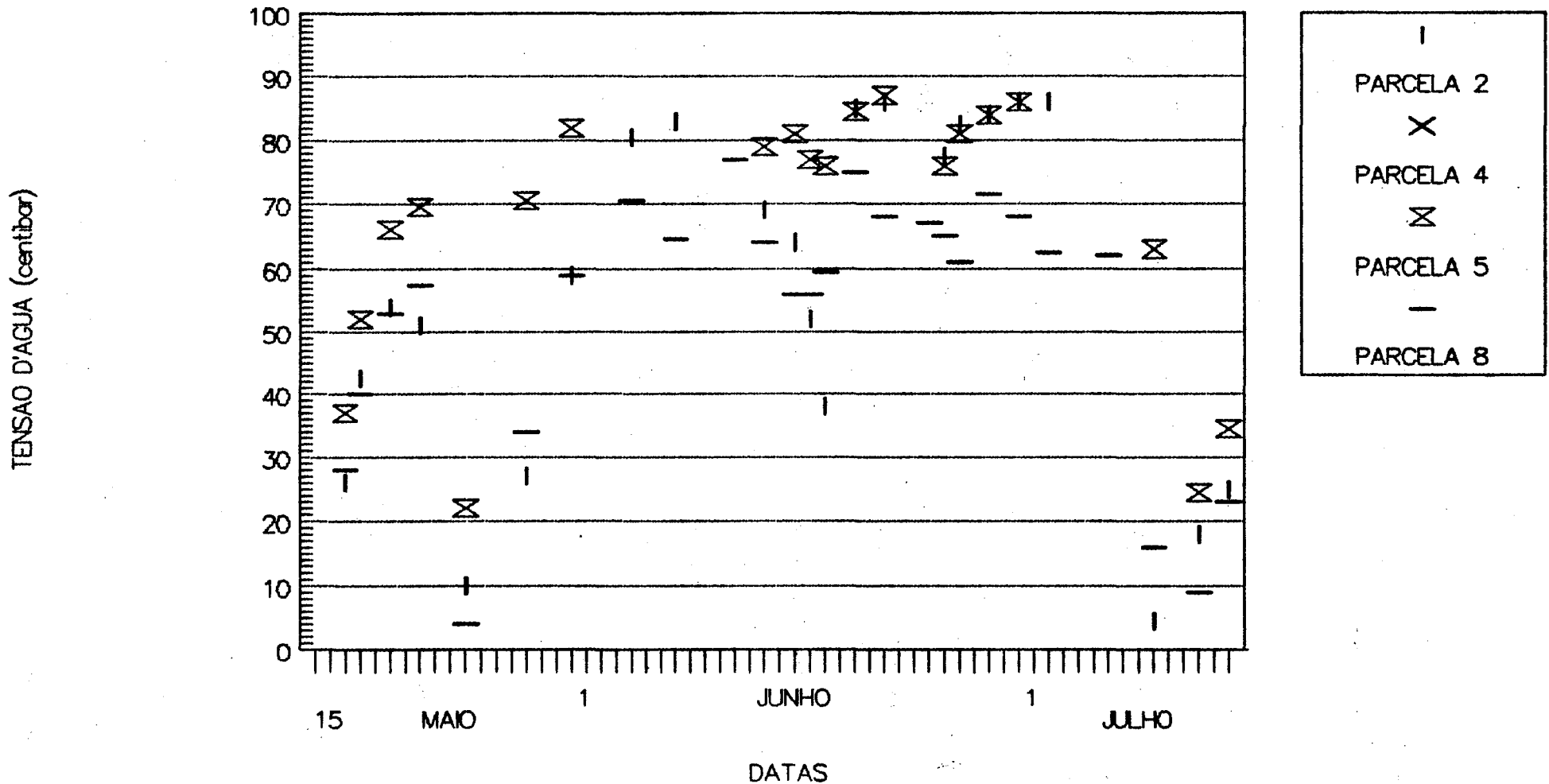
GRAF 2: Tensiômetros 15 cm profundidade

Parcelas em camas, no sulco



