

CESAR ROBERTO DIVARDIN

VARIAÇÕES TEMPORAIS NO ARMAZENAMENTO
DE ÁGUA DE ALGUNS SOLOS DO SEGUNDO
PLANALTO PARANAENSE

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Celso Luiz Prevedello

CURITIBA PR
1994

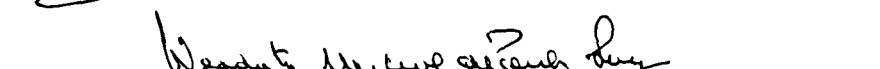
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CIÊNCIA DO SOLO
"MESTRADO"

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **CÉSAR ROBERTO DIVARDIN**, com o título: "**Variações temporais no armazenamento de água de alguns solos do segundo planalto Paranaense**" para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação com o conceito "**A**" completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo".

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 29 de dezembro de 1994.


Prof. Dr. Celso Luiz Prevedello, Presidente.


Prof. Dr. Deodato Miguel de Paula Souza, Iº Examinador.


Prof. Dr. Marcos Luiz de Paula Souza, IIº Examinador.



VARIAÇÕES TEMPORAIS NO ARMAZENAMENTO DE AGUA DE ALGUNS SOLOS DO
SEGUNDO PLANALTO PARANAENSE

1/

César Roberto Divardin

Dissertação apresentada como um dos requisitos para
obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração em Ciência do Solo, do Setor de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Curitiba

Dezembro, 1994

1/

Engenheiro Agrônomo (UEPG)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Celso Luiz Frevedello, pelos ensinamentos constantes, apoio decisivo e orientação segura.

Ao Prof. Dr. Deodato Miguel de Paula Souza, pelo incentivo, apoio, ensinamentos e confiança depositada.

Ao Banco do Brasil S.A. pelas condições oferecidas para que a conclusão do curso fosse possível.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa por possibilitar a realização do presente trabalho.

Ao amigo Antonio Santos Mazini(+) pelo apoio prestado.

A minha esposa Gisele e aos meus filhos Mariana e Bruno, pela compreensão, apoio e estímulo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

VARIAÇÕES TEMPORAIS NO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE ALGUNS
SOLOS DO SEGUNDO PLANALTO PARANAENSE

Autor: César Roberto Divardin
Orientador: Prof. Dr. Celso Luiz Frevedello

RESUMO

Com o objetivo de analisar as variações temporais de armazenamento de água e identificar as camadas e unidades de solo que mais efetivamente receberam e utilizaram a precipitação armazenada, foram realizadas 71 amostragens semanais de umidade durante o período de outubro/89 a maio/91, nas camadas de 0-20; 20-40; 40-60; 60-80; 80-100 e 100-120 cm das seguintes unidades de solo: Latossolo Vermelho Escuro; Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico; Podzólico Vermelho Amarelo e Cambissolo, todos no Município de Ponta Grossa (PR). Foram calculados, para as 6 camadas, até 120 cm: armazenamento de água, armazenamento acumulado positivo e negativo e as regressões lineares desses armazenamentos acumulados em função do tempo (dias). Os coeficientes angulares das equações de regressão, que representam as taxas de variações diárias de armazenamento de água, foram então comparados, pelo teste t, entre camadas e entre unidades de solo. Os resultados mostraram, durante o período de tempo considerado (608 dias), que: a) a camada de 0-20 cm foi a que mais efetivamente recebeu e utilizou a precipitação armazenada, na seguinte ordem decrescente: Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, Podzólico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro e Cambissolo, sendo responsável por cerca de 28; 25; 26,5 e 20% das variações diárias de armazenamento do perfil de solo entre 0-120 cm respectivamente; b) os teores de silte e areia mostraram efeito positivo significativo nas taxas médias diárias das variações positivas e negativas de armazenamento de água dos solos; c) na hipótese de uma taxa diária de ascensão capilar nula, a máxima taxa de evapotranspiração média diária que cada solo poderia apresentar seria uma taxa moderada de 4,56 mm/dia.

1/

Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (76 p.) - Dezembro, 1994.

TEMPORAL VARIATIONS IN WATER STORAGE OF SOME SOILS FROM THE
SECOND PLATEAU IN PARANA STATE

Author: César Roberto Divardin
Adviser: Prof. Dr. Celso Luiz Prevedello

SUMMARY

In order to analyse the temporal variations of water storage and to identify the layers and types of soil that most effectively received and used stored precipitation, 71 weekly moisture samplings were made from October/1989 to May/1991, in layers of 0-20; 20-40; 40-60; 60-80; 80-100 and 100-120 cm from the following types of soil: Latossolo vermelho escuro; Podzólico vermelho amarelo latossólico; Podzólico vermelho amarelo e Cambissolo, all of them from the district of Ponta Grossa. It was calculated for the 6 layers up to the depth of 120 cm; water storage, positive and negative accumulated storage and linear regressions of these accumulated storages as function of time (days). The angular coefficient of the regression equations, that represent the rates of daily variation of water storage, were compared by the t test, between layers and soil types. Results showed, during the period of time of 608 days, that: a) the 0-20 cm layer was the one that most effectively received and used the stored precipitation, in the following descending order: Podzólico vermelho amarelo latossólico; Podzólico vermelho amarelo; Latossolo vermelho escuro and Cambissolo, being responsible for about 28, 25, 26,5 and 20% of the daily variations of the storage of the soil profile between 0-120 cm respectively; b) the contents of silt and sand showed a significant positive effect in the daily average rates of the positive and negative variations of water storage in the soils; c) assuming that a null daily rate of rise, the maximum rate of daily average evapotranspiration that each soil could present would be a moderate rate of 4,56 mm/day.

1/

M.Sc. Dissertation in Soil Science, Faculty of Agronomy,
Federal University of Paraná, Curitiba (76 p.) - December,
1994.

BIOGRAFIA

César Roberto Divardin, filho de Carlindo Diniz Divardin e Ruth Loyola Divardin, nasceu aos onze dias do mês de dezembro de um mil novecentos e cinquenta e oito, no Município de Ponta Grossa, Paraná.

Em julho de 1991 graduou-se em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Funcionário do Banco do Brasil S.A. desde 1977, onde vem atuando na Carteira de Crédito Agrícola até hoje.

Professor colaborador na disciplina de Preservação dos Recursos Naturais, do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Descrição geral da área de estudos	12
3.1.1 Localização	12
3.1.2 Clima	12
3.1.3 Geologia	14
3.2 Solos estudados	14
3.3 Coleta das amostras	15
3.4 Análise granulométrica	17
3.5 Massa específica do solo seco	17
3.6 Dados de chuva	18
3.6 Análise dos dados	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Granulometria, classe textural e massa específica do solo seco	20
4.2 Armazenamento de água no solo em função do tempo	23
4.3 Variações médias diárias positivas e negativas do armazenamento de água nos solos	35
5. CONCLUSÕES	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
7. ANEXOS	57

RELAÇÃO DE QUADROS

	página
01. Utilização das áreas durante a fase de coletas.....	16
02. Granulometria, classe textural e massa específica do solo seco do Latossolo Vermelho Escuro - média de tres repetições.....	21
03. Granulometria, classe textural e massa específica do solo seco do Cambissolo - média de tres repetições.....	21
03. Granulometria, classe textural e massa específica do solo seco do Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico - média de tres repetições.....	22
05. Granulometria, classe textural e massa específica do solo seco do Podzólico Vermelho Amarelo - média de tres repetições.....	22
06. Valores médios de armazenamento de água durante 608 dias no perfil de quatro unidades de solo.....	24
07. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações positivas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Latossolo Vermelho Escuro.....	36
08. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações negativas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Latossolo Vermelho Escuro.....	36
09. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações positivas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico.....	37
10. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações negativas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico.....	37
11. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações positivas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Podzólico Vermelho Amarelo	38
12. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações negativas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Podzólico Vermelho Amarelo	38

13. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações positivas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Cambissolo.....	39
14. Parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações negativas de armazenamento de água em função do tempo acumulado para o Cambissolo.....	39
15. Taxas médias diárias positivas da variação de armazenamento de água em seis camadas nas 4 unidades de solo.	40
16. Taxas médias diárias negativas da variação de armazenamento de água em seis camadas nas 4 unidades de solo.	40

RELAÇÃO DE FIGURAS

	página
01. Croqui de localização da área de estudo.....	13
02. Armazenamento de água no solo de 0-120 cm em função do tempo para o Latossolo Vermelho Escuro.....	25
03. Armazenamento de água no solo de 0-120 cm em função do tempo para o Cambissolo	26
04. Armazenamento de água no solo de 0-120 cm em função do tempo para o Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico ...	27
05. Armazenamento de água no solo de 0-120 cm em função do tempo para o Podzólico Vermelho Amarelo	28
06. Armazenamento de água no solo de 0-120 cm do Latossolo Vermelho Escuro, Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, Podzólico Vermelho Amarelo e Cambissolo em função do tempo	34
07. Chuva acumulada (mm) em função do tempo acumulado (dias) e parâmetros da regressão linear	43

RELAÇÃO DOS ANEXOS

	página
01. Descrição do perfil do Latossolo Vermelho Escuro.....	58
02. Descrição do perfil do Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico.....	59
03. Descrição do perfil do Podzólico Vermelho Amarelo.....	60
04. Descrição do perfil do Cambissolo.....	61
05. Programa em linguagem BASIC utilizado para obtenção das taxas diárias das variações positivas e negativas de armazenamento de água, das equações de regressão, dos coeficientes de determinação e outros parâmetros estatísticos, para os quatro solos.....	62
06. Programa em linguagem BASIC utilizado para comparar estatisticamente, pelo teste t, os coeficientes angulares das variações positivas e negativas de armazenamento de água ocorridas nos solos.....	67
07. Valores de Umidade do Latossolo Vermelho Escuro em diferentes profundidades ocorridos de 06.10.89 a 30.05.91	68
08. Valores de Umidade do Cambissolo em diferentes profundidades ocorridos de 06.10.89 a 30.05.91.....	70
09. Valores de Umidade do Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico em diferentes profundidades ocorridos de 06.10.89 a 30.05.91	72
10. Valores de Umidade do Podzólico Vermelho Amarelo em diferentes profundidades ocorridos de 06.10.89 a 30.05.91	74
11. Valores de chuva obtidos no período de 06/10/89 a 30/05/91, na Fazenda Escola Capão da Onça- Ponta Grossa de propriedade da Universidade Estadual de Ponta Grossa	76

INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção que dependem unicamente da chuva como fonte de água para ser disponibilizada às plantas, o solo funciona como um reservatório imprescindível ao desenvolvimento vegetal. Qualquer cultura, durante seu ciclo de desenvolvimento, consome enorme volume de água, sendo que cerca de 98% deste volume simplesmente passa pela planta, perdendo-se posteriormente na atmosfera pelo processo da transpiração. Não obstante, esse fluxo de água é necessário para o desenvolvimento vegetal e por esse motivo sua taxa deve ser mantida dentro de limites ótimos para cada cultura. O reservatório natural desta água é o solo, que temporariamente a armazena e contribui significativamente na transpiração das culturas e na evaporação da água do solo.

Como a recarga natural deste reservatório (chuva) é descontínua, o volume disponível às plantas é variável. Quando as chuvas são excessivas, sua capacidade de armazenamento é superada e grandes perdas podem ocorrer. Essas perdas podem ser por escoamento superficial, provocando ainda a erosão do solo, ou por drenagem profunda, indo se perder no lençol freático. Esta água drenada é perdida do ponto de vista da planta, mas é ganha do ponto de vista dos aquíferos subterrâneos. Quando a chuva é esparsa, o esgotamento deste reservatório por uma cultura exige sua recarga artificial, que é o caso da irrigação. Quando a chuva é suficiente, mas com problemas de distribuição, o manejo correto implica em práticas de econo-

mia de água visando disponibilizá-la nos períodos de deficiência hídrica.

O Brasil, devido à sua extensão territorial e à diversidade de condições climáticas, apresenta distintas situações. Nas regiões Sul e Centro Sul, particularmente, a precipitação pluviométrica geralmente supre as necessidades da agricultura. Contudo, os problemas de sua distribuição têm resultado, algumas vezes, em perdas de produtividade mais ou menos severas.

No Estado do Paraná, como um resultado do grande avanço da tecnologia agrícola nos anos recentes, o principal fator limitante na produtividade agrícola tem sido a falta de água suficiente ou um excesso de água no solo durante o ciclo de crescimento das culturas. No segundo planalto paranaense, notadamente, a produtividade e a qualidade das culturas agrícolas aumentou sensivelmente nas últimas décadas, principalmente devido a um melhor preparo do solo, uso de fertilizantes, utilização de melhores variedades, controle de pragas e moléstias e melhores práticas agrícolas. Por outro lado, como um resultado de todas estas melhorias, a água no solo tem se tornado frequentemente o fator limitante da produtividade, com efeitos diferenciados de acordo com a natureza e propriedades dos solos utilizados.

Desde que a textura e a extratificação são as principais propriedades que controlam a distribuição da água armazenada no solo e desde que o uso efetivo da água armazenada pode reduzir apreciavelmente as necessidades de irrigação, este trabalho teve por objetivo realizar uma análise das variações de armazenamento de água

ocorridas durante aproximadamente 71 semanas nas camadas de 0-20; 20-40; 40-60; 60-80; 80-100 e 100-120 cm de quatro diferentes solos do Município de Ponta Grossa (PR), visando identificar as camadas e unidades de solo, que mais efetivamente receberam e utilizaram a precipitação armazenada.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

RANZANI (1963) sugere o termo "Capacidade de Água Disponível" (CAD), para o emprego em questões hidrológicas de solos e relativo à habilidade de armazenamento de água disponível. Assim, a Capacidade de Água Disponível é a camada de água disponível expressa como porcentagem da espessura do solo.

Estudando a quantidade de água utilizável retida por um solo, RUSSEL (1950) diz que a água aproveitada depende da porção retida que as plantas podem extrair. Saliencia ainda que as medidas e cálculos de água utilizável deveriam fazer-se em função do volume, pois unicamente a água útil por unidade de espessura do solo é que tem significado para o desenvolvimento vegetal.

DREIBELBIS e POST (1941) salientaram a importância da diferença entre o teor médio de água no solo e o teor de água presente nesse mesmo solo no período mais seco do ano. Essa diferença, argumentam os autores, é mais importante do que a água total porque representa aquela quantidade que pode ser acumulada ou perdida pelo solo nas condições naturais de campo em qualquer período do ano. O seu teor é considerado como sendo a indicação de água armazenada no solo.

LEMOS e CASTRO (1955) ao estudarem a capacidade de armazenamento de água na Série Itaguaí (RJ), apreciaram os teores de água a várias profundidades, no período de um ano. Dentre as conclusões a que chegaram, destacam-se as seguintes:

- a) O teor mínimo de água, observado o período de um ano,

aumenta progressivamente com a profundidade do solo;

b) Os acréscimos ou reduções dos teores de água no solo, como consequência da ocorrência ou escassez de chuvas, ocorrem simultaneamente em toda profundidade do solo, com exceção da zona mais próxima à superfície;

c) O exame dos teores médios mensais de água na espessura total do solo estudado, revela que a capacidade de armazenamento por unidade é praticamente independente das variações sazonais. Ao concluir o trabalho, os autores salientam não poderem generalizar os resultados a outros solos da região, por ser a capacidade de armazenamento de água função inerente da constituição e natureza de cada solo.

RANZANI, KINJO e FREIRE (1962), estudando os solos da Série Monte Alegre (Piracicaba-SP), determinaram a disponibilidade de água durante 12 meses do ano e, dentre outras conclusões, revelaram que essa unidade, a partir de 123 cm de profundidade, possui água disponível em qualquer época do ano.

Em trabalho efetuado nos solos da Fazenda Ipanema (Sorocaba - SP), RANZANI et al. (1965) correlacionaram a CAD (%) dos horizontes superficiais, com as respectivas classes texturais, obtendo dados sugestivos a uma possível correlação com o teor de silte. Dos fatores que afetam a capacidade de armazenamento de água pelo solo, os autores destacam a textura, a estrutura e a matéria orgânica como os mais importantes.

Ao fazer referência à textura como fator importante no armazenamento de água pelo solo, THOMPSON (1962) afirma que solos de

textura mais fina têm maior superfície específica e, portanto, maior volume de capilares mais finos. Por isso, esses tipos de solos retêm mais água que os de textura grosseira. Esta relação se mantém dessa forma, isto é, o conteúdo de água aumenta ao passar a textura desde arenosa a argilosa. Para REICHARDT (1978), a textura é o principal fator que afeta a capacidade de retenção de água em um solo.

Segundo RICHARDS (1955), a quantidade de água retida pelo solo é afetada pelas características físicas da parte molhada do perfil. O conteúdo de água em qualquer parte do perfil é devido, em parte, às propriedades do solo naquele lugar, mas pode ser influenciada pelas propriedades de outro local do perfil.

ARRUDA, ZULLO e OLIVEIRA (1987) estabeleceram parâmetros de solos para o cálculo da água disponível com base na textura do solo.

Estudando a disponibilidade de água em alguns solos sob Cerrado, MEDINA e GROHMANN (1965) obtiveram dados que vieram a confirmar o conceito discutido de que são os solos barrentos aqueles que apresentam maior disponibilidade de água às plantas, vindo em seguida os argilosos e, por fim, os arenosos.

Uma melhor compreensão dos processos genéticos pelos quais têm passado os solos da região de Ponta Grossa, além do seu estado atual, é importante, pois fornece elementos básicos para o manejo das terras, melhorando o entendimento da distribuição dos solos da região e o relacionamento com os solos de outras áreas análogas.

Na região de Ponta Grossa, a predominância de solos de cor vermelha nas posições altas tem sido motivo de dificuldades de com-

preensão da gênese dos mesmos.

A alternância de solos vermelhos, argilosos, derivados de folhelhos argilosos e diabase, influenciados por arenitos ou misturas destes com folhelhos e diabase, é uma constante (PAULA SOUZA, 1991).

MAACK(1968), ao descrever a geologia do segundo planalto paranaense, menciona a formação Ponta Grossa como constituída por pacote de folhelhos cinzas, fossilíferos, finamente laminados, intercalados com siltitos e arenitos; e a formação Furnas constituída por arenitos de textura muito variável com intercalações de materiais clásticos siltico-argilosos. No mesmo trabalho são feitas alusões a concentrações expressivas de diques de diabásio.