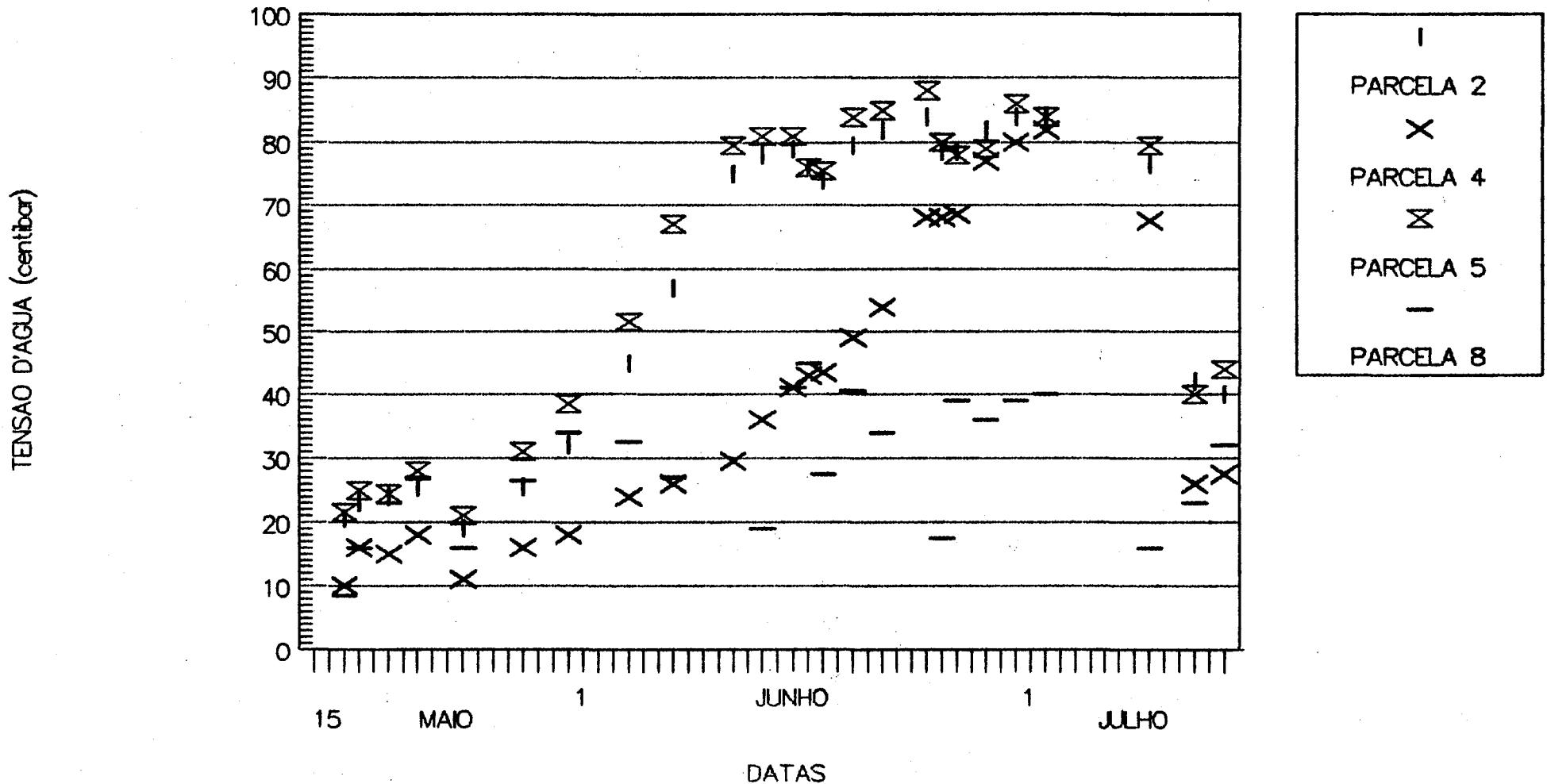
GRAF 3: Tensiômetros 15 cm profundidade

Parcelas em camas, na cama



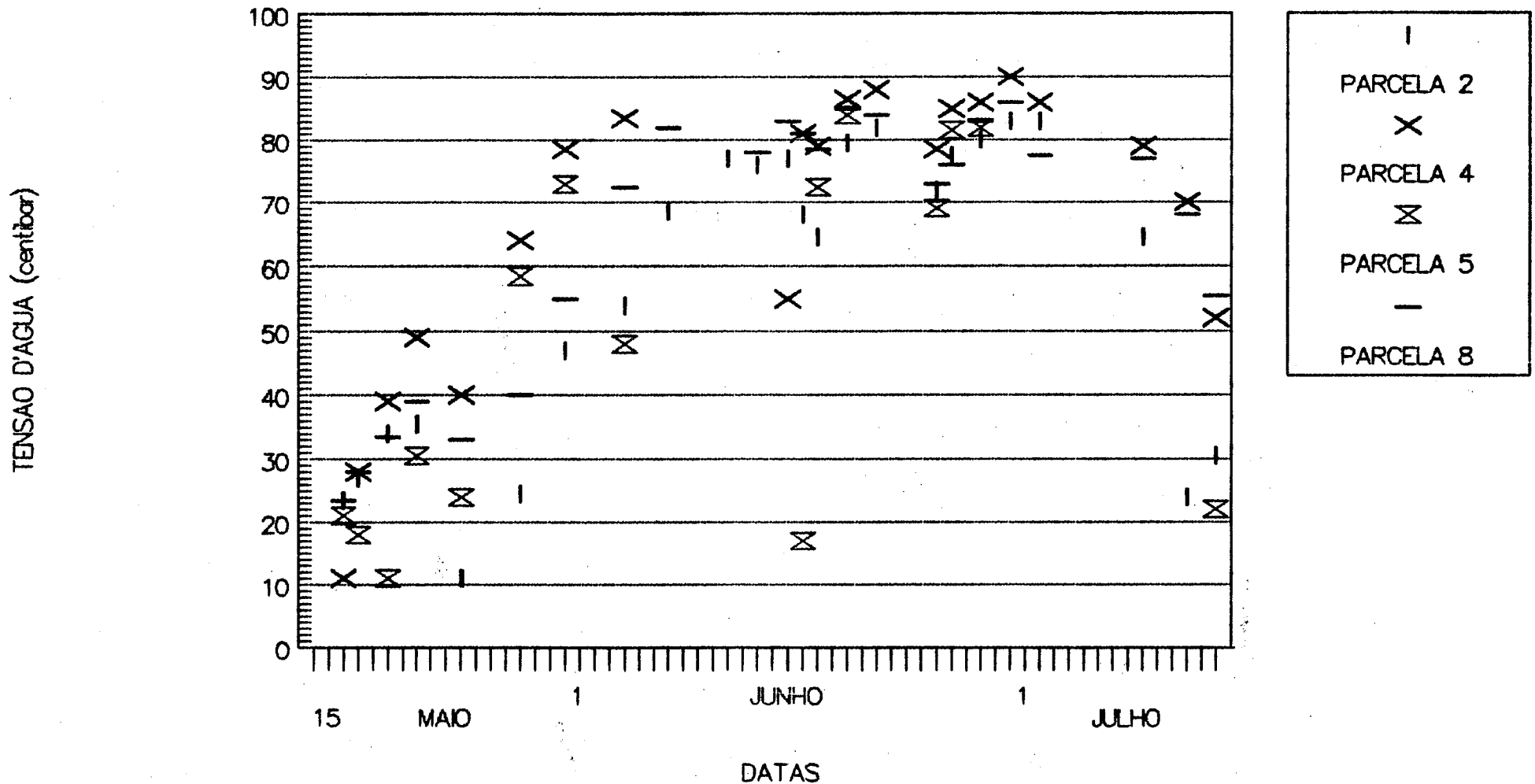
GRAF 5: Tensiômetros 30 cm profundidade

Parcelas em camas, no sulco



GRAF 6: Tensiometros 30 cm profundidade

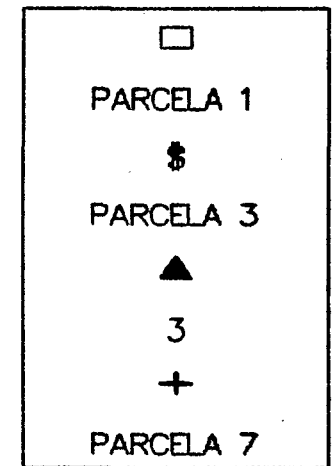
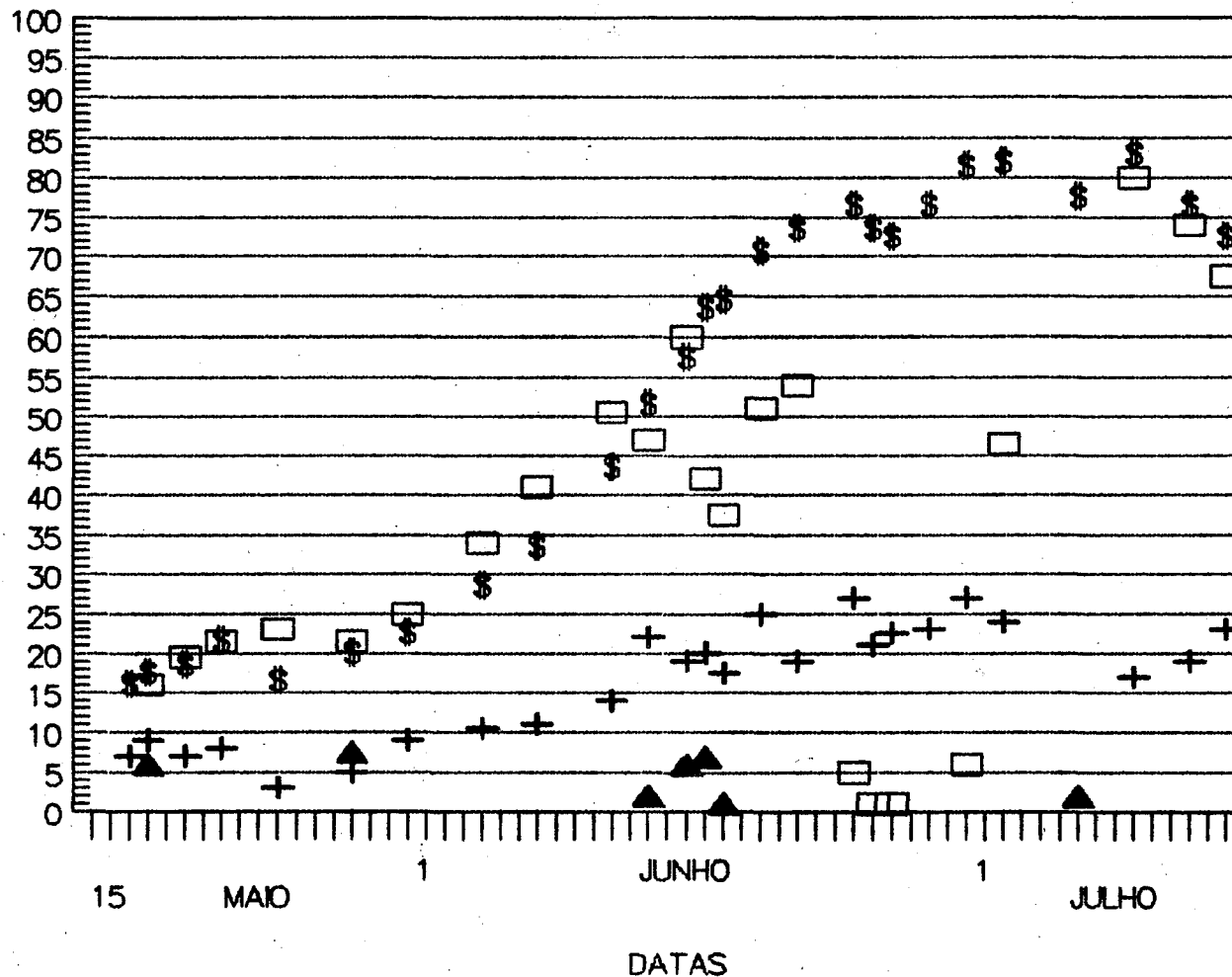
Parcelas em camas, na cama