Segundo PAULA SOUZA et al.(1987), na área da Fazenda Capão da Onça, localizada em Ponta Grossa (PR), as ocorrências pedológicas estão nitidamente relacionadas com a mineralogia dos materiais geológicos que contribuíram para o desenvolvimento das unidades de solo. Observaram que a partir do fundo de vale do Rio Verde, na toposequência até o espigão, a contribuição da Formação Furnas se faz sentir com intensidade até a porção mediana da área, diminuindo sua contribuição nas proximidades da posição de topo, onde provavelmente o capeamento do furnas por componentes de textura mais fina da formação Ponta Grossa estão presentes, originando solos de textura mais pesada. Esta influência predomina largamente nas posições mais altas e medianas da área da sede da fazenda, voltando a aparecer a influência dos sedimentos mais grosseiros nas posições aplainadas; e, finalmente, nas cotas mais baixas, a correlação está ligada aos sedimentos Holocênicos, nos mais variados estágios de hidromorfismo.

OLMOS et al.(1984), no trabalho de levantamento dos solos do Paraná, relatam a correlação das formações geológicas mencionadas, com as seguintes unidades de solo: Latossolo Vermelho Escuro, Podzólico Vermelho Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo Abrupto de textura argilosa, arenosa e média e Latossolo Vermelho Amarelo.

BRADY(1986), analisando a influência do material de origem do solo, comenta que a natureza do material originário, ou rocha matriz, mesmo em regiões úmidas, onde o intemperismo é elevado, poderá influir profundamente nas características dos solos. Por outro lado, o movimento descendente da água é principalmente controlado pela granulometria do material originário. As composições mineralógica e química da rocha, via de regra, determinam a eficácia das forças do intemperismo.

Ao efetuar o Plano Diretor da Fazenda Capão da Onça, localizada em Ponta Grossa (PR), FAULA SOUZA et al.(1987) relatam que as ocorrências pedológicas estão nitidamente relacionadas com a composição mineralógica dos materiais geológicos.

Segundo EKERN et al.(1967), as perdas de água do solo pela superfície ocorrem através da evapotranspiração, mas certamente o solo e fatores culturais podem modificar o microclima ou o comportamento da transpiração de culturas, alterando a evapotranspiração. O microclima de uma área impõe um potencial geral de evapotranspiração para a região. A taxa de evapotranspiração que ocorre em um local específico, dentro dessa região, pode ser aumentada ou diminuída dessa taxa potencial pela alteração do microclima. A finalidade de muitas práticas agrônomicas, argumentam os autores, é controlar a

taxa de evapotranspiração necessária para a produção das colheitas.

Na ausência de plantas, a evaporação do solo constitui o único mecanismo de perda de vapor. Nesse caso, o solo controla a taxa de evaporação por:

- a) transmissão de água do local de evaporação muito lentamente para satisfazer a indução climática potencial; ou
- b) reduzindo a absorção de energia; ou
- c) restringindo a transmissão de vapor ou calor para o local de evaporação. (HIDE, 1954; LEMON, 1956 e PHILIP, 1957).

A superfície do solo é sempre a zona crítica que determina as características de cada um dos 3 mecanismos (LANDSBERG e BLANC, 1958).

Para STAPLE (1964), a conservação da umidade é um processo constante, no qual a água se move descendentemente no perfil do solo enquanto a evaporação ocorre na superfície. Para minimização da evaporação superficial, a água precipitada sobre o solo deve penetrar à profundidade de pelo menos 10 a 12 cm. A redução na evaporação resulta da grande penetração da água para o interior do perfil.

Com a presença de plantas no solo, ambos, a transpiração pelas plantas e a evaporação pelo solo, podem atuar como fonte de vapor. Neste caso, as duas fontes se complementam para fornecer água suficientemente rápido e satisfazer o potencial climático. A fonte de água, alcançando a superfície de evaporação estende-se por toda a zona radicular das plantas. A absorção da radiação solar, o consumo de calor e a natureza do gradiente de vapor acima da superfície do solo, são grandemente alterados (PHILIP, 1964). Mas,

apesar dessas complicações adicionais, a superfície de terra vegetada controla a evapotranspiração pelos mesmos mecanismos gerais que o solo, isto é:

- a) limitação do suprimento de água do local de evaporação;
- b) redução de absorção de energia; e
- c) restrição de transmissão de vapor ou calor.

A taxa de secamento do solo nú é proporcional ao conteúdo de água e inversamente proporcional ao tempo, e a frente de secamento avança no solo linearmente com o tempo (WIEGAND, 1962). Quando a capacidade do solo para conduzir água para a superfície não se iguala à demanda de evaporação, a superfície seca e uma distribuição parabólica de água se desenvolve dentro do solo. A taxa na qual o solo nú fornece água para o local de evaporação é controlada por:

- a) conteúdo de água; e
- b) condutividade hidráulica do solo.

Esses parâmetros interagem para caracterizar a difusividade hidráulica do solo, função que controla a taxa de fluxo difuso.

Segundo PARR e BERTRAND (1960), a textura do solo, a configuração da superfície e descontinuidade do perfil, controlam o armazenamento de água do mesmo. Em geral, textura grosseira ou solos bem agregados retêm menos água do que o fazem os solos de textura mais fina, segundo FRANZMEIER et al. (1960); HAISE et al. (1955); RICHARDS e WEAVER (1944) e TAMBOLI (1961). Assim, a contribuição do conteúdo de água para a função difusividade é texturalmente controlada. O conteúdo de água mais baixo em solos de textura grosseira resulta em um menor suprimento de água próximo à superfície, pronta-

mente disponível à evaporação, do que em solos de textura mais fina. Sob condição de evaporação, ocorre mais rápida redução na difusividade de água nos solos com materiais de textura mais grosseira, do que naqueles que apresentam textura mais fina.

De acordo com GARDNER e MAYHUGH (1958); JACKSON (1963) e WILLIS (1960), entre outros, solos de textura grosseira geralmente apresentam condutividade hidráulica mais alta em baixa sucção de água (próximo à saturação), do que solos de textura fina. Assim, em solos de textura grosseira, quando comparado com os de textura fina, o movimento da água na descendente é mais rápido quando o solo está úmido e mais lento na ascendente quando a camada superficial está seca. Segundo KING e SCHLEUSENER (1961); WIEGAND, 1962; GARDNER e HILLEL (1962), sob condições de intermitente molhamento e secagem da superfície, os solos de textura mais grossa geralmente perdem menos água pela superfície de evaporação do que o fazem aqueles de textura mais fina, como resultado da histerese. Os mesmos autores afirmam que a assertiva permanece verdadeira se o solo está cultivado (com lavoura) ou sem cultivo (em alqueive).

Perfil extratificado, especialmente em camadas de textura grossa mas também com adensamentos ou camadas com textura muito fina, de baixa condutividade, usualmente resulta em maior retenção de água após molhamento do que se o perfil for uniforme na condutividade com a profundidade, conforme afirmação de MILLER e BUNGER, 1963; NIELSEN et al. (1959).

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Descrição geral da área de estudos

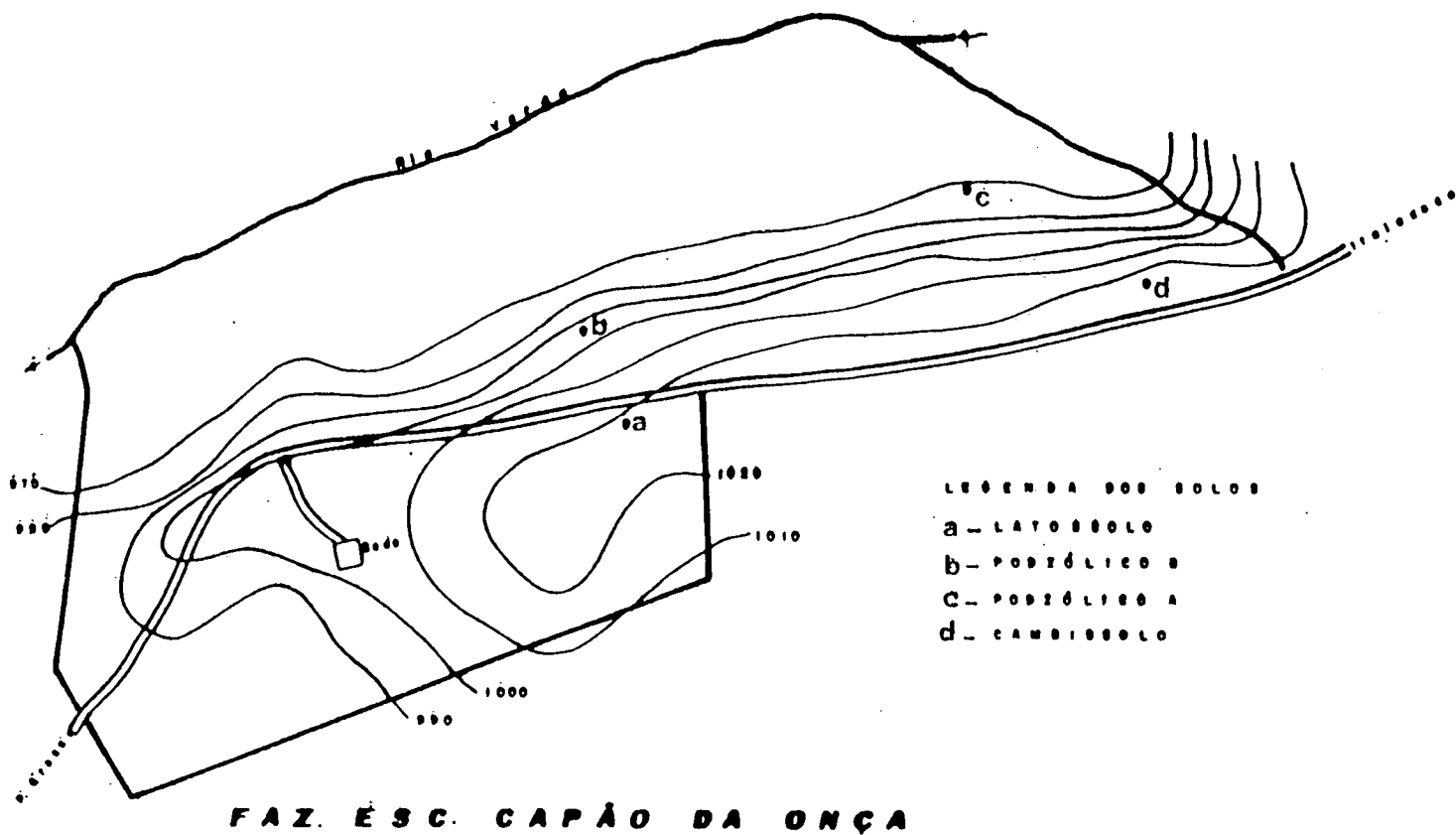
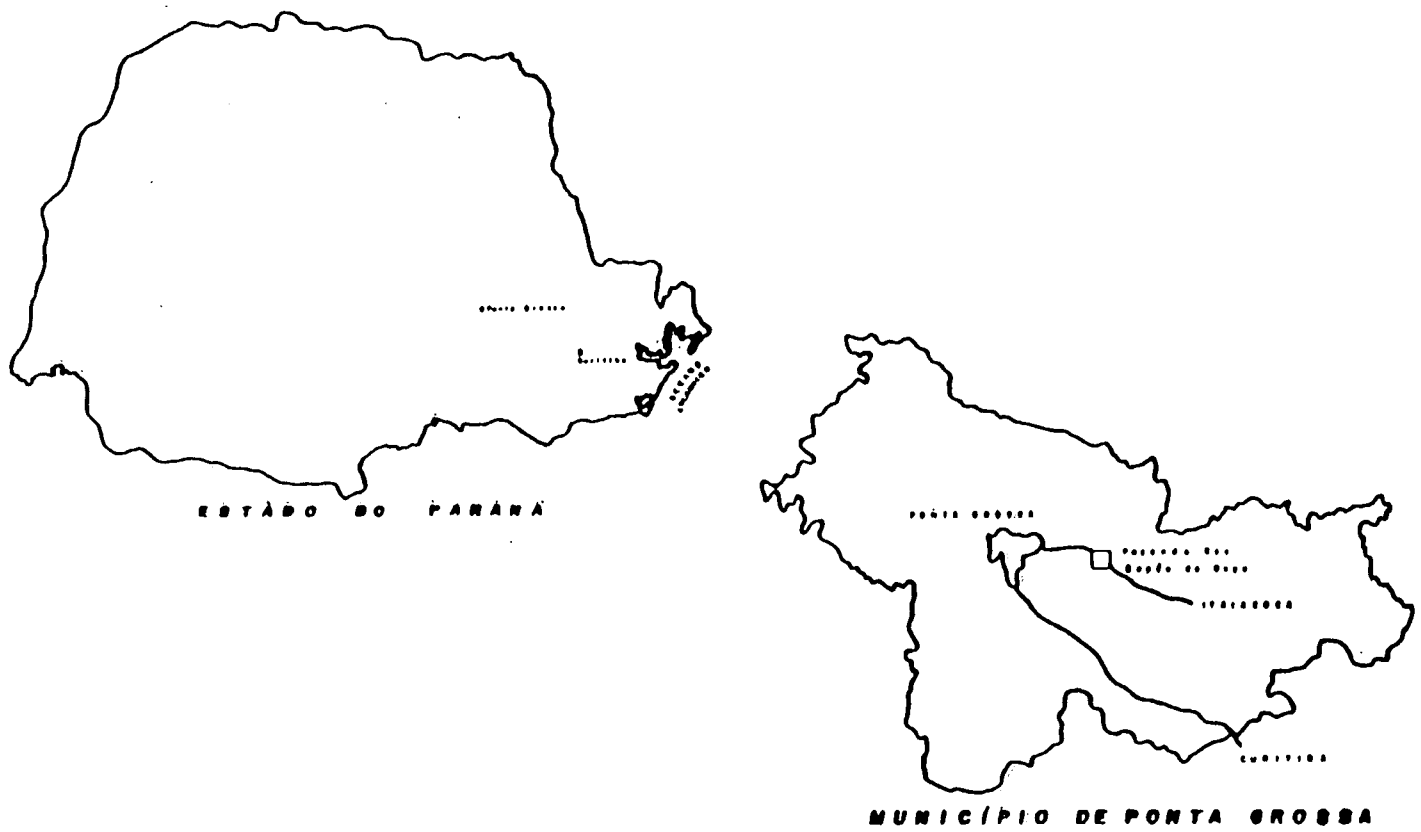
3.1.1 Localização

A pesquisa de campo foi desenvolvida em área da Fazenda Escola Capão da Onça, em Ponta Grossa (PR), da Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizada no segundo planalto paranaense, às margens da Estrada Peri Pereira da Costa, que liga a cidade de Ponta Grossa ao Distrito de Itaiacoca, conforme figura 01. Através do mapa planialtimétrico da Fazenda Escola Capão da Onça, pode-se constatar altitudes na área variando entre 950 e 1.020 metros. As coordenadas geográficas são: paralelos 25 10' ao Sul e 25 00' ao Norte e os meridianos 50 10' a Oeste e 50 10' a Leste.

3.1.2 Clima

Segundo a classificação de Koeppen, o clima regional é do tipo Cfb, sempre úmido, quente temperado, sem estação seca definida e com geadas frequentes no inverno, cerca de cinco por ano. No mês mais quente a média de temperaturas é menor que 22 C. A precipitação média anual é de 1.422 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso (164,4 mm) e agosto o mais seco (71,2 mm) (PAULA SOUZA et al. 1987).

FIGURA 1 - CROQUI (SEM ESCALA) DE LOCALIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO



3.1.3 Geologia

No que se refere a geologia, a Fazenda Escola Capão da Onça sofre influência direta do Grupo Paraná, que consiste na ocorrência de sedimentos clásticos, tendo uma sequência arenosa basal e outra argilosa superior, compreendendo as formações Furnas e Ponta Grossa, respectivamente. A Formação Furnas consiste de arenitos esbranquiçados, localmente arroxeados, médios e grosseiros, regularmente selecionados, grãos angulares e subangulares, quartzosos e com matriz caulinitica. Secundariamente ocorrem intervalos de pequenas espessuras de arenitos conglomeráticos, arenitos finos e siltitos muito finos, micáceos. A formação assenta de forma discordante sobre rochas do embasamento cristalino, sendo, em sua maior parte, recoberta pela Formação Ponta Grossa (PAULA SOUZA et al. 1987). Já a Formação Ponta Grossa, segundo os mesmos autores, é constituída de folhelhos argilosos, folhelhos silticos e siltitos cinza-escuros e pretos, micáceos e com intercalações de arenitos cinza-claro, finos e muito finos, formando bancos de até 5 metros de espessura. Ao ser exposta a ação do intemperismo, a formação apresenta cores variegadas, predominando colorações amarela arroxeadada e castanha.

3.2 Solos Estudados

As unidades taxonômicas consideradas neste trabalho ocorrem simultaneamente na área da Fazenda Escola Capão da Onça, ocupan-

do na paisagem posições diversas quanto ao relevo, geologia e pedogênese, tendo sido a textura diferencial o ponto mais importante na escolha:

LEd - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTROFICO textura argilosa, relevo suave ondulado e praticamente plano;

PV1 - PODZOLICO VERMELHO AMARELO DISTROFICO LATOSSOLICO, textura média, relevo ondulado;

PV2 - PODZOLICO VERMELHO AMARELO DISTROFICO textura arenosa/média, relevo suave ondulado;

CA - CAMBISSOLO DISTROFICO textura arenosa, relevo forte ondulado.

A descrição desses solos se encontra nos anexos 1, 2, 3 e 4, segundo PAULA SOUZA et al. (1987).

O uso dado aos solos durante a fase de coletas está apresentado no Quadro 1.

3.3 Coleta das amostras

As amostras para fins de determinação de unidade gravimétrica foram coletadas semanalmente, com quatro repetições, de outubro de 1989 a maio de 1991, em perfis representativos das quatro unidades de solo (PAULA SOUZA, 1991).

A amostragem foi feita com trado holandês, nas seções de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60, 60 a 80, 80 a 100 e 100 a 120 cm de profundidade, e que são, neste trabalho, chamadas "camadas".

As amostras coletadas foram acondicionadas em caixas metálicas hermeticamente fechadas. Em laboratório do Departamento de

QUADRO 6 - UTILIZAÇÃO DAS ÁREAS DURANTE A FASE DE COLETAS

AREA 1 - Latossolo Vermelho Escuro

Verão 89/90 - MILHO

Inverno 90 - AVEIA

Verão 90/91 - MILHO

AREA 2 - Cambissolo

Verão 89/90 - CAMPO NATIVO

Inverno 90 - CAMPO NATIVO

Verão 90/91 - CAMPO NATIVO

AREA 3 - Podzólico Vermelho Amarelo LatossólicoVerão 89/90 - PASTAGEM - PENSACOLA (P. notatum)

Inverno 90 - AVEIA/AZEVEM EM CONSORCIO

Verão 90/91 - MILHETO

AREA 4 - Podzólico Vermelho Amarelo

Verão 89/90 - MILHO

Inverno 90 - FOUSIO

Verão 90/91 - FOUSIO

Agronomia da Fundação Universidade Estadual de Ponta Grossa, a massa úmida das amostras foi obtida em balança analítica. Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa na faixa térmica de 105° a 110°C, até que a massa se tornasse constante, quando então elas foram resfriadas em dessecador para obtenção de massa seca.

A umidade gravimétrica de cada amostra foi calculada através da seguinte equação:

$$U = (\mu - ms)/ms \quad (1)$$

onde:

U é a umidade gravimétrica (g/g);

μ é a massa (g) úmida da amostra; e

ms é a massa (g) seca da amostra (105° - 110°C).

3.4 Análise Granulométrica

Foi determinada para cada camada de 20 cm de espessura, até 120 cm de profundidade, por tamização e sedimentação, empregando-se NaOH a 6% como agente dispersante a agitação de alta rotação durante 15 minutos. A argila foi determinada pelo método de Bouyoucos, modificado por Vettori e Pierantoni (EMBRAPA, 1986).

3.5 Massa específica do solo seco

Foi determinada pela relação entre a massa do solo seco em estufa entre 105° e 110° C e o volume total do anel coletor (95,6 cm³), com 4 repetições por camada, para as quatro unidades de solo.

3.6 Dados de chuva

Os dados de chuva foram diariamente coletados de um pluviômetro localizado na sede da Fazenda Escola Capão da Onça, Ponta Grossa (PR), de propriedade da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

3.7 Análise dos dados

Os dados de umidade gravimétrica obtidos, foram convertidos em umidade volumétrica, através da equação:

$$\theta = U \times \frac{\rho_{ss}}{\rho_{ag}} \quad (2)$$

onde:

θ é a umidade volumétrica (cm^3/cm^3);

U é a umidade gravimétrica (g/g);

ρ_{ss} é a massa específica do solo seco ($105^\circ\text{--}110^\circ\text{C}$);

ρ_{ag} é a massa específica da água ($\approx 1 \text{ g/cm}^3$), para cada uma das seis profundidades das quatro unidades de solo.

A partir dos resultados de umidade volumétrica (θ), foram calculados os valores de armazenamento de água em todas as camadas dos diversos solos, pela equação:

$$Z = \theta \times 20 \quad (3)$$

onde:

Z é o armazenamento de água (cm);

20 é a espessura da camada de solo (cm).

Subtraindo-se os resultados de armazenamento de água de cada medição com a imediatamente anterior, obteve-se variações de armazenamento, tanto positivas quanto negativas. Esses valores foram então acumulados separadamente para se obter o que se convencionou chamar variação acumulada, positiva ou negativa, conforme o caso.

Através da relação entre a variação acumulada, tanto positiva como negativa, ambas em função do tempo acumulado, para as datas onde essas variações foram positivas ou negativas, respectivamente, obteve-se, além de outros parâmetros estatísticos:

- a equação de regressão linear que representa essa relação;

- o coeficiente de determinação (r^2);

Os coeficientes angulares obtidos, que representam as taxas médias diárias das variações positivas ou negativas (conforme o caso) de armazenamento ocorridas em cada uma das seis camadas das quatro unidades de solo, foram então dispostos em ordem decrescente e comparados, um a um, pelo teste t, conforme ZAR (1974), tanto para as taxas positivas como para as negativas.

Esses procedimentos foram executados através de programas especialmente elaborados para esse fim, em linguagem "BASIC", conforme listagem nos anexos 5 e 6.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Granulometria, classe textural e massa específica do solo seco

Os quadros 2, 3, 4 e 5 mostram os resultados granulométricos, as classes texturais e os valores das massas específicas do solo seco das seis camadas dos solos: Latossolo Vermelho Escuro, Cambissolo, Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico e Podzólico Vermelho Amarelo, respectivamente.

Como se observa, com exceção do Latossolo que apresenta uma textura argilosa, os demais exibem grupamentos de textura média a argilosa como o Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, ou média, como claramente se observa no Podzólico Vermelho Amarelo, ou ainda arenosa como o Cambissolo.

Os valores de massa específica desses solos revelaram uma estreita correlação com os componentes granulométricos. A análise de regressão múltipla entre esses valores e os teores de argila, silte e areia foi altamente significativa (nível de significância $< 0,01\%$) para o modelo $P_{ss} = 0,007545 (\% \text{ argila}) + 0,01702 (\% \text{ areia}) + 0,11182 (\% \text{ silte})$, com $r^2 = 0,9990$. Desses componentes, o silte foi o menos importante no modelo (revelou o menor valor no teste t). Quando esses teores de silte foram eliminados da regressão, a mesma análise ainda se revelou altamente significativa (nível de significância $< 0,01\%$), com o seguinte modelo e coeficiente de determinação: $P_{ss} = 0,010259 (\% \text{ argila}) + 0,017682 (\% \text{ areia})$; $r^2 = 0,9982$. Os teores de

QUADRO 2 - GRANULOMETRIA, CLASSE TEXTURAL E MASSA ESPECIFICA DO SOLO SECO, DO LATOSSOLO VERMELHO ESCURO - Média de três repetições.

Profundidade cm	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classe textural	Pss g/cm ³
0 - 20	34,88	23,12	42,00	Argila	1,158
20 - 40	32,32	15,68	52,00	Argila	1,107
40 - 60	31,00	11,00	58,00	Argila	1,082
60 - 80	27,92	16,08	56,00	Argila	1,062
80 - 100	26,43	15,57	58,00	Argila	1,027
100 - 120	23,77	16,23	60,00	Argila	1,003

QUADRO 3 - GRANULOMETRIA, CLASSE TEXTURAL E MASSA ESPECIFICA DO SOLO SECO, DO CAMBISSOLO - Média de três repetições.

Profundidade cm	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classe textural	Pss g/cm ³
0 - 20	78,00	6,00	16,00	Franco-arenoso	1,457
20 - 40	72,00	8,00	20,00	Franco-arenoso	1,502
40 - 60	73,40	8,60	18,00	Franco-arenoso	1,497
60 - 80	68,34	9,66	22,00	Franco-arenoso	1,500
80 - 100	70,87	11,13	18,00	Franco-arenoso	1,488
100 - 120	79,91	10,09	10,00	Franco-arenoso	1,480

QUADRO 4 - GRANULOMETRIA, CLASSE TEXTURAL E MASSA ESPECIFICA DO SOLO SECO, DO PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO - Média de três repetições.

Profundidade cm	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classe textural	Pes g/cm ³
0 - 20	59,97	12,03	28,00	Franco-arg.-aren.	1,438
20 - 40	55,82	8,18	36,00	Argilo-arenosa	1,338
40 - 60	52,94	9,06	38,00	Argilo-arenosa	1,337
60 - 80	51,70	10,30	38,00	Argilo-arenosa	1,310
80 - 100	50,40	11,60	38,00	Argilo-arenosa	1,304
100 - 120	49,20	10,80	40,00	Argilo-arenosa	1,300

QUADRO 5 - GRANULOMETRIA, CLASSE TEXTURAL E MASSA ESPECIFICA DO SOLO SECO, DO PODZOLICO VERMELHO AMARELO - Média de três repetições.

Profundidade cm	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classe textural	Pes g/cm ³
0 - 20	72,80	9,20	18,00	Franco-arenoso	1,491
20 - 40	71,65	8,35	20,00	Franco-arenoso	1,415
40 - 60	68,54	7,44	24,00	Franco-arg.aren.	1,381
60 - 80	65,00	9,00	26,00	Franco-arg.-aren.	1,333
80 - 100	61,15	8,85	30,00	Franco-arg.-aren.	1,363
100 - 120	53,49	18,51	28,00	Franco-arg.aren.	1,349

areia foram sempre os que mais se destacaram nos modelos de regressão múltipla (maiores valores no teste t). Isoladamente, eles chegaram a responder por mais de 93% das variações ocorridas na massa específica do solo seco, como se pôde comprovar na regressão linear, também com nível de significância $< 0,01\%$, para o modelo $P_{ss} = 0,829515 + 0,00887243 (\% \text{ areia})$.

4.2 - Armazenamento de água no solo em função do tempo

Os anexos 7, 8, 9 e 10 mostram os valores de umidade gravimétrica obtidos no período de 06.10.89 e 30.05.91 para as 6 camadas das 4 unidades de solo, respectivamente. Esses valores foram convertidos em umidade volumétrica através da equação (2) e em armazenamento através da equação (3), e posteriormente acumulados a fim de se obter o armazenamento no perfil, de 0-120cm.

O resumo das análises estatísticas dos resultados de armazenamento de água de 0-120cm em função do tempo é apresentado no quadro 05. As figuras 2, 3, 4 e 5 mostram os gráficos que representam o armazenamento do perfil (0-120 cm) em função do tempo, respectivo a cada unidade de solo.

a - Latossolo Vermelho Escuro

Pelo quadro 6 observa-se que a média do armazenamento de água encontrado nas 71 amostragens foi de 48,43 cm, enquanto que o

QUADRO 6 - VALORES MEDIOS DE ARMAZENAMENTO DE AGUA DURANTE 608 DIAS
NO PERFIL DE 0-120 CM DAS QUATRO UNIDADES DE SOLO

VARIAVEL	LATOSSOLO	CAMBISSOLO	PVAB	PVAA
No. DE AMOSTRAS	71	71	71	71
MEDIA (cm)	48,43	28,64	39,60	30,60
MEDIANA (cm)	49,00	28,70	39,90	30,80
MODA (cm)	47,40	27,70	37,20	34,10
VARIANCIA (cm ²)	13,73	16,55	16,35	17,37
DESVIO PADRAO (cm)	3,70	4,07	4,04	4,17
ERRO PADRAO (cm)	0,44	0,48	0,48	0,49
MINIMO (cm)	38,50	21,50	30,50	21,30
MAXIMO (cm)	57,10	42,80	48,70	41,60
CV (%)	7,64	14,21	10,20	13,63

UNIDADES DE SOLO:

LATOSSOLO - Latossolo Vermelho Escuro

CAMBISSOLO - Cambissolo

PVAB - Podzolico Vermelho Amarelo Latossolico

PVAA - Podzolico Vermelho Amarelo

FIGURA 2 - ARMAZENAMENTO DE AGUA NO SOLO DE 0-120 CM EM FUNÇÃO DO TEMPO PARA O LATOSSOLO VERMELHO ESCURO

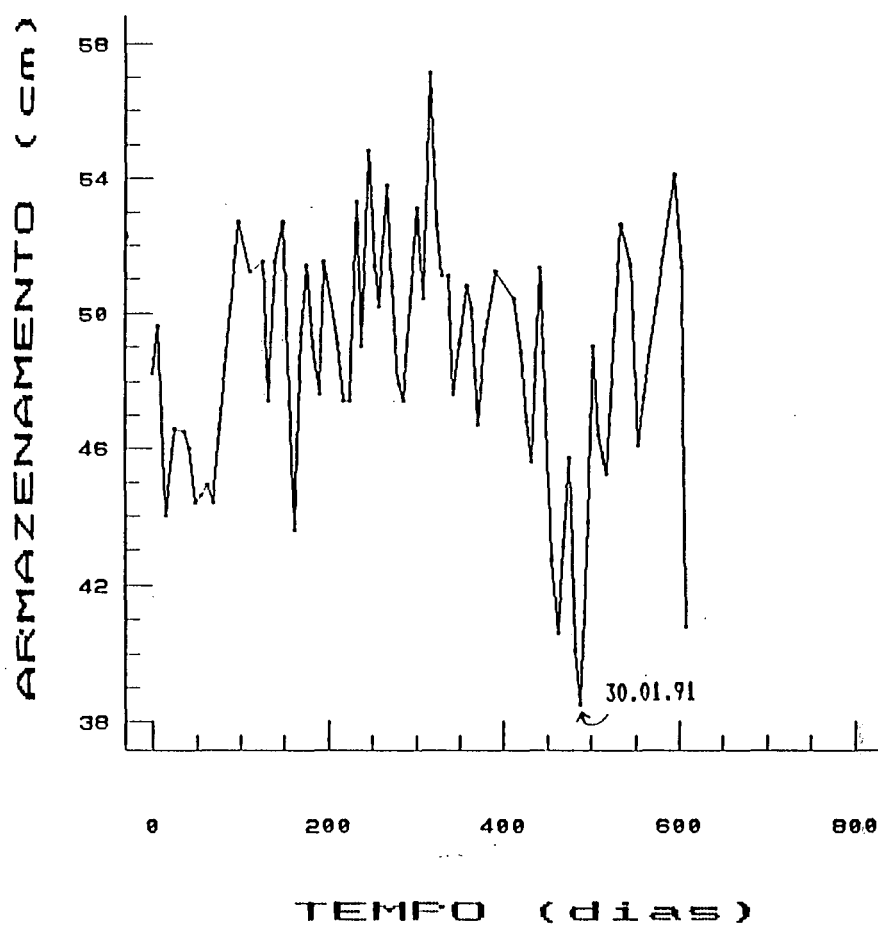


FIGURA 3 - ARMAZENAMENTO DE AGUA NO SOLO DE 0-120 CM EM FUNÇÃO DO TEMPO PARA O CAMBISSOLO

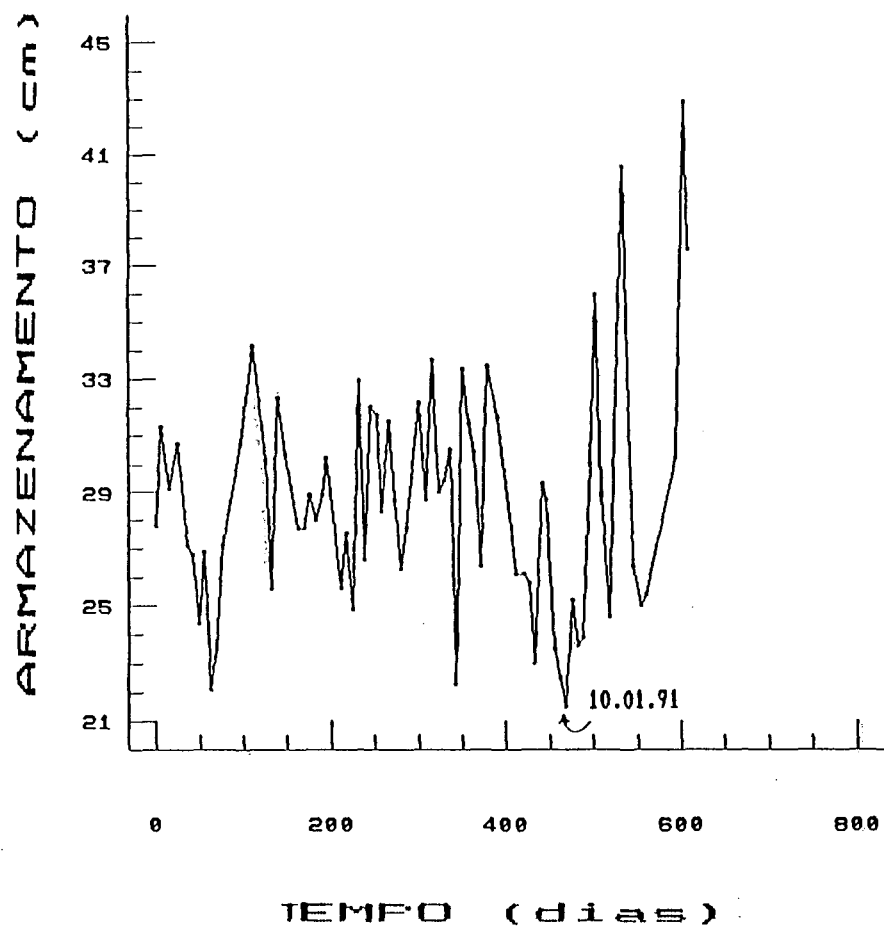


FIGURA 4 - ARMAZENAMENTO DE AGUA NO SOLO DE 0-120 CM EM FUNÇÃO DO TEMPO PARA O PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO

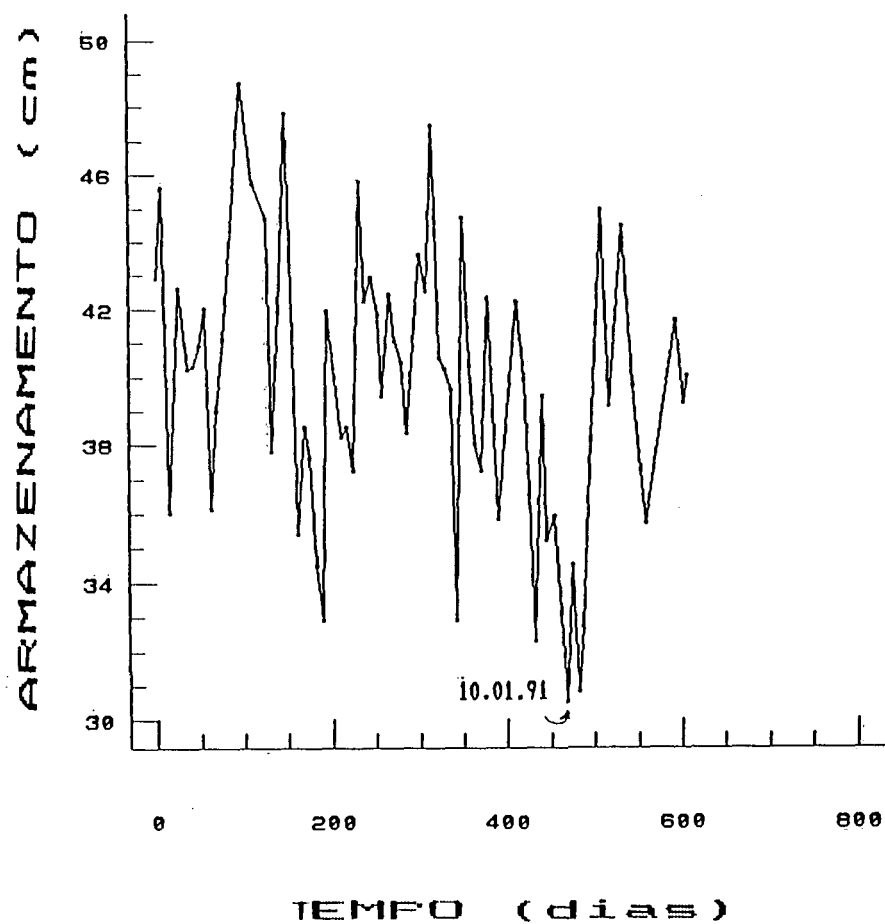
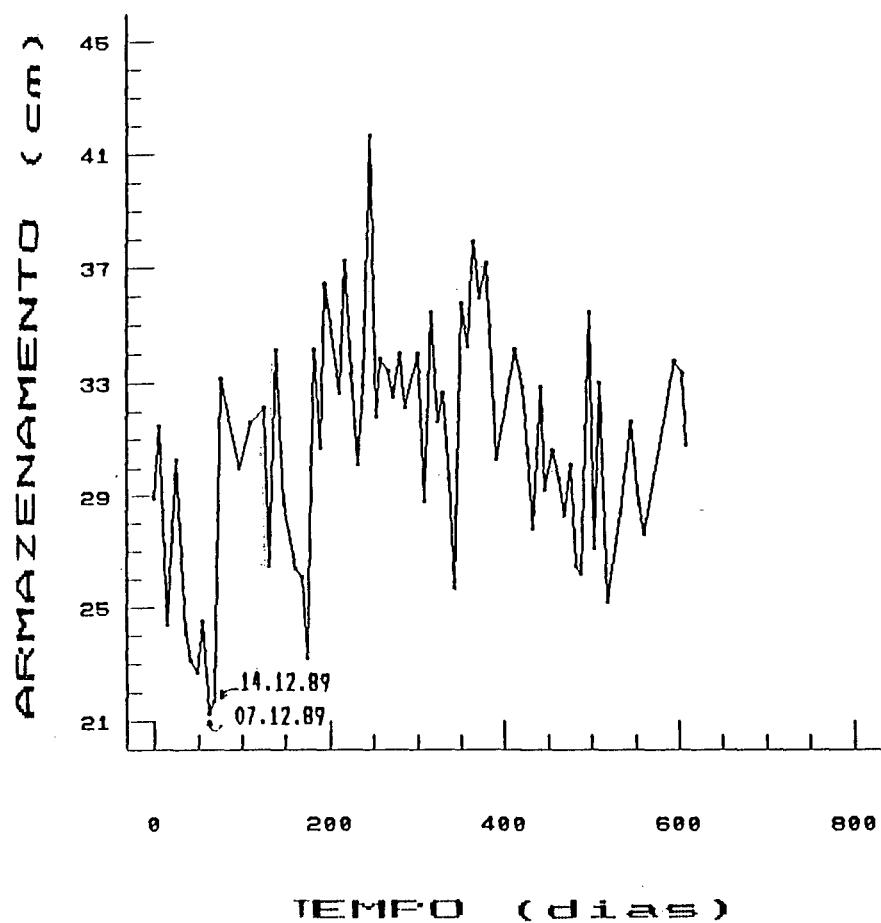


FIGURA 5 - ARMAZENAMENTO DE AGUA NO SOLO DE 0-120 CM EM FUNÇÃO DO TEMPO PARA O PODZOLICO VERMELHO AMARELO



armazenamento máximo chegou a 57,10 cm e o mínimo 38,50 cm. Esta unidade de solo foi a que apresentou menor coeficiente de variação nos valores de armazenamento. Isto significa, em outras palavras, que as menores amplitudes de variação em torno do armazenamento médio, ocorreram nesta unidade de solo.

Através do gráfico da figura 2 constata-se que durante a maior parte do tempo o armazenamento de água oscilou entre 45 cm e 53 cm, embora tenham ocorrido três "picos" de redução, dos quais o mais importante ocorreu em 30.01.91, anotando-se 38,5 cm (uma redução com relação à média, de 21%, aproximadamente).

Comparando-se com as demais unidades de solo, o Latossolo apresentou a maior média de armazenamento de água (quadro 5), podendo-se afirmar que possui o melhor comportamento hídrico dentre os solos estudados. Dentre as explicações para o fato tem-se principalmente a textura, pois esta unidade de solo apresenta os mais altos teores de argila e os mais baixos de areia nas 6 camadas amostradas, conforme se observa nos Quadros 1 a 4. Outro fator que pode ter influenciado o maior armazenamento de água ao longo do perfil é a posição na paisagem, já que o Latossolo se localiza numa posição plana, no alto de um platô, reduzindo os riscos de perdas por escoamento superficial por ocasião das chuvas. Além desses fatores, as próprias características intrínsecas de um Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, já o credenciam a apresentar elevada capacidade de armazenamento de água, dentre elas: alta profundidade, boa porosidade, boa estruturação, matéria orgânica, etc.

b - Cambissolo

Observando os resultados do quadro 5, tem-se que o armazenamento médio observado nas 71 amostragens foi de 28,64 cm, com o armazenamento máximo de 42,80 cm e mínimo de 21,50 cm. Esta unidade foi a que apresentou maior coeficiente de variação nos valores de armazenamento, ou seja, as maiores amplitudes de variação em torno do armazenamento médio.

Na figura 3 é apresentada a relação do armazenamento médio em função do tempo acumulado onde se observa que o armazenamento de água predominante nas 71 amostragens esteve entre 25 cm e 33 cm, apresentando cerca de 03 "picos" de redução em 3 ocasiões distintas, mas todos em torno de 22 cm. O menor desses "picos" (21,5 cm) ocorreu em 10.01.91, vinte dias antes daquela verificada no latossolo.

Comparando-se com as demais unidades de solo, o cambissolo apresentou os menores valores de armazenamento de água. Várias são as causas que podem justificar esses resultados. Como fator mais importante pode-se citar a textura franco-arenosa desse cambissolo, que apresenta variação nos teores de areia entre 68% a 80% e argila de apenas 10 a 20% (quadro 2), além da presença de materiais grosseiros na porção inferior do perfil; de sua baixa profundidade (115 a 120 cm); e da localização desse solo na paisagem, ou seja, em locais de declive acentuado e imediatamente sobre o leito rochoso, no caso o Arenito Furnas. Pode ainda ter interferido no armazenamento de água desse solo a quantidade de matéria orgânica, diretamente re-

lacionada à vegetação, que no caso é composta de campos nativos, típica dos Campos Gerais, que quando degradados, como na área em estudo, pouco contribuem para a elevação desses teores.

c - Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico

Conforme os resultados apresentados no quadro 5, a média do armazenamento de água obtido nas 71 amostragens desse solo foi de 39,60 cm, com a máxima de 48,70 cm e mínima de 30,50 cm. O coeficiente de variação dos valores de armazenamento, neste solo, foi intermediário aos encontrados no Latossolo e Cambissolo e algo inferior ao observado no Podzólico Vermelho Amarelo, provavelmente devido à homogeneidade do perfil.

Fela figura 4, onde são relacionados os resultados da média dos armazenamentos de água encontrados no perfil nas diversas amostragens com o tempo acumulado, pode-se observar que foram predominantes os armazenamentos entre 35 cm e 45 cm. Também nesse solo se nota a presença clara de algumas ocasiões onde ocorreram significativas reduções do armazenamento de água. A mais importante delas (30,50 cm) também ocorreu em 10.01.91, tal como observado no Cambissolo.

Comparando-se com as demais unidades, esse solo foi, depois do Latossolo, aquele que apresentou maior armazenamento de água. Isso se deve a algumas características a seguir discutidas. Primeiramente a textura desse solo, onde os teores médios de argila

apresentam-se acima de 35%, com tendência de elevação em profundidade, apesar dos teores de areia serem superiores a 50%, dados esses apresentados no quadro 3. Outro fator que interferiu no armazenamento de água pode ter sido a profundidade elevada desse solo, aliada as boas características de porosidade e estrutura apresentadas principalmente no horizonte B, bem como aos teores de matéria orgânica.

d - Podzólico Vermelho Amarelo

Os resultados do armazenamento médio de água no perfil do solo em função do tempo, resumidos no quadro 5, mostram que nesse solo, a média do armazenamento de água foi de 30,60 cm, com máximo de 41,60 cm e mínimo de 21,30 cm. Essa unidade apresentou um coeficiente de variação similar ao do Cambissolo.

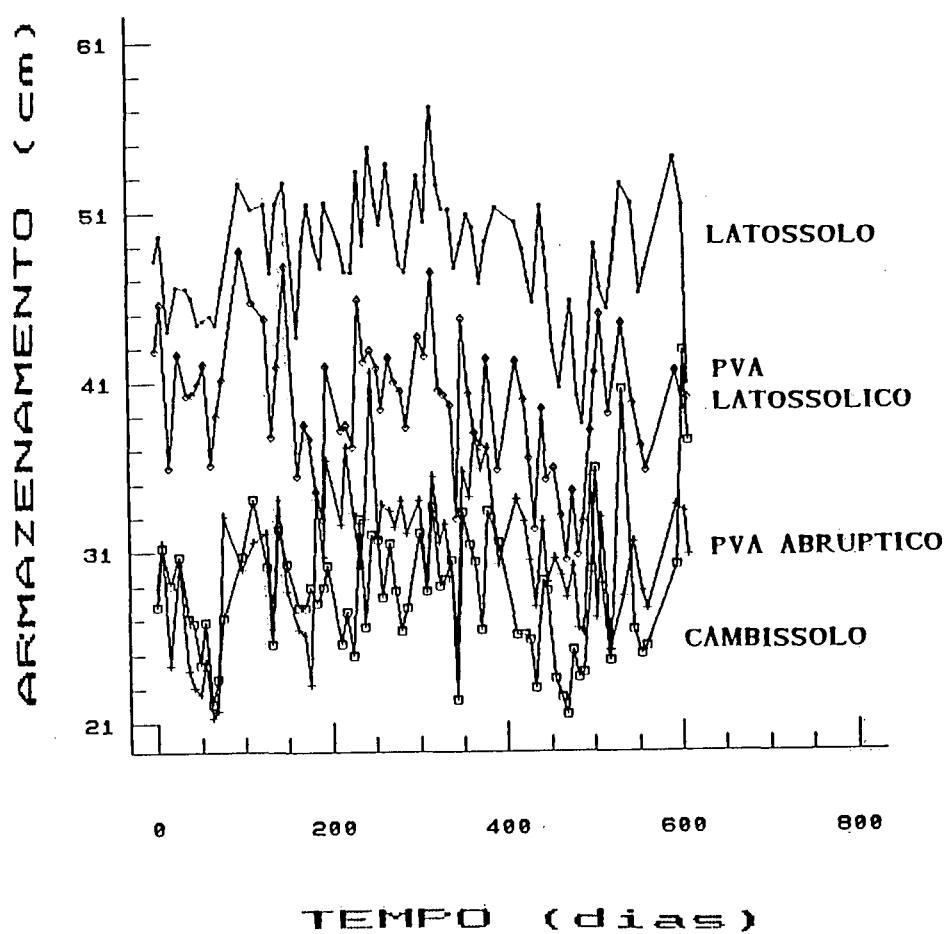
O armazenamento predominante nas amostragens, apresentado na figura 5, variou de 27 cm a 37 cm, tendo apresentado um pico de redução, ocorrido de 07.12.89 a 14.12.89, ficando em torno de 21 cm, e um pico de elevação, ocorrido em 01.06.90, com armazenamento de torno de 41,6 cm.

Comparando-se com os demais solos, esse foi, depois do Cambissolo, aquele que apresentou menor armazenamento de água. Isso possivelmente se deve, em primeiro lugar, aos efeitos da textura, apresentada no quadro 4, onde se observa que os teores de areia se situam entre 53% e 72%, com apenas 20 a 30% de argila, relacionados ao material de origem desse solo - Arenito Furnas. A posição na pai-

sagem, em relevo movimentado, aliado ao uso do solo, apresentado no Quadro 6, provavelmente também tenham influenciado os resultados.

A fim de facilitar uma observação visual comparativa do armazenamento de água em função do tempo, para os perfis de 0-120 cm das quatro unidades de solo, os resultados apresentados nas figuras 2 a 5 foram reunidos na figura 6. Das quatro unidades de solo, somente para os podzólicos a análise de regressão linear entre os valores de armazenamento de água e tempo se revelaram significativas (ao nível de 5% de significância). Mesmo assim, os coeficientes angulares dessas retas se mostraram extremamente baixos, menores que 0,007cm/d. Isto, em outras palavras, equivale dizer que os valores de armazenamento de água em cada perfil de solo oscilaram no tempo em torno de um valor médio aproximadamente constante, como mostrado na figura 6. Nota-se, como observado anteriormente, uma razoável aproximação no comportamento entre o Cambissolo e o Podzólico Vermelho Amarelo. Outra observação igualmente importante, também notada nos parâmetros estatísticos do quadro 5, diz respeito ao Latossolo, que apresentou as menores amplitudes de variação de armazenamento de água em torno da média, o que sugere, para esse solo, as menores taxas tanto de ganho como de perda de água no tempo. Essas considerações serão mais apropriadamente evidenciadas e discutidas no próximo item.

FIGURA 6 - ARMAZENAMENTO DE AGUA DE 0-120 CM DO LATOSSOLO VERMELHO ESCURO, PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO, PODZOLICO VERMELHO AMARELO E CAMBISSOLO EM FUNÇÃO DO TEMPO



4.3 - Variações médias diárias positivas e negativas do armazenamento de água nos solos

Os quadros 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 mostram os valores dos coeficientes lineares, angulares, de determinação e outros parâmetros estatísticos das regressões lineares entre as variações positivas e negativas de armazenamento de água, em função do tempo acumulado, para as seis camadas de cada unidade de solo, respectivamente. Todos esses parâmetros foram calculados através do programa mostrado no anexo 5, para cada unidade de solo. Com base nesses valores foi então utilizado o programa do anexo 6 para comparação estatística dos coeficientes angulares representativos de cada camada de solo, pelo teste t, segundo ZAR (1974). Os quadros 15 e 16 apresentam os valores desses coeficientes angulares representativos das variações de armazenamento de água positivas e negativas, respectivamente, nas seis camadas, até 120 cm. Eles indicam as taxas de variações médias diárias positivas (quadro 15) e negativas de água (quadro 16), ocorridas nas respectivas camadas de solo. Os valores totalizados nesses quadros representam as taxas de variações diárias positivas e negativas, conforme o caso, acumulados até 120 cm de profundidade.

Comparando-se os quadros 15 e 16, observa-se que com exceção da camada de 20 a 40 cm do Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, as taxas médias diárias de variações positivas e negativas de armazenagem de água entre as unidades de solo foram estatisticamente iguais entre si.

QUADRO 7 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DAS REGRESSÕES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES POSITIVAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O LATOSSOLO VERMELHO ESCURO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9880	60237,21	1032194	42,506000	32	34	-0,6364203	0,05835844
20 - 40	0,9941	32367,67	925158	6,667115	28	30	-0,0941095	0,03498608
40 - 60	0,9930	34458,99	981483	8,528198	30	32	-0,6742583	0,03510910
60 - 80	0,9908	32244,47	870286	11,053100	29	31	-0,7329502	0,03705043
80 - 100	0,9874	27569,41	1003198	9,680359	30	32	-0,2856531	0,02748152
100- 120	0,9905	24473,56	838547	6,872376	27	29	-1,0684060	0,02918567

QUADRO 8 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DAS REGRESSÕES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES NEGATIVAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O LATOSSOLO VERMELHO ESCURO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9795	66498,69	1117896	82,699220	36	38	-0,9668159	0,05948556
20 - 40	0,9871	41960,18	1204539	19,081420	39	41	-0,3625555	0,03483448
40 - 60	0,9912	39929,50	1150728	12,355350	38	40	-0,7804546	0,03469935
60 - 80	0,9885	44177,83	1186885	19,122190	38	40	-1,1328730	0,03722168
80 - 100	0,9822	32382,13	1144998	16,609920	38	40	-0,6340485	0,02828138
100- 120	0,9804	38890,92	1302951	23,182860	41	43	-0,8895798	0,02984834

r^2 - Coeficiente de determinação

$\sum XY$ - Somatório

$\sum X^2$ - Somatório

Res.SS - Soma dos Quadrados dos Resíduos

Res.DF - Grau de Liberdade dos Resíduos

N - Número de Observações onde houve Ganhos (quadro 7) ou Perdas (quadro 8)

a - Coeficiente Linear

b - Coeficiente Angular

QUADRO 9 - PARAMETROS ESTADÍSTICOS DAS REGRESSÕES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES POSITIVAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9954	73239,49	1006962	24,567870	31	33	1,4219900	0,07273312
20 - 40	0,9909	43797,64	1063909	16,628785	28	30	1,1703100	0,04116673
40 - 60	0,9958	48105,57	994149	9,738526	29	31	0,2085810	0,04838867
60 - 80	0,9908	32173,56	896759	10,755130	29	31	-0,0325775	0,03587761
80 - 100	0,9908	31751,35	31751	9,917114	30	32	-0,8982849	0,03363525
100- 120	0,9903	26741,07	937843	7,458557	34	36	-0,3231263	0,02851338

QUADRO 10- PARAMETROS ESTADÍSTICOS DAS REGRESSÕES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES NEGATIVAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9934	80163,16	1077416	39,50733	36	38	1,1269269	0,07440320
20 - 40	0,9918	47401,85	1091705	17,01807	40	42	1,2537380	0,04340020
40 - 60	0,9920	56453,08	1145202	22,35352	39	41	0,4631939	0,04929529
60 - 80	0,9909	46886,07	1240112	16,24219	38	40	-1,1722288	0,03780794
80 - 100	0,9909	41667,83	1208437	13,21875	38	40	-0,5484314	0,03448077
100- 120	0,9898	36509,38	1207009	11,38025	34	36	-0,2784863	0,03024782

r^2 - Coeficiente de determinação

$\sum XY$ - Somatório

$\sum X^2$ - Somatório

Res.SS - Soma dos Quadrados dos Resíduos

Res.DF - Grau de Liberdade dos Resíduos

N - Número de Observações onde houve Ganhos (quadro 9) ou Perdas (quadro 10)

a - Coeficiente Linear

b - Coeficiente Angular

QUADRO 11- PARÂMETROS ESTADÍSTICOS DAS REGRESSÕES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES POSITIVAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O PODZOLICO VERMELHO AMARELO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9943	67448,31	1000455	26,05908	33	35	0,1759338	0,06741762
20 - 40	0,9743	40599,24	982967	44,22193	28	30	1,7761800	0,04130273
40 - 60	0,9873	35907,13	875726	18,93494	29	31	1,6302630	0,04100271
60 - 80	0,9917	41874,06	1023388	14,31360	31	33	-1,3056620	0,04091711
80 - 100	0,9891	36390,11	922935	15,80969	27	29	-1,0380280	0,03942867
100- 120	0,9925	33455,52	880498	9,59716	27	29	-0,0745808	0,03799612