GRAF 7: Tensiômetros 45 cm profundidade

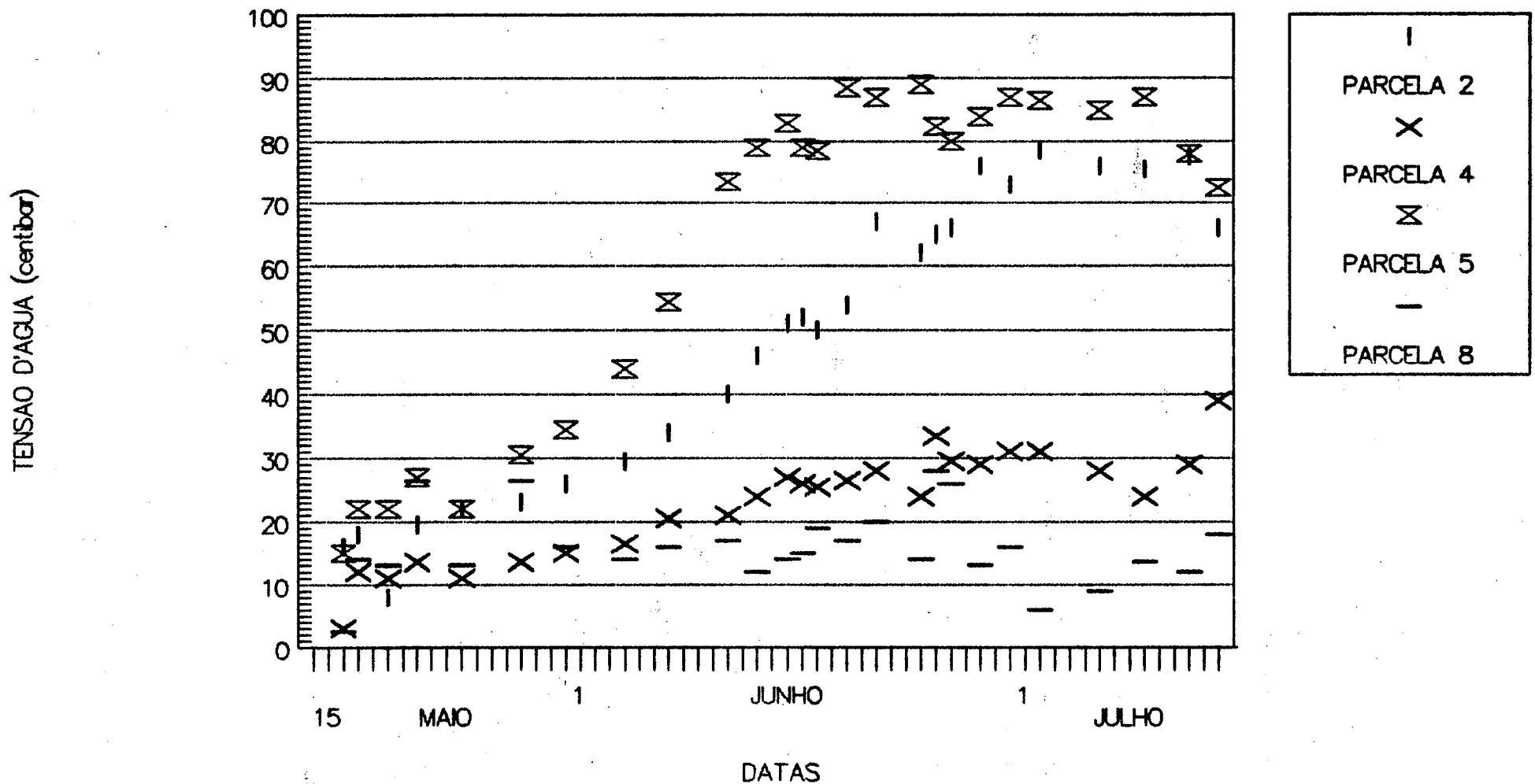
Parcelas convencionais

TENSAO D'AGUA (centibar)