QUADRO 12- PARÂMETROS ESTADÍSTICOS DAS REGRESSÕES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES NEGATIVAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O PODZOLICO VERMELHO AMARELO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9931	73468,77	1142057	32,67334	35	37	0,8956528	0,06433022
20 - 40	0,9881	46206,74	1144108	22,42053	39	41	1,7067870	0,04038668
40 - 60	0,9934	51495,24	1280224	13,66040	39	41	1,2335080	0,04022361
60 - 80	0,9861	43408,89	1091381	24,37183	37	39	-1,2821960	0,03977429
80 - 100	0,9836	45751,57	1181802	29,54163	40	42	-1,2637910	0,03871339
100- 120	0,9854	47764,24	1275257	26,42371	41	43	-0,9796257	0,03745460

r^2 - Coeficiente de determinação

$\sum XY$ - Somatório

$\sum X^2$ - Somatório

Res.SS - Soma dos Quadrados dos Resíduos

Res.DF - Grau de Liberdade dos Resíduos

N - Número de Observações onde houve Ganhos (quadro 11) ou Perdas (quadro 12)

a - Coeficiente Linear

b - Coeficiente Angular

QUADRO 13- PARAMETROS ESTATISTICOS DAS REGRESSOES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES POSITIVAS DE ARMAZENAMENTO DE AGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O CAMBISSOLO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9927	59880,55	1127731	23,50830	31	33	-1,5599960	0,05309827
20 - 40	0,9917	37610,38	894489	13,25920	28	30	-1,6219190	0,04204679
40 - 60	0,9733	35162,73	939121	36,10864	30	32	-1,0910330	0,03744216
60 - 80	0,9834	37336,87	1108734	21,10091	31	33	-1,1004780	0,03367522
80 - 100	0,9858	42345,66	1076906	23,93396	32	34	-0,0148356	0,03932159
100- 120	0,9799	44840,86	941786	43,64405	28	30	0,3698683	0,04761258

QUADRO 14- PARAMETROS ESTATISTICOS DAS REGRESSOES LINEARES ENTRE AS VARIAÇÕES NEGATIVAS DE ARMAZENAMENTO DE AGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO PARA O CAMBISSOLO

Profundidade cm	r^2	$\sum XY$	$\sum X^2$	Res.SS	Res.DF	N	a	b
0 - 20	0,9870	54798,91	1028186	38,32202	37	39	-1,4454818	0,05329668
20 - 40	0,9888	52253,82	1259465	24,53150	40	42	-1,0581150	0,04148890
40 - 60	0,9790	44365,89	1202674	35,09998	38	40	-1,6215940	0,03688936
60 - 80	0,9870	31897,13	962627	13,93054	36	38	-1,1341620	0,03313550
80 - 100	0,9882	42664,96	1072667	20,19702	36	38	-1,1938180	0,03977466
100- 120	0,9807	59747,94	1209092	58,13990	40	42	-1,0884610	0,04941556

r^2 - Coeficiente de determinação

$\sum XY$ - Somatório

$\sum X^2$ - Somatório

Res.SS - Soma dos Quadrados dos Resíduos

Res.DF - Grau de Liberdade dos Resíduos

N - Número de Observações onde houve Ganhos (quadro 13) ou Perdas (quadro 14)

a - Coeficiente Linear

b - Coeficiente Angular

QUADRO 15 - TAXAS MEDIAS DIARIAS POSITIVAS DA VARIAÇÃO DE ARMAZENAMENTO DE AGUA EM SEIS CAMADAS DAS 4 UNIDADES DE SOLO

PROFUNDIDADE cm	LATOSSOLO cm/dia	CAMBISSOLO cm/dia	PVAB cm/dia	PVAA cm/dia
0 - 20	0,0584 (c)	0,0531 (d)	0,0727 (a)	0,0674 (b)
20 - 40	0,0350 (f)	0,0420 (f)	0,0412 (f)	0,0413 (f)
40 - 60	0,0351 (f)	0,0374 (f)	0,0484 (e)	0,0410 (f)
60 - 80	0,0371 (f)	0,0337 (f)	0,0359 (f)	0,0409 (f)
80 - 100	0,0275 (g)	0,0393 (f)	0,0336 (f)	0,0394 (f)
100 - 120	0,0292 (g)	0,0476 (e)	0,0285 (g)	0,0380 (f)
0 - 120	0,2223	0,2531	0,2603	0,2680

Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste "t" (ZAR, 1974), ao nível de 5% de significância.

QUADRO 16 - TAXAS MEDIAS DIARIAS NEGATIVAS DA VARIAÇÃO DE ARMAZENAMENTO DE AGUA EM SEIS CAMADAS DAS 4 UNIDADES DE SOLO

PROFUNDIDADE cm	LATOSSOLO cm/dia	CAMBISSOLO cm/dia	PVAB cm/dia	PVAA cm/dia
0 - 20	0,0595 (c)	0,0533 (d)	0,0744 (a)	0,0643 (b)
20 - 40	0,0348 (f)	0,0415 (f)	0,0434 (e)	0,0404 (f)
40 - 60	0,0347 (f)	0,0369 (f)	0,0493 (e)	0,0402 (f)
60 - 80	0,0372 (f)	0,0331 (f)	0,0378 (f)	0,0398 (f)
80 - 100	0,0282 (g)	0,0398 (f)	0,0345 (f)	0,0387 (f)
100 - 120	0,0298 (g)	0,0494 (e)	0,0302 (g)	0,0374 (f)
0 - 120	0,2242	0,2540	0,2696	0,2608

Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste "t" (ZAR, 1974), ao nível de 5% de significância.

UNIDADES DE SOLO:

LATOSSOLO - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO

CAMBISSOLO - CAMBISSOLO

PVAB - PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO

PVAA - PODZOLICO VERMELHO AMARELO

Desde que, por definição, o balanço hídrico de uma cultura é a contabilização das entradas e saídas de água, isto é, que a diferença entre a quantidade de água que entra e sai pelo volume de solo num período de tempo expressa a variação de armazenamento de água, e desde que essa variação média diária foi praticamente nula nas quatro unidades de solo, conclui-se que, em termos médios, as taxas médias diárias de aportes de água (representados pela chuva e ascensão capilar) nessas camadas, se igualam às perdas (representadas pela evapotranspiração, drenagem profunda e escoamento superficial). Os valores acumulados até 120 cm mostram que as taxas de variações diárias do armazenamento de água, tanto positivas quanto negativas, foram menores no Latossolo, na ordem de 2,2 mm/dia, e maiores no Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, com 2,6 mm/dia, uma diferença de 15%, aproximadamente. Essas observações, aliadas aos resultados do quadro 5 e figura 6, permitem concluir que além das variações de armazenamento terem ocorrido em torno de um valor médio constante, as amplitudes dessas variações foram cerca de 15% maiores nos solos podzólicos do que no latossolo, ainda que o segundo tenha apresentado um armazenamento médio superior ao dos primeiros. Uma vez que são inúmeros os fatores que podem determinar essas diferenças e desde que as medições de umidade ocorreram sob condições naturais de campo, fica difícil precisar as causas. Dentre esses fatores determinantes, tem-se a textura, como pôde ser confirmado pela regressão "Step Wise". Essa regressão revelou alta significância entre as taxas de variações médias dos armazenamentos (coeficientes angulares) com os teores de areia e silte. A relação obtida, para varia-

ações positivas de armazenamento, foi:

TAXA MEDIA DE VARIAÇÃO DIARIA DE ARMAZENAMENTO = 0,001343 (%SILTE) + 0,000476 (%AREIA), com $r^2 = 0,9478$ e nível de significância $< 0,01\%$,

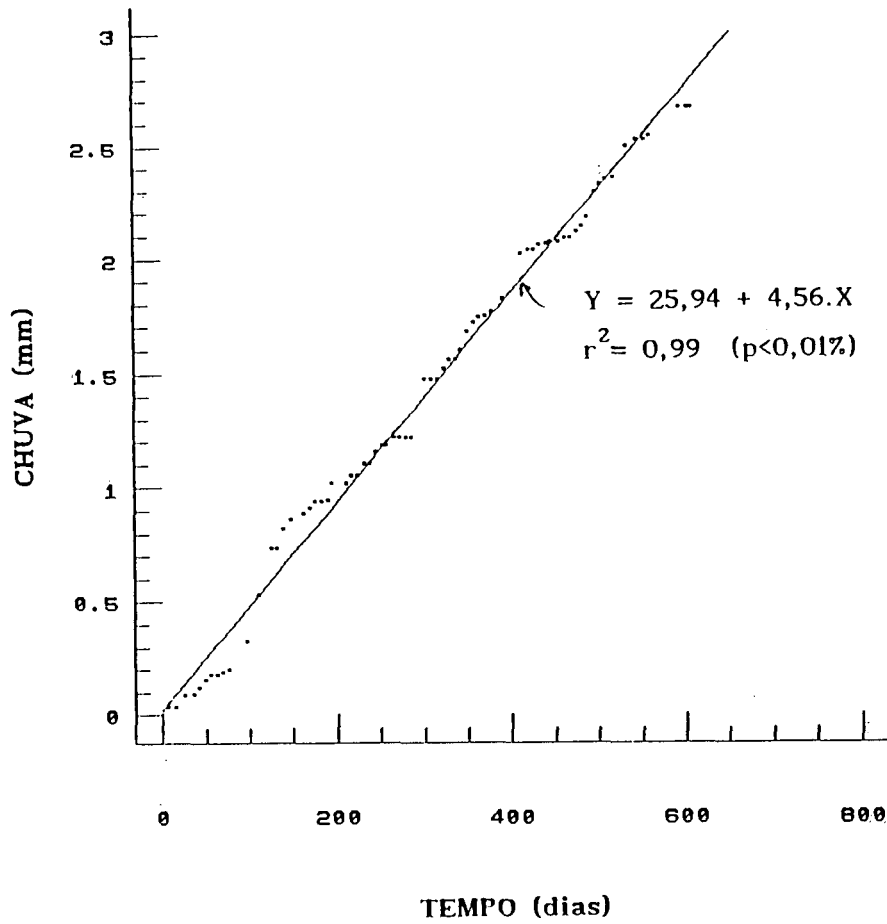
e para as variações negativas de armazenamento:

TAXA MEDIA DE VARIAÇÃO DIARIA DE ARMAZENAMENTO = 0,00139 (%SILTE) + 0,00047 (%AREIA), com $r^2 = 0,9475$ e nível de significância $< 0,01\%$.

De fato, como atestam GARDNER e MAYHUGH (1958); JACKSON (1963) e WILLIS (1960), entre outros, a areia pode participar no aumento da condutividade hidráulica do solo, aumentando tanto a capacidade de infiltração de água (ganho), como favorecer a densidade de fluxo de água às plantas à baixas tensões (perdas). O efeito da areia nas propriedades hidráulicas do solo é amplamente conhecido e relatado na literatura.

O anexo 11 mostra os valores de chuva registrados durante os 608 dias correspondentes ao período de coleta de dados. Esses valores foram acumulados em função do tempo, também acumulado, a fim de se obter a taxa de chuva diária, através de regressão linear simples. A figura 7 mostra a relação funcional gráfica, bem como os parâmetros de regressão obtidos que, como se nota, foram altamente significativos (significância $< 0,01\%$). O coeficiente angular dessa relação (4,56 mm/dia) representa a taxa de precipitação média diária. A chuva, juntamente com a evapotranspiração, são, respectiva-

FIGURA 7 - CHUVA ACUMULADA (mm) EM FUNÇÃO DO TEMPO ACUMULADO (dias)
E PARÂMETROS DA REGRESSÃO LINEAR



mente, as principais componentes de ganho e perda no balanço de água para uma cultura, como muito bem destacam os trabalhos de SILVEIRA & STONE (1979) e FERREIRA et al. (1974), dentre outros. Neste trabalho, como nem todas as componentes do balanço hídrico foram estimadas, torna-se impossível separá-las quantitativamente. Mesmo assim, é possível, mediante a aceitação de algumas hipóteses, fazer algumas considerações a respeito da magnitude da evapotranspiração, já que este termo é um importante indicador da eficiência de cada solo como um meio capaz de armazenar e disponibilizar água às plantas.

A despeito do que foi concluído anteriormente, sobre a igualdade dos aportes e perdas de água, a equação do balanço hídrico fica assim reduzida (HILLEL, 1972; BAVER et al., 1972):

$$\text{Precipitação} + \text{ascensão capilar} = \text{Evapotranspiração} + \text{drenagem profunda} + \text{escoamento superficial}$$

A drenagem profunda constitui-se na perda de água descendente no perfil do solo, para além da profundidade estabelecida como limite inferior para o balanço (normalmente a profundidade do sistema radicular). Ela se constitui numa perda, do ponto de vista agrônomo, mas num ganho do ponto de vista da hidrologia de águas subterrâneas.

A ascensão capilar se constitui num ganho de água para o volume de solo, no sentido inverso da drenagem profunda, isto é, de baixo para cima. Trata-se, assim, de uma drenagem positiva do ponto de vista agrônomo.

Na pior das hipóteses, admitindo-se que a taxa média diá-

ria de ascensão capilar tenha ocorrido tão pequena quanto desprezível, conclui-se, pela equação anterior, que a taxa média diária de evapotranspiração alcançaria, para qualquer das 4 unidades de solo, um máximo de 4,56 mm/dia. Nessa situação, essa taxa seria suficiente para atender uma demanda ideal de água considerada moderada por DOORENBOS (1979). Por outro lado, essa taxa de 4,56 mm/dia dificilmente deve ter ocorrido, por conta das perdas por drenagem profunda, que frequentemente podem atingir cerca de 15% do total de perdas em um balanço hídrico (SILVEIRA & STONE, 1979), ou mais (FEREIRA et al., 1974). Além disso, a despeito das variações texturais, posição na paisagem, vegetação etc, entre as 4 unidades de solo consideradas neste trabalho, é bem provável que essas perdas tenham ocorrido sob diferentes taxas em cada uma delas.

Observando-se os resultados dos quadros 15 e 16, pode-se afirmar que tanto para as taxas de variações positivas como para as negativas de armazenamento de água do solo, a camada que apresenta os resultados mais expressivos, é aquela situada à superfície, neste estudo de 0-20 cm, para qualquer das unidades de solo.

Esses resultados da camada superficial se devem à diferentes fatores que sujeitam essa camada. Influenciando as taxas de variações positivas de armazenamento tem-se inicialmente o efeito direto das precipitações, que preenchem os poros localizados nos primeiros vinte centímetros do perfil em maior quantidade do que nas subjacentes. Outro fator que está relacionado às maiores variações positivas na superfície são os teores de areia presentes nesta camada, maiores que os encontrados nas subjacentes.

Influenciando ainda essas taxas positivas de armazenamento de água nas camadas superficiais tem-se a rizosfera, já que a atividade biológica, tanto do sistema radicular das plantas como dos micro e macro organismos, é mais intensa nessa região. Essa maior atividade é diretamente relacionada com os teores de água, tanto pela presença dos organismos em si, como por seus efeitos secundários, seja pelo aumento da porosidade como pelos maiores teores de matéria orgânica.

As maiores taxas de variações negativas no armazenamento de água, observadas na camada superficial dos solos, estão, assim como as taxas positivas, relacionadas a alguns fatores. Dentre esses fatores tem-se:

- perdas por evapotranspiração;
- exposição direta aos raios solares;
- maior porosidade devido à rizosfera;
- maiores teores de areia nas camadas superficiais dos perfis.

Comparando-se os resultados da camada de 0-20 cm, entre as quatro unidades de solo, tanto para as taxas de variações positivas como negativas de armazenamento de água, tem-se, de acordo com os quadros 15 e 16, a seguinte ordem decrescente: Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico > Podzólico Vermelho Amarelo > Latossolo Vermelho Escuro > Cambissolo. Esta camada (0-20 cm) foi responsável, dentro do período considerado (608 dias), por cerca de 28, 25, 26,5 e 20% das variações de armazenamento do perfil do solo entre 0-120 cm de profundidade, na mesma ordem.

As maiores taxas encontradas no Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, ocorreram, provavelmente, pelos efeitos do uso do solo à época das medições. Outro fator que pode ter influenciado os resultados se refere às boas condições de estrutura e porosidade presentes nesse solo, que apesar de semelhantes à encontradas no Latossolo, podem ter sido influenciadas positivamente pelos maiores teores de areia desse Podzólico.

Os mais altos teores de areia também podem explicar a menor taxa negativa de variação de armazenamento encontrada no Cambissolo. De fato, o mais baixo conteúdo de água encontrado nesse solo pode ter resultado num menor suprimento de água próximo à superfície, prontamente disponível à evaporação, do que naqueles solos de textura mais fina, como atestam FRANZMEIER et al.(1960); HAISE et al.(1955); RICHARDS e WEAVER (1944) e TAMBOLI (1961), entre outros.

Diferenciando-se das demais camadas localizadas em profundidade, os resultados da camada de 100-120 cm do Cambissolo apresentaram taxas positivas e negativas semelhantes à sua camada superficial, e superiores a todas as demais camadas abaixo de 20 cm, nas quatro unidades de solo. Além dos elevados teores de areia, aliados à presença de materiais grosseiros nesta camada, tem-se aí a ocorrência de um fenômeno até certo ponto comum na Região dos Campos Gerais. Ocorre que, logo abaixo da camada 100-120 cm, está presente a camada menos permeável da rocha originária do solo, que retarda a continuação do fluxo descendente da água gravitacional, que passa através do perfil por ocasião das chuvas, principalmente por se tratar de solo bastante arenoso. Tendo o fluxo descendente prejudicado

e favorecida pelas posições de declive onde ocorrem esses solos, a água passa a escorrer sobre as rochas no chamado "escorrimento sub-superficial". Esse fenômeno, observável em locais de solos mais rasos na região, causa, inclusive, o afloramento da água, retornando o excesso a escorrer superficialmente.

Esses resultados comprovam observação de MILLER (1973), que afirmou que em solos localizados imediatamente sobre o material de origem, e este seja composto por rochas que não contenham fraturas suficientes para permitir a drenagem da água, esta fica confinada acima da camada menos permeável, aumentando grandemente a capacidade de armazenamento do solo nesta camada. Segundo o autor, a não ser que exista apreciável declive, a água vai permanecer no solo até que se perca por evapotranspiração e pela drenagem lentamente através do substrato.

Como resultado desse fato, as taxas de variação positiva e negativa de armazenamento de água na camada 100-120 cm do Cambissolo foram elevadas, influenciando, provavelmente, as camadas sobrejacentes.

Analisando-se o comportamento das taxas de variações positivas e negativas de armazenamento de água nas camadas inferiores à de 0-20 cm, observa-se que os resultados foram similares em todas as unidades de solo. Isso permite concluir que a camada superficial (de 0-20 cm), independentemente da natureza e propriedades do solo, foi a que mais efetivamente recebeu e utilizou a precipitação armazenada, na seguinte ordem decrescente: Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, Podzólico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro e

Cambissolo. Iniciaremos a discussão comparando os resultados das taxas de variações positivas e negativas de armazenamento de água do Cambissolo com o Podzólico Vermelho Amarelo e posteriormente entre o Latossolo Vermelho Escuro e o Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico. Coincidências de comportamento podem estar relacionadas à textura, material originário, posição na paisagem, dentre outros fatores.

Tanto para taxas de variações positivas de armazenamento de água no solo como para variações negativas, conforme apresentado nos quadros 15 e 16, o comportamento do Cambissolo e do Podzólico Vermelho Amarelo foi idêntico, à exceção da camada 100-120 cm do Cambissolo, onde ocorreram maiores taxas de variações negativas do que nas demais, pelas razões já discutidas anteriormente. Nas demais camadas, excluindo-se as superficiais, os resultados são idênticos. Isso pode ser explicado pelos resultados de granulometria (quadros 2 e 4), que apresentam para os dois solos altos teores de areia e baixos teores de argila, já que os solos possuem mesmo material de origem.

Quanto ao Latossolo e o Podzólico Latossólico, ocorre concordância na camada de 100-120 cm, onde tanto para as taxas de variações positivas como para as negativas, os resultados são os menores encontrados. Esses resultados podem estar relacionados à teores de argila, que são mais elevados nessa camada, aliados ainda a maior distância da camada superficial, possibilitando menor disponibilidade de água para variações positivas de armazenamento, e por conseguinte, para as negativas. Na camada 20-40 cm ocorreu igualdade

estatística apenas para as taxas de variações positivas, o mesmo não ocorrendo para as negativas, que foram maiores no Podzólico. Segundo MILLER (1973), as propriedades de retenção de água em solos profundos e uniformes são dominadas pela textura e até certo ponto pela estrutura; se o lençol freático for suficientemente profundo para que não influencie o fluxo de água na profundidade de interesse, justificando as maiores taxas negativas de armazenamento ocorridas no Podzólico.

Comparando todos os solos entre si, pelos dados das taxas de variações positivas e negativas de armazenamento de água no perfil, pode-se observar que para as variações positivas houve mesmo comportamento estatístico nas camadas de 20-40 cm e 60-80 cm, e para as variações negativas apenas na camada 60-80 cm. Considerando-se apenas o Latossolo, o Podzólico e o Cambissolo, ocorreram igualdades estatísticas nas camadas 20-40 cm, 40-60 cm e 60-80 cm, tanto para as taxas positivas como para as taxas negativas de variações de armazenamento de água do solo. Já entre o Podzólico Latossólico, Podzólico e Cambissolo, ocorreu comportamento coincidente para as taxas positivas nas camadas 20-40 cm, 60-80 cm e 80-100 cm, e para as taxas negativas nas camadas 60-80 cm e 80-100 cm. Esse comportamento semelhante em condições diversas de textura pode estar relacionado às melhores condições de estrutura e porosidade presentes nos solos de textura mais fina (Latossolo e Podzólico Latossólico), enquanto que a falta dessas condições favoráveis é compensada pela textura mais grosseira nos demais solos (Podzólico e Cambissolo).

5. CONCLUSÕES

Felos resultados obtidos e através da metodologia adotada, foi possível chegar às seguintes conclusões para os solos estudados:

- a) A camada de solo de 0-20 cm foi a que mais efetivamente recebeu e utilizou a precipitação armazenada nas 4 unidades de solo, na seguinte ordem decrescente: Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico, Podzólico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro e Cambissolo. Mas de 20 até 100 cm, com exceção de 2 camadas de solo, as demais apresentaram as mesmas taxas diárias médias de variação de armazenamento, tanto positivas como negativas.
- b) A camada superficial (0-20 cm) foi responsável, dentro do período de tempo considerado (608 dias), por cerca de 28; 25; 26,5 e 20% das variações de armazenamento do perfil de solo entre 0-120 cm de profundidade, respectivamente à ordem referida no item a.
- c) Dos componentes granulométricos, os teores de areia e silte mostraram efeito positivo significativo nas taxas médias diárias das variações positivas e negativas de armazenamento de água dos solos.

d) Na hipótese de uma taxa diária de ascensão capilar nula, a máxima taxa de evapotranspiração média diária que cada solo poderia apresentar seria uma taxa moderada de 4,56 mm/dia. Foi concluído, no entanto, que essa taxa dificilmente ocorreu, por conta das perdas por drenagem profunda, que frequentemente estão presentes nos balanços hídricos de culturas agrícolas, principalmente em áreas onde a chuva é a principal fonte de abastecimento de água no solo.

6 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

01. ARRUDA, F.B.; ZULLO, J. & OLIVEIRA, J.B. Parâmetros de solos para cálculo de água disponível com base na textura. Rev. Bras. de Ciência do Solo. v.11 No.1. 1987. 184 p.
02. BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. Soil Physics. New York. John Wiley & Sons, Inc. 1972.
03. BRADY, N. C. Natureza e Propriedades dos Solos. 6a. edição, Rio de Janeiro. Livraria Freitas Bastos. 1986. 647 p.
04. DOORENBOS, J. & FRUIT, W. O. Crop Water Requirements. FAO Irrig. Drain. Paper 24. Rome. 1974.
05. DOORENBOS, J. & KASSAN, A. H. Yield Response to Water. FAO Irrig. Drain. Paper 33. Rome. 1979.
06. DREIBELBIS, F.R. & POST, F.A. Hydraulics of Water in Insaturated Soil. Agr. Eng. 1941. 22:235-326 p.
07. EKERN, P.C. Soil and Cultural Factors Affecting Evapotranspiration; In Irrigation of Agricultural Lands. Wisconsin-USA. 1967. 523-533 p.
08. EMBRAPA-SNLCS. 1984. Guia para identificação dos principais solos do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, 1986. 36 p.
09. FRANZMEIER, D.P.; WHITESIDE, E.P. & ERICKSON, A.E. Relationship of Texture Classes of Fine Earth to Readily Available Water. Int. Congr. Soil Science. Wisconsin-USA. 1960. 354-360 p.
10. GARDNER, W.R. & MAYHUGH, M.S. Solution ant Tests of the Diffusion Equation for the Movement of Water in Soil. Soil Sci Soc. Amer. Proc. USA. 1958. 22:197-201 p.
11. GARDNER, W.R. & HILLEL, D.I. The Relation of External Conditions to the Drying of Soils. J. Geophys. Res. USA. 1962. 67: 4319-4325 p.
12. HAISE, H.R.; HAAS, H.J. & JENSEN, L.R. Soil Moisture Studies of Some Great Plains Soils. Soil Science Soc. Amer. Proc. USA. 1955. 19:20-25 p.
13. HIDE, J.C. Observations on Factors Affecting Evaporation of Soil Moisture. Soil Science Soc. Amer. Proc. USA. 1954. 18:234-239 p.

14. HILLEL, D. I. The Field Water Balance and Use Efficiency. In: Optimizing the Soil Environment Toward Greater Crop Yields. New York, Academic Press. 1972. p. 79-100.
15. JACKSON, R.D. Porosity and Soil-Water Diffusivity Relations. Soil Science Soc. Amer. Proc. USA. 1963. 27:123-126 p.
16. KING, L.G. & SCHLEUSENER, R.A. Further Evidence of Hysteresis in a Factor in the Evaporation from Soils. J. Geophys. Res. USA. 1961. 66:4187-4191 p.
17. LANDSBERG, H.E. & BLANC, M.L. Interaction of Soil and Weather. Soil Science Soc. Amer. Proc. USA. 1958. 22:491-495 p.
18. LEMON, E.R. The Potentialities for Decreasing Soil Moisture Evaporation Loss. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. USA. 1956. 20:120-125 p.
19. LEMOS, F. & CASTRO, A.F. Capacidade de Armazenamento de Água das Chuvas em Solos da Série Itaquai. In: Anais do 5o. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 1955. 49-65 p.
20. MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. Curitiba, Banco de Desenvolvimento do Paraná. 1968. 350 p.
21. MEDINA, H.P. & GROHMANN, F. Disponibilidade de Água em Alguns Solos sob Cerrado. In: Congresso Latino Americano e X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. São Paulo. 1965
22. MILLER, D.E. & BUNGER, W.C. Moisture Retention by Soil with Coarse Layers in the Profile. Soil Science Soc. Amer. Proc. USA. 1963. 27:586-589 p.
23. MILLER, D.E. Water Retention and Flow in Layered Soil Profiles. In. Field Soil Water Regime. Madison, Wisconsin-USA. Soil Science Society of America, Inc., Publisher. 1973. p.107-117.
24. NIELSEN, O.R.; KIRKHAM, D. & VAN WIJK, W. R. Measuring Water Stored Temporarily above Field Moisture Capacity. Soil Science Soc. Amer. Proc. USA. 1959. 23:408-412 p.
25. OLMOS, J. et al. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná. EMBRAPA-SNLC/SUDESUL/IAPAR. Londrina. 1984. 91 p.
26. PARR, J.F. & BERTRAND, A.R. Water Infiltration into Soils. in A.G. Norman (Ed.). Advances in Agronomy Academic Press. New York-USA. 1960. 12:311-363 p.

27. PAULA SOUZA, D. M. et al. Plano de Uso do Solo. In: Plano Diretor da Fazenda Escola Capão da Onça. Ponta Grossa, Universidade Estadual de Ponta Grossa. 1987. 110 p.
28. PAULA SOUZA, D. M. Sequência Catenária na Formação Ponta Grossa. Relatório Final de Projeto de Pesquisa. UEPG. 1991. 22 p. Inédito.
29. PAULA SOUZA, D. M. Umidade Efetiva de Solos da Fazenda Escola. Relatório Final de Projeto de Pesquisa. UEPG. 1991. 46 p. Inédito.
30. PEREIRA, A.R.; BARROS, E.S.F.; REICHARDT, K. & LIBARDI, P.L. Estimativa da evapotranspiração e da drenagem profunda em cafezais cultivados em solos Podzolizados Lins e Marília. Piracicaba, ESALQ/CENA, 1974. 13 p.
31. PHILIP, J.R. Evaporation, Moisture and Heat Fields in the Soil. J. Meteorology. USA. 1957. 14:354-366 p.
32. PHILIP, J.R. Sources and Transfer Processes in air Layers Occupied by Vegetation. J. Appl. Meteorology. USA. 1964. 3:390-395 p.
33. RANZANI, G. Capacidade de Água Disponível do Solo. Boletim Técnico Científico da ESALQ-USP Nr. 18. Piracicaba (SP). 1963.
34. RANZANI, G. et al. Carta de Solos da Fazenda Ipanema. C.E.S. da ESALQ - USP. Piracicaba (SP). 1965.
35. REICHARDT, K. et al. A Água na Produção Agrícola. MGH. São Paulo (SP). 1978. 119 p.
36. RICHARDS, L.A. & WEANER, L.R. Moisture Retention by Some Irrigated Soils. In. Relation to Soil Moisture Tension. Journal Agric. Res. USA. 1944. 69:215-235 p.
37. RICHARDS, L.A. Water Content Changes Following the Wetting of Bare Soil in the Field. Soil Science Society Florida Proc. 1955. v.15. 142-148 p.
38. RUSSEL, E.J. Las Condiciones del Suelo y el Desarrollo de las Plantas. 1950. 453-454 p.
39. SILVEIRA, P.M. da & STONE, L.F. Balanço de água na cultura do feijão em Latossolo Vermelho Amarelo. Pesq. agropec.bras., 14(2): 111-115. 1979.

40. STAPLE, W.J. Dryland Agriculture and Water Conservation. In Research on Water; a Symposium on Problems and Progress. Madison, Wisconsin-USA. Soil Science Society of America. 1964. 13-30 p.
41. TAMBOLI, P.M. The Influence of Bulk Density and Aggregate Size on Soil Moisture Retention. Iowa State University Diss. Abstr. USA. 1961. 22:952.
42. THOMPSON, L. M. El Suelo y su Fertilidade. Reverte, 1962. 42-74 p.
43. WIEGAND, C.L. Drying Patterns of a Sandy Clay Loam in Relation to Optimal Depth of Seeding. Agron. J. USA. 1962. 54:473-476 p.
44. WILLIS, W.O. Evaporation from Layered Soils in the Presence of a Water Table. Soil Science Amer. Proc. USA. 1960. 24:239-242 p.
45. ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Inc. USA. 1974. 620 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Descrição do perfil do Latossolo Vermelho Escuro

Ap - 0 - 23 cm Bruno avermelhado-escuro (5 YR 3/2, úmido e seco); argila; fraca, pequena, granular; muito friável, ligeiramente plástico e pegajoso, transição gradual e plana.

B1 - 23 - 42 cm Vermelho-escuro (3,5 YR 3/5); argila; fraca, pequena, granular; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

B21- 42 -100 cm Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6); argila; fraca, média, granular; friável, plástico e pegajoso; transição difusa e clara.

B22-100-120 cm+ Vermelho-escuro (1,5 YR 3/5); argila; fraca, média e granular; friável, plástico e pegajoso.

Raízes- Abundantes até B1.

Crotovinas de grande porte abundantes até a profundidade de 90 cm.

ANEXO 2

Descrição do perfil do Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico

Ap - 0 - 30 cm Bruno avermelhado (2,5 YR 4/4, úmido); franco-argilo-arenosa; fraca, pequena, granular; macio, friável, não plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

A3 - 30 - 45 cm Bruno avermelhado-escuro (5 YR 4/4); franco-argilo-arenosa; fraca, média, granular; macio, friável, ligeiramente plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.

B1 - 45 - 65 cm Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6 úmido); franco-argilo-arenosa; fraca, média; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e clara.

B2 -65 -120 cm+ Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6 úmido); franco-argilo-arenosa; fraca, média e blocos sub-angulares; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Pontos de areia lavada - Pequena ocorrência principalmente no horizonte A. Raízes finas - abundantes em todo o perfil, principalmente até 100 cm de profundidade. Marcantes sinais de atividade biológica em todo o perfil. Presença de crotovinas.

ANEXO 3

Descrição do perfil do Podzólico Vermelho Amarelo

Ap - 0 - 13 cm Bruno escuro (7,5 YR 3/1); franco-arenosa; fraca, pequena a média, granular e grãos simples; muito friável, não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.

A3 - 13 - 34 cm Bruno escuro (7,5 YR 3/2); franco-arenosa; fraca, muito pequena a pequena, granular e grãos simples; muito friável, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.

B1 - 34 - 80 cm Bruno-escuro (7,5 YR 4/4); franco-argilo-arenosa; fraca, muito pequena, granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

B2 -80 -120 cm+ Bruno (7,5 YR 4/5); franco-argilo-arenosa; fraca, muito pequena, granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes abundantes no Ap, A3 e B1 e poucas no B2. Presença de croto-
vinas em todo o perfil.

ANEXO 4

Descrição do perfil do Cambissolo

A11 - 0 - 20 cm Bruno-Acinzentado-escuro (10 YR 4/2); franco-arenosa; fraca, pequena a média, granular e grãos simples; muito friável, não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.

A12 -20 - 40 cm Bruno-Acinzentado-escuro (10 YR 4/3); franco-arenosa; fraca, pequena, granular e grãos simples; muito friável, não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.

A3 - 40 - 74 cm Bruno-escuro (10 YR 4/4); franco-arenosa; fraca, pequena, granular; muito friável, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.

(B)-74 - 115 cm Bruno-amarelado (10 YR 5/6); franco-arenosa; fraca, muito pequena, granular; muito friável, não plástico e não pegajoso; transição clara.

C ou C/R - 115 - 120 cm+ franco-arenosa.

Raízes muitas até A11, A12 e poucas até A3. Presença de poucas crotovinas até A12.

Materiais grosseiros a partir de 115 cm.