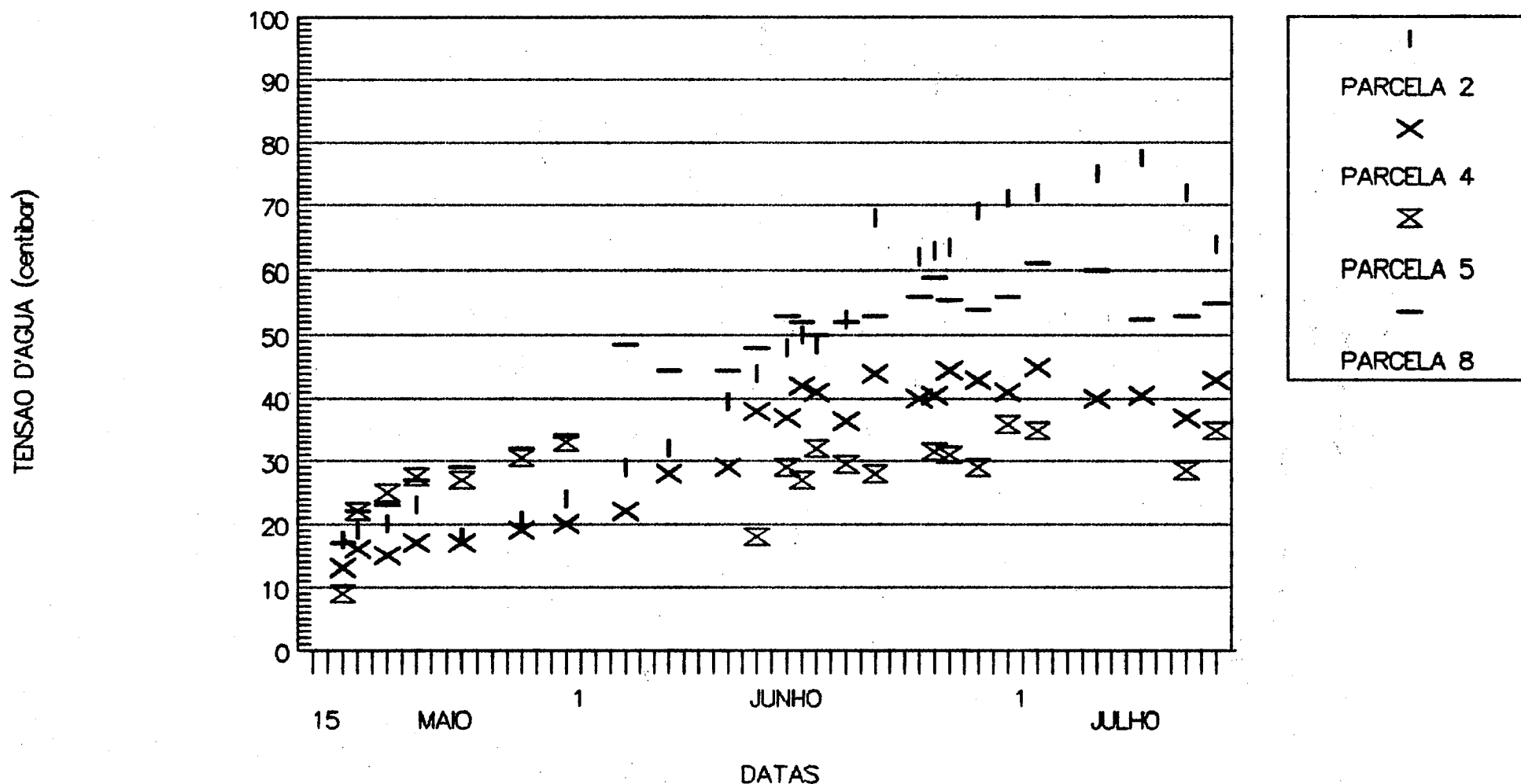
GRAF 8: Tensiômetros 45 cm profundidade

Parcelas em camas, no sulco



GRAF 9: Tensiometros 45 cm profundidade