ANEXO 5

Programa em linguagem BASIC utilizado para obtenção das taxas diárias das variações positivas e negativas de armazenamento de água, das equações de regressão, dos coeficientes de determinação e outros parâmetros estatísticos: para os quatro solos.

```

2 REM "prodivar"
5 REM "este prog. calcula a umidade vol., armazen., acumula os armazen."
6 REM "neg. e pos. das camadas de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100"
7 REM "100-120, e faz a regressão linear entre os armazen. acumul. pos"
8 REM "e neg., ambos em função do tempo acumulado, além de comparar"
9 REM "estatisticamente, pelo teste t, os coef. de regressão das"
10 REM "seis camadas de solo"
12 INPUT "qual o solo?", R$
13 PRINT R$
14 KK$ ="ARMAZENAMENTOS EM cm"
16 REM "O NUMERO DE SEMANAS EH 71"
17 N=71
19 REM "O NUMERO DE CAMADAS EH 6"
20 T=6
23 DIM AA(N,T): DIM BB(N,T): DIM CC(N,T): DIM DD(N,T): DIM NEGAC(N,T): DIM POSAC
(N,T): DIM SOMNEG(N): DIM SOMPOS(N,T)
24 DIM ZZ(N,5): DIM A1(N): DIM B1(N): DIM C1(N): DIM D1(N): DIM E1(N): DIM A2(N)
: DIM B2(N)
25 DIM R(T): DIM A(N,T): DIM B(N,T): DIM C(N,T): DIM D(N,T): DIM TEMP(N,T)
26 DIM XX(N,T): DIM PP(N,T): DIM QQ(N,T): DIM WW(N,T): DIM RR(N,T): DIM TEMP1(N)
27 PRINT "entre com as massas especificas, em g/cm3, das seis camadas, iniciando
pela de 0-20"
28 FOR I=1 TO T
29 INPUT R(I)
31 NEXT I
32 TT$="#.#### #.#### ##.#"
33 RR$="#.#### #.#### ##.# ###.# ###.# ###.# ###.# ###.# ###.#"
34 SS$="#.#### #.#### ##.# ###.# ###.# ###.# ###.#"
35 VV$="###.# ###.# ###.# ###.# ##"
36 GG$="###.# ###.# ###.# ##"
37 LL$="###.#"
40 PRINT "entre com os 71 valores de tempo acumulado, em dias"
42 FOR I=1 TO N
43 INPUT TEMP1(I)
45 NEXT I
54 PRINT "entre com os 71 valores de umidade gravimetrica da camada 0-20"
55 FOR I=1 TO N
56 INPUT A(I,1)
58 NEXT I
59 PRINT "entre com os 71 valores de umidade gravimetrica da camada 20-40"
60 FOR I=1 TO N
61 INPUT A(I,2)
62 NEXT I
63 PRINT "entre com os 71 valores de umidade gravimetrica da camada 40-60"
64 FOR I=1 TO N
65 INPUT A(I,3)
66 NEXT I
67 PRINT "entre com os 71 valores de umidade gravimetrica da camada 60-80"
68 FOR I=1 TO N
69 INPUT A(I,4)
70 NEXT I
71 PRINT "entre com os 71 valores de umidade gravimetrica da camada 80-100"
72 FOR I=1 TO N
73 INPUT A(I,5)
74 NEXT I
76 PRINT "entre com os 71 valores de umidade gravimetrica da camada de 100-120"
77 FOR I=1 TO N
79 INPUT A(I,6)
80 NEXT I
137 PRINT

```

```

140 REM "TACNEG e TACPOS significam tempo acumulado (negativo) e (positivo), res
pct."
141 REM "Z=armazenamento e Zneg e Zpos as variacoes de Z, podendo ser positivo (
Zpos) ou negativo (Zneg)"
183 FOR C=1 TO T
184 CLS
185 CC(1,C)=A(1,C)*R(C)+20
186 PRINT: PRINT R$: PRINT KK$
187 PRINT "para camada";C
188 PRINT TAB(0); "U"; TAB(10); "0"; TAB(18); "Z"; TAB(24); "Zneg"; TAB(31); "N
EGAC"; TAB(39); "Zpos"; TAB(46); "POSAC"; TAB(52); "TACPOS"; TAB(63); "TACNEG"
189 SOMPOS=0: PQP1=1
190 SOMNEG=0: PQP2=1:UH=0
191 PRINT USING TT$; A(1,C); A(1,C)*R(C); A(1,C)*R(C)+20
192 FOR I=1 TO N-1
193 AA(I+1,C)=A(I+1,C)
195 BB(I+1,C)=A(I+1,C)*R(C)
196 UH=UH+BB(I+1,C)
197 CC(I+1,C)=A(I+1,C)*R(C)+20
198 DD(I+1,C)=CC(I+1,C)-CC(I,C):
200 IF DD(I+1,C)<0 THEN SOMNEG=SOMNEG+DD(I+1,C)
205 IF DD(I+1,C)>0 THEN SOMPOS=SOMPOS+DD(I+1,C)
215 IF DD(I+1,C)<0 THEN PRINT USING RR$; AA(I+1,C); BB(I+1,C); CC(I+1,C); DD(I+1
,C); SOMNEG; TEMP1(I+1); PQP1
216 IF DD(I+1,C)<0 THEN PQP1=PQP1+1
225 IF DD(I+1,C)>0 THEN PRINT USING SS$; AA(I+1,C); BB(I+1,C); CC(I+1,C); DD(I+1
,C); SOMPOS; TEMP1(I+1); PQP2
226 IF DD(I+1,C)>0 THEN PQP2=PQP2+1
227 NEXT I:PRINT "umidade media=";(UH+A(1,C)*R(C))/71:PRINT A(1,C)*R(C)
228 NEXT C
6081 PRINT "ANALISE ENTRE GANHOS"
6090 PRINT "QUAIS CAMADAS: 1,2,3,4,5 OU 6?": INPUT CM1: INPUT CM2
6091 PRINT "ANALISE ENTRE GANHOS: CAMADAS": PRINT ""CM1" E "CM2""
6100 C=CM1
6105 SOMPOS=0: CONTA=1
6110 FOR I=2 TO 71
6117 IF DD(I,C)>0 THEN SOMPOS=SOMPOS+DD(I,C)
6125 IF DD(I,C)>0 THEN CONTA=CONTA+1: N1=CONTA
6127 IF DD(I,C)>0 THEN B1(CONTA)=SOMPOS
6130 IF DD(I,C)>0 THEN A1(CONTA)=TEMP1(I)
6140 NEXT I
6150 C=CM2
6155 SOMPOS=0: CONTA=1
6160 FOR I=2 TO 71
6167 IF DD(I,C)>0 THEN SOMPOS=SOMPOS+DD(I,C)
6175 IF DD(I,C)>0 THEN CONTA=CONTA+1: N2=CONTA
6177 IF DD(I,C)>0 THEN B2(CONTA)=SOMPOS
6180 IF DD(I,C)>0 THEN A2(CONTA)=TEMP1(I)
7100 NEXT I
7102 GOSUB 12000
7104 PRINT "DESEJA CONTINUAR? 1=SIM"
7105 INPUT PK: IF PK=1 THEN GOTO 6081
7106 PRINT "ANALISE ENTRE PERDAS"
7107 PRINT "QUAIS CAMADAS: 1,2,3,4,5 OU 6?": INPUT CM1: INPUT CM2
7108 PRINT "ANALISE ENTRE PERDAS: CAMADAS": PRINT ""CM1" E "CM2""
7109 C=CM1
7110 SOMNEG=0: CONTA=1
7115 FOR I=2 TO 71
7116 IF DD(I,C)<0 THEN SOMNEG=SOMNEG+DD(I,C)
7117 IF DD(I,C)<0 THEN CONTA=CONTA+1: N1=CONTA

```

```

7120 IF DD(I,C)<0 THEN B1(CONTA)=SOMNEG+(-1)
7130 IF DD(I,C)<0 THEN A1(CONTA)=TEMP1(I)
7140 NEXT I
7153 C=CM2
7157 SOMNEG=0: CONTA=1
7160 FOR I=2 TO 71
7166 IF DD(I,C)<0 THEN SOMNEG=SOMNEG+DD(I,C)
7175 IF DD(I,C)<0 THEN CONTA=CONTA+1: N2=CONTA
7177 IF DD(I,C)<0 THEN B2(CONTA)=SOMNEG+(-1)
7180 IF DD(I,C)<0 THEN A2(CONTA)=TEMP1(I)
7190 NEXT I
7200 GOSUB 12000
7210 PRINT "DESEJA CONTINUAR? 1=SIM"
7211 INPUT PK: IF PK=1 THEN GOTO 7107
8105 PRINT "ANALISE ENTRE GANHOS E PERDAS"
8106 PRINT "QUAIS CAMADAS: 1,2,3,4,5 OU 6?": INPUT CM1: INPUT CM2
8107 PRINT "ANALISE ENTRE GANHOS E PERDAS: CAMADAS": PRINT "CM1" E "CM2"
8108 C=CM1
8109 SOMPOS=0: CONTA=1
8110 FOR I=2 TO 71
8117 IF DD(I,C)>0 THEN SOMPOS=SOMPOS+DD(I,C)
8125 IF DD(I,C)>0 THEN CONTA=CONTA+1: N1=CONTA
8127 IF DD(I,C)>0 THEN B1(CONTA)=SOMPOS
8130 IF DD(I,C)>0 THEN A1(CONTA)=TEMP1(I)
8140 NEXT I
8150 C=CM2
8155 SOMNEG=0: CONTA=1
8160 FOR I=2 TO 71
8167 IF DD(I,C)<0 THEN SOMNEG=SOMNEG+DD(I,C)
8175 IF DD(I,C)<0 THEN CONTA=CONTA+1: N2=CONTA
8177 IF DD(I,C)<0 THEN B2(CONTA)=SOMNEG+(-1)
8180 IF DD(I,C)<0 THEN A2(CONTA)=TEMP1(I)
8190 NEXT I
8200 GOSUB 12000
9250 PRINT "DESEJA CONTINUAR? 1=SIM"
9260 INPUT PK: IF PK=1 THEN GOTO 8105
12000 Z=1
12005 IF Z=1 THEN N=N1
12006 IF Z=2 THEN N=N2
12010 A=0: B=0: C=0: D=0: E=0
12020 FOR I=2 TO N
12030 IF Z=2 THEN A1(I)=A2(I)
12032 IF Z=2 THEN B1(I)=B2(I)
12120 A=A+A1(I)
12130 B=B+B1(I)
12140 C1(I)=A1(I)+B1(I)
12150 C=C+C1(I)
12160 D1(I)=A1(I)^2
12170 D=D+D1(I)
12180 E1(I)=B1(I)^2
12190 E=E+E1(I)
12200 NEXT I
12210 F=C-((A+B)/N)
12220 G=D-((A^2)/N)
12230 H=E-((B^2)/N)
12240 I=A/N
12250 J=B/N
12260 K=F/G
12270 L=H-((F^2)/G)
12280 M=N-2

```

```

12290 Y=(K*F)/((E-(B^2)/N))
12300 YY=J-K*I
12305 PRINT TAB(0); "Exy"; TAB(12); "Ex2"; TAB(24); "b"; TAB(38); "res. SS"; TAB
(48); "res. DF"; TAB(60); "N"
12310 PRINT TAB(0); F; TAB(12); G; TAB(22); K; TAB(36); L; TAB(48); M; TAB(59);
N
12320 PRINT
12390 PRINT "eg. regr.: y="YY"+"K"*X"
12400 PRINT "r2=";Y
12405 PRINT
12410 IF Z=2 THEN GOTO 13000
12420 F1=F
12430 G1=G
12440 H1=H
12450 I1=I
12460 J1=J
12470 K1=K
12480 L1=L
12490 M1=M
12500 A1=A
12510 B1=B
12520 C1=C
12530 D1=D
12540 E1=E
12550 Z=2
12560 GOTO 12006
13000 F2=F
13010 G2=G
13020 H2=H
13030 I2=I
13040 J2=J
13050 K2=K
13060 L2=L
13070 M2=M
13080 A2=A
13090 B2=B
13100 C2=C
13110 D2=D
13120 E2=E
13130 PRINT
13140 REM "t para coef. angular"
13160 PRINT "para os coef. angulares"
13170 U=(L1+L2)/(M1+M2)
13180 WR=SQR((U/G1)+(U/G2))
13190 P=(ABS(K1-K2))/WR
13200 PRINT "t para coef. angular=";P
13210 PRINT "graus de liberdade=";(N1+N2)-4: PRINT
13220 PRINT
13230 PRINT "T tabelado > T calculado, 1=SIM; 2=NAO"
13240 INPUT Q
13250 IF Q=1 THEN PRINT "os coef. angul. sao iguais"
13260 IF Q=2 THEN PRINT "os coef. angul. sao diferentes": PRINT
13270 IF Q=2 THEN GOTO 13300
13280 BC=(F1+F2)/(G1+G2)
13290 PRINT "coef. de regres. comum="; BC
13295 PRINT "vamos ver se sao coincidentes?"
13300 SS=(H1+H2)-((F1+F2)^2)/(G1+G2)
13310 DF=(N1+N2)-3
13330 NU=ABS((J1-J2)-BC*(I1-I2))
13340 DE1=(SS/DF)

```

```
13350 DE2=((1/N1)+(1/N2))+((I1-I2)^2)/(G1+G2)
13370 V=NU/(SQR(DE1*DE2))
13380 PRINT "para o coef. lineares"
13390 PRINT "T para os coef. lineares=";V
13400 PRINT "graus de liberdade=";DF: PRINT
13410 PRINT "T tabelado > T calculdado, 1=sim; 2=nao"
13420 INPUT SZ
14430 IF SZ=1 THEN PRINT "os coef. lineares sao iguais"
14440 IF SZ=2 THEN PRINT "os coef. lineares sao diferentes"
14450 PRINT
14460 LPRINT "resumindo"
14470 IF Q=1 AND SZ=1 THEN PRINT "sao coincidentes"
14480 IF Q=2 AND SZ=2 THEN PRINT "sao totalmente diferentes"
14490 IF Q=1 AND SZ=2 THEN PRINT "sao somente paralelas"
14500 IF Q=2 AND SZ=1 THEN PRINT "tem somente mesmo coef. linear"
14510 PRINT:PRINT
14520 RETURN
```

ANEXO 6

Programa em linguagem BASIC utilizado para comparar estatisticamente, pelo teste t, os coeficientes e angulares das variações positivas e negativas de armazenamento de água ocorridos nos solos.

```
10 REM "coef. angular"
11 REM "este prog. compara estatisticamente, pelo teste t, os coef. angulares"
12 REM "das regressões entre camadas das quatro unidades de solo, a partir"
13 REM "dos parametros obtidos atraves do programa prodivar"
12000 PRINT "entre Exy da regressao 1": INPUT F1
12010 PRINT "entre Ex2 da regressao 1": INPUT G1
12012 PRINT "entre coef. b da regressao 1": INPUT K1
12020 PRINT "entre residual SS da regressao 1": INPUT L1
12030 PRINT "entre residual DF da regressao 1": INPUT M1
12040 PRINT "entre n1": INPUT N1
12060 PRINT "entre Exy da regressao 2": INPUT F2
12070 PRINT "entre Ex2 da regressao 2": INPUT G2
12080 PRINT "entre coef. b da regressao 2": INPUT K2
12090 PRINT "entre residual SS da regressao 2": INPUT L2
12100 PRINT "entre residual DF da regressao 2": INPUT M2
12110 PRINT "entre n2": INPUT N2
13140 REM "t para os coef. angulares"
13150 CLS
13160 PRINT "para os coef. angulares"
13170 U=(L1+L2)/(M1+M2)
13180 WR=SQR((U/G1)+(U/G2))
13190 P=(ABS(K1-K2))/WR
13200 PRINT "t para os coef. angulares=";P
13210 PRINT "graus de liberdade=";(N1+N2)-4: PRINT
13220 PRINT
13230 PRINT "T tabelado > T calculado, 1=SIM; 2=NAO"
13240 INPUT Q: PRINT
13250 IF Q=1 THEN PRINT "os coef. angulares sao iguais"
13260 IF Q=2 THEN PRINT "os coef. angulares sao diferentes": PRINT
13270 IF Q=2 THEN GOTO 13300
13280 BC=(F1+F2)/(G1+G2)
13290 PRINT "coef. de regressao comum="; BC
13300 END
```

ANEXO 7

VALORES DE UMIDADE DO LATOSSOLO VERMELHO ESCURO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
06.10.89	32,19	36,16	36,61	37,65	40,01	43,09
12.10.89	38,92	39,81	37,29	36,95	38,72	39,54
20.10.89	26,77	33,55	33,02	35,73	38,06	39,00
31.10.89	30,93	34,60	35,49	37,41	39,71	39,90
10.11.89	27,80	34,59	36,16	39,15	40,32	39,69
17.11.89	29,13	35,75	35,05	37,46	39,27	38,57
24.11.89	29,00	33,14	34,14	35,84	37,39	38,27
30.11.89	34,23	36,43	33,66	31,65	35,12	36,95
07.12.89	31,22	34,51	34,97	36,38	36,76	35,85
14.12.89	30,13	33,96	34,81	36,37	35,60	36,62
21.12.89	32,67	31,83	38,09	37,77	38,37	38,98
11.01.90	35,75	39,58	40,33	42,34	43,02	43,98
17.01.90	35,27	38,05	38,25	40,30	42,54	44,79
02.02.90	35,60	38,40	39,82	40,01	43,97	42,74
08.02.90	29,05	36,47	36,11	38,65	40,59	41,28
15.02.90	33,47	39,89	40,26	42,47	42,58	42,29
23.02.90	37,81	40,49	41,76	42,17	41,91	41,55
09.03.90	30,35	32,41	33,23	34,87	36,56	36,42
16.03.90	28,34	37,56	39,56	40,58	42,72	42,88
23.03.90	36,36	38,86	40,08	40,88	41,90	41,94
30.03.90	32,17	36,49	37,92	40,14	41,35	41,20
06.04.90	33,75	36,49	33,63	38,41	39,61	40,52
11.04.90	31,49	39,54	40,59	41,38	44,19	43,95
27.04.90	31,60	37,66	38,49	39,45	40,90	41,54
04.05.90	32,63	37,31	37,16	35,22	38,75	40,49
11.05.90	29,73	36,86	36,31	37,32	41,50	39,99
18.05.90	36,04	40,91	38,63	45,10	43,66	44,62
25.05.90	32,45	38,10	39,28	39,58	39,29	40,35
01.06.90	37,70	41,25	42,74	43,71	45,12	45,68
08.06.90	35,70	38,08	38,80	40,50	43,85	43,46
13.06.90	33,49	39,29	38,69	39,16	43,15	40,59
22.06.90	36,57	41,05	42,28	42,79	43,31	45,48
28.06.90	35,52	37,23	38,26	39,88	42,40	44,40
05.07.90	33,06	36,45	36,31	38,18	38,85	41,01
12.07.90	29,31	35,91	37,08	39,38	39,33	40,88
26.07.90	37,66	39,71	39,67	42,53	44,04	44,42
03.08.90	31,80	38,35	38,94	40,70	44,75	41,42
10.08.90	37,40	45,49	44,43	45,70	47,43	46,13
18.08.90	37,77	41,15	40,51	39,49	43,10	43,46
24.08.90	33,68	38,50	39,88	40,98	42,96	42,83
31.08.90	31,54	38,30	37,95	42,04	45,63	43,71
06.09.90	32,03	36,48	36,62	38,18	40,71	38,67
14.09.90	32,89	39,86	42,12	43,19	42,26	39,78
22.09.90	36,73	37,33	38,31	39,90	42,16	43,02
28.09.90	32,96	37,85	38,28	39,75	41,46	44,31
05.10.90	26,05	38,07	38,61	33,11	41,09	41,99
12.10.90	38,49	35,48	35,30	38,38	40,08	41,70
24.10.90	30,61	39,29	41,14	41,20	42,45	44,84

ANEXO 7

Continuação

VALORES DE UMIDADE DO LATOSSOLO VERMELHO ESCURO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
14.11.90	32,22	38,17	39,94	40,04	42,19	43,11
23.11.90	33,25	37,10	37,31	37,97	40,37	42,36
30.11.90	28,84	35,22	37,79	37,33	40,21	39,66
06.12.90	24,24	33,61	35,51	37,72	40,63	42,27
15.12.90	34,13	39,81	39,29	41,47	43,23	41,93
19.12.90	27,46	35,84	38,31	39,82	43,61	43,99
27.12.90	22,57	31,08	34,83	36,06	39,16	36,71
04.01.91	22,39	28,50	30,85	33,75	37,11	37,93
10.01.91	24,27	32,65	33,97	35,94	37,10	37,96
17.01.91	28,09	33,27	35,57	36,23	39,64	41,53
24.01.91	22,65	28,16	30,80	33,13	35,26	38,27
30.01.91	27,24	26,99	27,22	30,30	32,61	35,62
07.02.91	32,85	37,41	33,39	30,63	35,27	34,65
13.02.91	33,96	39,51	39,26	39,28	40,67	36,02
20.02.91	31,50	37,84	37,42	38,60	38,67	32,50
01.03.91	28,12	33,97	36,48	35,80	39,68	37,36
15.03.91	35,18	38,45	40,00	43,81	45,36	43,17
27.03.91	30,65	37,93	39,12	40,10	47,82	45,32
05.04.91	24,36	35,07	37,16	38,11	41,35	40,45
11.04.91	29,84	36,19	38,06	39,40	39,79	38,88
16.05.91	35,80	42,15	43,10	45,26	42,98	43,34
25.05.91	30,07	38,12	39,65	45,26	45,17	41,97
30.05.91	29,26	32,25	34,46	41,12	25,51	27,27

ANEXO B

VALORES DE UMIDADE DO CAMBISSOLO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
06.10.89	15,85	17,50	15,94	16,54	16,25	11,29
12.10.89	16,52	17,35	16,06	16,99	18,08	20,07
20.10.89	13,29	15,08	14,84	17,29	18,25	19,02
31.10.89	14,67	15,83	15,84	17,50	17,93	21,36
10.11.89	12,01	14,01	14,33	15,14	15,82	13,91
17.11.89	12,33	14,31	13,91	15,30	15,84	18,22
24.11.89	11,95	12,98	12,52	13,13	14,46	16,88
30.11.89	14,01	15,90	14,39	15,93	15,55	14,70
07.12.89	9,54	13,11	13,55	14,24	11,23	12,45
14.12.89	9,16	12,04	13,16	15,24	14,70	14,72
21.12.89	14,58	16,57	16,46	15,24	14,76	13,43
11.01.90	15,24	16,37	16,89	16,94	18,11	19,63
17.01.90	17,74	17,66	17,19	18,67	20,91	22,52
02.02.90	15,60	17,02	17,10	15,10	16,87	19,62
08.02.90	9,60	12,85	13,50	14,04	15,68	20,31
15.02.90	15,89	16,56	16,01	16,98	21,20	21,87
23.02.90	17,65	18,38	15,04	15,41	16,64	18,67
09.03.90	14,24	15,89	15,16	14,66	15,44	17,57
16.03.90	12,84	14,10	14,70	16,34	16,90	18,17
23.03.90	17,14	16,19	15,27	15,70	16,30	16,67
30.03.90	14,26	15,47	15,84	16,56	15,92	16,11
06.04.90	16,73	15,91	14,42	16,26	18,26	15,49
11.04.90	14,65	17,46	16,94	17,46	17,35	17,75
27.04.90	11,73	13,81	13,97	14,13	15,70	16,69
04.05.90	14,63	15,74	15,33	16,02	14,36	16,41
11.05.90	11,44	14,13	15,09	14,92	15,88	12,29
18.05.90	17,91	18,84	18,40	18,51	18,55	18,26
25.05.90	13,95	15,30	12,58	15,62	16,72	15,14
01.06.90	17,15	18,08	18,21	18,76	17,38	18,03
08.06.90	16,44	17,33	20,53	17,30	17,30	17,57
13.06.90	14,29	15,61	15,90	18,09	15,62	15,48
22.06.90	16,63	17,39	17,95	18,81	17,93	17,05
28.06.90	16,53	15,51	16,39	17,38	16,51	14,15
05.07.90	15,46	16,39	15,32	16,13	13,45	11,68
12.07.90	13,32	15,83	15,61	15,30	16,40	16,57
26.07.90	16,06	17,92	17,41	18,75	20,44	17,15
03.08.90	14,28	15,65	16,19	16,72	19,34	14,34
10.08.90	18,99	19,55	18,40	17,84	19,43	18,75
18.08.90	15,81	16,82	16,61	15,17	17,22	15,77
24.08.90	15,59	16,43	17,84	17,75	16,86	14,23
31.08.90	13,28	16,27	15,64	17,13	19,60	20,71
06.09.90	11,90	12,63	11,71	13,39	12,68	12,50
14.09.90	17,40	17,84	18,86	18,26	19,43	20,13
22.09.90	19,36	15,95	16,40	16,27	18,52	19,22
28.09.90	15,23	16,05	16,74	18,55	18,86	16,58
05.10.90	14,94	15,45	14,64	16,22	14,64	12,95
12.10.90	20,47	19,22	17,52	17,81	18,81	18,59
24.10.90	12,48	22,56	15,73	17,28	19,97	18,10

ANEXO B

Continuação

VALORES DE UMIDADE DO CAMBISSOLO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
14.11.90	15,02	14,52	15,25	15,37	15,35	12,09
23.11.90	15,70	14,07	14,93	15,47	15,26	12,33
30.11.90	11,88	13,85	14,46	14,99	15,94	15,49
06.12.90	8,36	11,30	13,67	14,37	15,03	14,54
15.12.90	15,43	16,98	18,17	16,95	16,47	14,35
19.12.90	12,71	16,60	16,49	16,54	16,91	17,09
27.12.90	9,52	13,16	14,04	14,68	14,69	12,91
04.01.91	12,19	11,35	12,84	14,01	13,25	12,12
10.01.91	9,30	10,86	11,70	13,10	13,90	13,23
17.01.91	13,77	15,36	13,58	13,41	15,06	13,59
24.01.91	10,71	16,16	12,97	13,31	13,53	12,63
30.01.91	14,38	13,98	13,46	12,31	13,02	13,14
07.02.91	14,89	17,10	17,56	17,52	17,77	16,11
13.02.91	17,83	18,73	19,35	20,22	22,05	22,60
20.02.91	13,30	14,69	16,01	16,57	17,76	18,83
01.03.91	8,77	12,73	14,74	14,40	15,52	16,61
15.03.91	19,80	20,72	22,84	22,88	24,46	25,33
27.03.91	12,28	14,44	15,34	16,78	15,82	13,83
05.04.91	11,03	14,38	15,15	14,35	15,24	13,91
11.04.91	15,98	12,68	13,71	14,85	15,04	13,18
16.05.91	15,99	17,68	17,89	17,96	17,44	14,55
25.05.91	19,00	21,72	25,76	25,68	25,92	25,71
30.05.91	17,28	20,93	16,26	22,48	23,87	25,25

ANEXO 9

VALORES DE UMIDADE DO PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
06.10.89	21,49	26,32	27,43	27,90	28,69	28,93
12.10.89	28,08	28,62	29,05	27,32	28,18	29,04
20.10.89	13,99	21,34	22,74	24,08	26,39	26,98
31.10.89	19,58	27,15	28,21	27,57	28,13	29,38
10.11.89	17,64	25,16	25,87	26,42	27,87	27,94
17.11.89	17,13	24,11	26,03	26,03	27,64	30,46
24.11.89	23,40	23,62	24,43	25,85	27,59	28,20
30.11.89	21,88	27,48	28,63	27,54	23,77	28,00
07.12.89	12,86	22,08	23,61	24,82	25,51	26,91
14.12.89	19,26	23,31	24,01	25,44	26,93	27,40
21.12.89	22,69	26,87	26,17	24,89	25,99	27,13
11.01.90	23,73	29,06	33,02	32,18	31,71	32,91
17.01.90	22,12	27,15	29,68	30,81	30,18	31,35
02.02.90	21,89	26,66	27,89	28,82	30,62	31,65
08.02.90	15,92	21,63	24,57	25,63	26,83	27,52
15.02.90	19,54	24,23	26,42	29,74	28,12	29,19
23.02.90	27,03	30,16	30,36	29,73	30,09	31,58
09.03.90	19,37	20,78	22,43	20,76	23,80	25,47
16.03.90	16,62	22,56	24,34	25,62	27,45	27,99
23.03.90	25,76	22,30	22,20	22,56	22,92	24,48
30.03.90	16,61	20,37	21,62	22,25	23,95	24,73
06.04.90	16,38	16,62	19,87	24,23	22,12	24,21
11.04.90	19,95	26,29	28,63	26,42	27,60	28,19
27.04.90	16,45	23,70	24,29	24,96	26,76	27,20
04.05.90	19,65	23,39	24,58	25,62	25,04	26,13
11.05.90	16,79	22,97	23,86	24,28	25,57	26,25
18.05.90	27,30	29,55	29,85	29,69	27,30	27,40
25.05.90	20,63	24,58	25,38	33,27	27,11	27,41
01.06.90	23,05	26,85	29,37	26,16	27,93	27,47
08.06.90	23,24	25,23	26,71	26,27	27,68	27,48
13.06.90	19,56	23,92	24,73	25,19	26,70	27,73
22.06.90	22,65	24,51	27,03	27,15	28,19	29,45
28.06.90	20,42	23,81	26,42	28,02	27,78	27,20
05.07.90	22,88	23,03	24,89	24,73	27,81	27,78
12.07.90	18,76	24,40	22,39	24,41	26,25	27,47
26.07.90	25,37	23,85	26,82	28,46	29,17	29,63
03.08.90	22,52	24,65	26,60	27,55	28,71	29,36
10.08.90	26,58	28,35	30,09	25,48	32,93	34,08
18.08.90	25,06	23,88	24,58	25,48	25,00	27,29
24.08.90	21,44	22,33	25,98	27,13	26,99	26,84
31.08.90	21,15	20,95	24,90	26,73	26,83	27,80
06.09.90	17,46	19,15	19,78	21,79	21,42	23,65
14.09.90	25,30	25,44	28,97	28,77	29,38	29,46
22.09.90	26,84	21,30	23,44	24,84	26,63	27,57
28.09.90	17,96	21,93	22,18	25,56	26,42	28,52
05.10.90	18,77	21,53	22,13	24,69	25,91	26,50
12.10.90	25,79	24,03	25,85	26,78	27,56	28,22
24.10.90	15,65	20,15	22,18	24,63	25,33	26,74

ANEXO 9

Continuação.

VALORES DE UMIDADE DO PODZOLICO VERMELHO AMARELO LATOSSOLICO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
14.11.90	20,67	23,95	27,22	28,08	28,60	29,81
23.11.90	19,13	23,26	25,19	26,82	27,06	28,45
30.11.90	15,07	21,79	23,01	24,73	26,09	26,68
06.12.90	10,51	18,83	21,39	23,03	23,37	24,55
15.12.90	19,99	23,38	25,65	26,28	25,86	26,61
19.12.90	16,33	20,85	22,56	23,48	23,81	25,15
27.12.90	15,15	20,72	23,48	23,96	25,28	26,16
04.01.91	18,41	17,57	19,58	22,14	23,07	23,28
10.01.91	10,58	15,96	19,23	21,48	22,97	24,64
17.01.91	17,43	18,64	20,51	22,58	24,84	25,30
24.01.91	15,54	18,37	17,00	19,06	21,78	23,87
30.01.91	19,68	18,41	18,75	19,98	21,91	23,56
07.02.91	22,42	25,94	25,08	22,98	22,10	23,81
13.02.91	21,88	25,61	25,79	26,82	27,67	27,85
20.02.91	22,91	27,19	28,80	29,63	29,83	30,08
01.03.91	16,30	22,37	25,38	26,91	28,27	27,92
15.03.91	24,96	25,03	28,56	27,85	30,14	29,64
27.03.91	21,61	22,25	24,15	26,01	27,17	27,42
05.04.91	19,46	21,30	23,48	24,15	24,80	26,23
11.04.91	19,46	19,53	21,05	23,57	24,63	25,39
16.05.91	22,74	24,13	26,24	26,98	27,42	28,28
25.05.91	27,80	26,87	26,07	25,68	20,91	18,85
30.05.91	18,93	33,37	25,38	26,61	29,18	16,30

ANEXO 10

VALORES DE UMIDADE DO PODZOLICO VERMELHO AMARELO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
06.10.89	15,85	16,79	16,43	17,31	18,43	19,45
12.10.89	19,67	18,36	21,50	16,68	18,36	18,77
20.10.89	11,46	12,94	15,50	15,77	16,01	16,64
31.10.89	15,77	18,91	18,24	18,31	18,87	19,09
10.11.89	10,07	13,15	14,94	15,63	16,88	16,51
17.11.89	8,89	10,87	13,14	15,17	17,02	18,66
24.11.89	8,67	11,16	12,91	14,69	16,40	18,53
30.11.89	12,96	12,39	14,08	14,71	16,79	17,50
07.12.89	8,36	11,91	12,66	13,32	15,04	15,95
14.12.89	10,41	10,69	11,43	12,79	15,04	18,03
21.12.89	18,87	19,72	19,37	18,93	20,30	22,08
11.01.90	16,01	16,67	17,39	17,84	19,76	20,55
17.01.90	16,13	16,23	23,54	18,75	19,54	20,02
02.02.90	17,21	18,42	18,34	19,13	21,08	21,69
08.02.90	8,96	14,67	16,50	17,61	18,96	19,49
15.02.90	16,71	19,62	21,23	21,90	21,25	22,43
23.02.90	18,31	15,91	16,17	16,77	17,59	18,71
09.03.90	13,77	15,11	15,45	16,10	16,64	18,19
16.03.90	11,21	11,96	16,38	17,51	18,75	18,97
23.03.90	11,99	11,32	13,46	14,95	15,60	16,61
30.03.90	16,21	20,60	19,89	20,94	21,98	23,52
06.04.90	13,33	16,26	18,77	18,97	21,58	22,21
11.04.90	18,06	21,80	21,96	21,99	23,84	23,95
27.04.90	13,57	18,88	19,46	20,27	22,04	23,78
04.05.90	18,80	22,76	22,24	22,46	23,25	24,65
11.05.90	13,68	19,12	20,67	21,45	22,21	23,56
18.05.90	18,26	19,39	18,79	16,86	17,24	17,88
25.05.90	15,18	19,34	20,48	21,05	21,01	21,75
01.06.90	24,04	24,61	26,14	25,93	25,57	23,67
08.06.90	17,99	18,09	19,02	18,98	20,14	20,41
13.06.90	18,27	18,69	18,17	20,98	23,31	22,56
22.06.90	18,94	19,61	19,14	20,21	20,92	21,74
28.06.90	17,62	18,11	19,93	20,16	20,42	20,85
05.07.90	18,50	18,90	19,68	20,29	22,40	22,95
12.07.90	14,35	18,42	19,03	19,43	22,28	22,60
26.07.90	20,27	18,49	20,00	20,62	20,67	22,31
03.08.90	16,02	16,18	17,01	17,48	18,08	18,73
10.08.90	19,93	20,91	20,37	20,31	22,11	23,86
18.08.90	20,43	19,51	18,61	18,17	18,00	19,07
24.08.90	18,04	18,97	18,81	19,65	20,35	21,68
31.08.90	15,29	16,22	17,43	18,22	18,51	21,38
06.09.90	16,45	15,08	14,94	14,50	15,00	16,34
14.09.90	24,43	19,83	19,93	20,27	21,78	22,09
22.09.90	22,99	19,52	18,73	19,60	20,48	21,74
28.09.90	19,23	22,33	22,23	23,22	22,25	25,41
05.10.90	17,81	21,61	21,44	22,07	22,63	24,13
12.10.90	24,03	20,43	21,45	20,88	22,60	24,12
24.10.90	17,15	19,09	18,38	17,17	18,20	19,18

ANEXO 10

Continuação.

VALORES DE UMIDADE DO PODZOLICO VERMELHO AMARELO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES, OBTIDAS DE 06.10.89 A 30.05.91.

DIA	PROFUNDIDADE (cm)					
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
14.11.90	17,31	19,53	20,02	24,35	20,73	21,13
23.11.90	15,12	19,66	20,16	20,59	20,72	22,38
30.11.90	14,62	18,66	18,07	17,30	20,13	21,22
06.12.90	11,57	16,15	16,05	17,51	19,24	20,31
15.12.90	18,85	20,32	19,81	19,88	20,61	18,77
19.12.90	15,46	17,07	17,04	17,63	18,41	19,88
27.12.90	11,61	16,08	19,65	20,40	21,07	22,33
04.01.91	17,03	16,08	16,83	17,97	18,88	19,83
10.01.91	12,19	14,58	17,98	18,83	19,70	21,45
17.01.91	17,29	15,75	16,93	18,94	19,56	20,18
24.01.91	12,00	14,79	15,70	15,79	18,31	19,42
30.01.91	16,77	13,37	13,70	15,19	17,06	18,15
07.02.91	18,53	20,41	21,31	21,87	23,40	22,09
13.02.91	15,45	17,17	16,67	16,62	16,83	15,04
20.02.91	17,16	19,36	19,59	20,95	20,52	21,40
01.03.91	11,23	13,61	15,77	16,12	16,60	18,01
15.03.91	15,45	17,17	18,92	18,37	17,70	14,66
27.03.91	13,86	18,65	19,33	19,68	21,06	21,55
05.04.91	10,50	16,78	18,06	18,16	19,58	20,99
11.04.91	15,36	14,44	15,54	16,46	18,35	19,42
16.05.91	18,34	19,49	20,03	20,46	21,48	21,85
25.05.91	18,17	19,39	19,78	20,58	21,56	20,80
30.05.91	15,34	19,44	21,30	20,80	21,48	23,08

ANEXO 11

VALORES DE CHUVA OBTIDOS NO PERIODO DE 06/10/89 A 30/05/91, NA FAZENDA ESCOLA CAPO DA ONÇA - FONTE GROSSA (PR), DE PROPRIEDADE DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FONTE GROSSA

DIA	CHUVA(mm)
12.10.89	34,0
31.10.89	55,0
10.11.89	5,0
17.11.89	25,0
24.11.89	34,5
30.11.89	24,0
14.12.89	15,0
21.12.89	10,0
11.01.90	124,0
17.01.90	204,5
02.02.90	203,5
15.02.90	89,0
23.02.90	40,0
09.03.90	27,0
16.03.90	21,0
23.03.90	27,5
06.04.90	7,5
11.04.90	75,0
04.05.90	32,5
18.05.90	50,5
01.06.90	51,0
08.06.90	31,0
22.06.90	35,0
26.07.90	251,5
18.08.90	50,0
24.08.90	35,0
06.09.90	40,0
14.09.90	82,5
22.09.90	41,0
28.09.90	18,5
05.10.90	6,0
12.10.90	20,0
24.10.90	55,5
14.11.90	196,5
23.11.90	20,0
06.12.90	20,0
15.12.90	6,0
19.12.90	7,0
04.01.91	19,0
17.01.91	28,5
24.01.91	19,0
30.01.91	44,0
07.02.91	112,0
13.02.91	32,5
20.02.91	23,5
01.03.91	7,0
14.03.91	142,0
27.03.91	30,5
11.04.91	14,0
16.05.91	127,0