Parcelas em camas, na cama

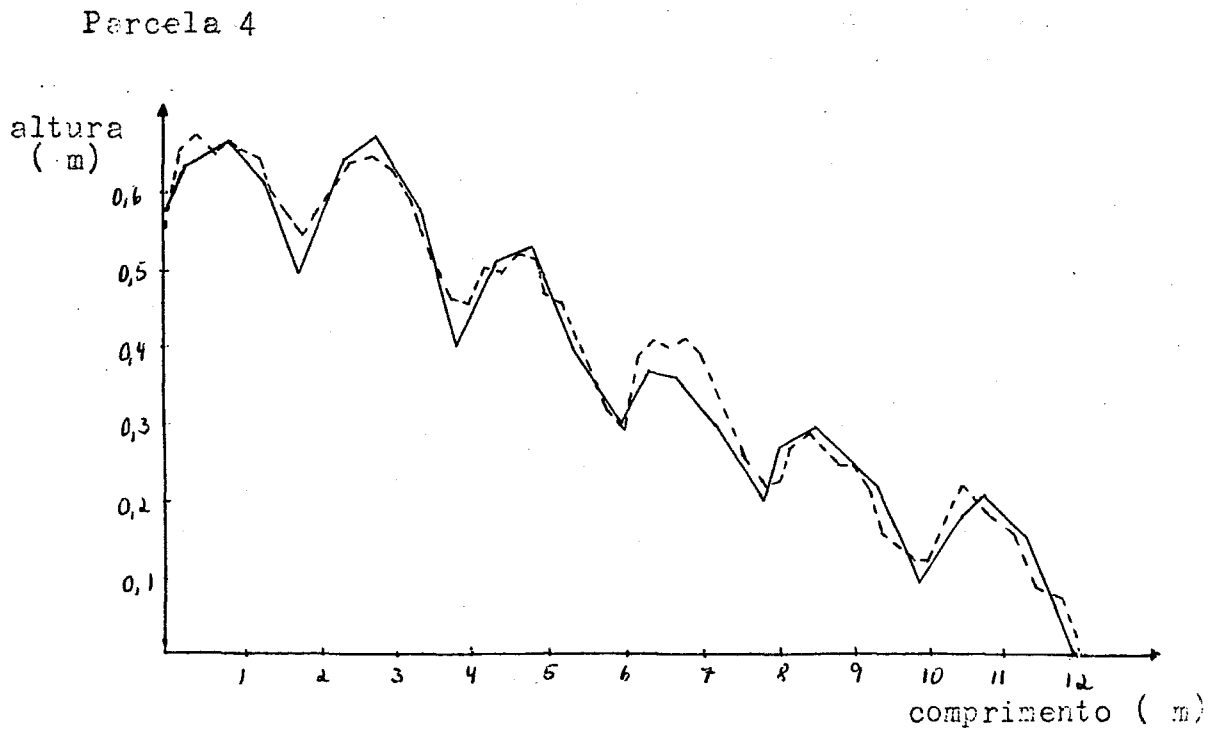
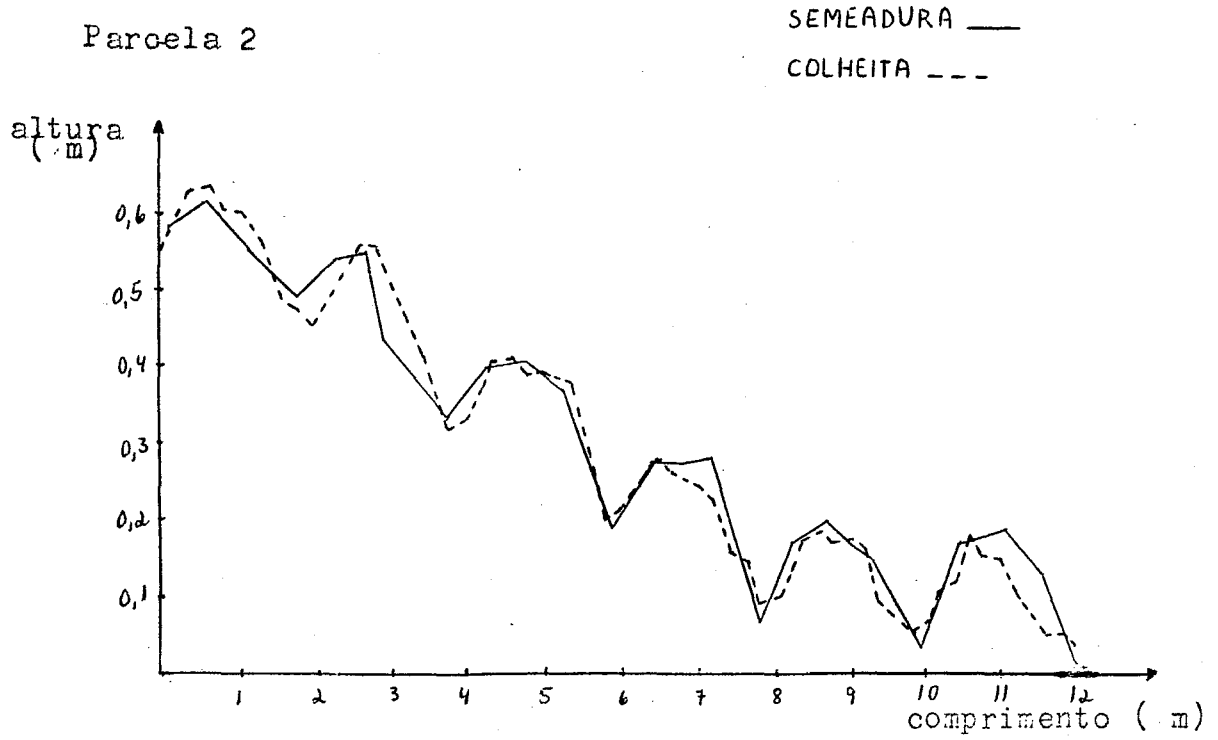


APENDICE 4 - Resultados das análises químicas .

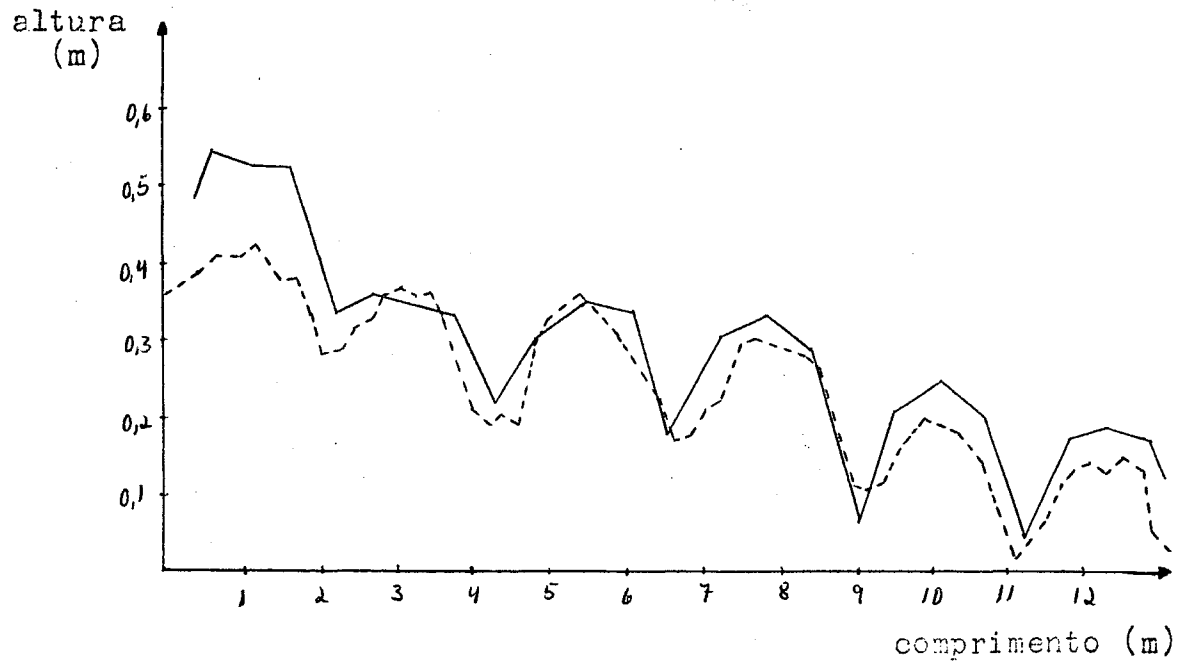
Amostra		pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
N. LAB.	IDENTIF.	CaCl ₂	%	ug/cm ³	meq/100 cm ³						%
9342	AM 01	4.2	2.8	12	0.37	1.8	1.3	7.2	3.5	10.7	33
9343	AM 25	4.0	3.0	18	0.19	1.2	0.9	8.0	2.3	10.3	22
9344	AM 20	4.1	2.9	13	0.21	1.9	1.1	9.8	3.2	13.0	25
9345	AM 03	4.1	2.8	55	0.32	2.7	1.1	8.8	4.1	12.9	32
9346	AM 45	4.3	2.8	16	0.20	2.3	1.6	6.4	4.1	10.5	39
9347	AM 40	4.2	2.6	10	0.18	2.0	1.1	7.2	3.3	10.5	31
9348	AM 58	4.0	3.3	9	0.22	1.7	1.4	9.8	3.3	13.1	25
9349	AM 50	4.2	3.0	8	0.20	1.9	1.3	8.0	3.4	11.4	30
9350	AM 06	4.7	3.0	11	0.13	3.2	2.4	5.2	5.7	10.9	52
9351	AM 07	3.9	3.0	8	0.25	1.3	0.8	10.9	2.4	13.3	18
9352	AM 85	4.3	2.9	24	0.31	2.2	1.4	8.0	3.9	11.9	33
9353	AM 80	4.4	2.9	9	0.26	2.7	1.9	6.4	4.9	11.3	42

Laboratório de análises de solos do Departamento de Ciências do Solo , ESALQ/USP . Piracicaba ,1992 .

APÊNDICE 5 - PERFIL DAS PARCELAS COM ARAÇÃO EM CAMAS , NA 86
SEMEADURA E NA COLHEITA .



Parcela 5



Parcela 8

