

CONDIÇÕES HÍDRICAS DE SOLOS DISPOSTOS
EM UMA SEQUÊNCIA CATENÁRIA NO
MUNICÍPIO DE BOTUCATU

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz» da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de «Magister Scientiae».

por

WOLMAR A. CARVALHO TOSIN, Prof.^o
Assistente do Departamento de Agrotecnia
e Geologia da F.C.M.B.B.

orientador

Prof. Dr. GUIDO RANZANI

PIRACICABA, ESTADO DE SÃO PAULO
1972

A memória de meu pai.

A minha mãe.

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Prof. Dr. GUIDO RANZANI, por sua valiosa orientação e irrestrita colaboração.

Aos professores Dr. GERALDO VICTORINO FRANÇA ,
Dr. ZILMAR ZILLER MARCOS, CARLOS ROBERTO ESPÍN
DOLA, AFFONSO MARIA DE CARVALHO e JOSÉ LUIZ
GUIMARÃES DE SOUZA.

Ao Engenheiro Agrônomo WALTER POLITANO.

À Bibliotecária MARIA ELISABETH FERREIRA DE
CARVALHO.

A todos os que, de um modo ou de outro, colabor
raram neste trabalho.

a autora

C O N T E Ú D O

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 - Conceito de catena	4
2.2 - Balanço da água do solo	8
3 - MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 - Material	12
3.1.1 - Solos	12
3.1.2 - Fotografias aéreas e fotomosaicos....	12
3.2 - Métodos	13
3.2.1 - Eleição da área de estudo	13
3.2.2 - Localização das trincheiras.....	13
3.2.3 - Descrição, amostragem e classificação dos solos	15
3.2.4 - Métodos analíticos, físicos e quími - cos	15
3.2.5 - Avaliação do balanço hídrico.....	17

4 - CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	20
4.1 - Localização	20
4.2 - Geologia	23
4.3 - Vegetação	24
4.4 - Relevo	24
4.5 - Clima	25
4.6 - Solos	28
4.6.1 - Regosol "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo - "intergrade" para Latosol Vermelho Amarelo	29
4.6.2 - Latosol Roxo	29
5 - DESCRIÇÃO DOS PERFIS DE SOLOS	31
5.1 - Perfil P ₁	31
5.1.1 - Morfologia	32
5.1.2 - Resultados analíticos	33
5.2 - Perfil P ₂	35
5.2.1 - Morfologia	35
5.2.2 - Resultados analíticos	36
5.3 - Perfil P ₃	38
5.3.1 - Morfologia	38
5.3.2 - Resultados analíticos	39
5.4 - Perfil P ₄	41
5.4.1 - Morfologia	41
5.4.2 - Resultados analíticos	42
5.5 - Perfil P ₅	44
5.5.1 - Morfologia	44
5.5.2 - Resultados analíticos	45

5.6 - Perfil 6	47
5.6.1 - Morfologia	47
5.6.2 - Resultados analíticos	48
6 - MARCHA ANUAL DA ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO	50
7 - SEÇÃO DE CONTROLE DA UMIDADE DOS SOLOS	52
8 - REGIMES DA UMIDADE E TÉRMICO DOS SOLOS	67
8.1 - Regimes da umidade e térmico dos perfis P_1 , P_2 , P_3 , P_4 e P_5	67
8.2 - Regimes da umidade e térmico do perfil P_6 ...	68
9 - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	69
9.1 - Perfil P_1	69
9.2 - Perfil P_2	70
9.3 - Perfil P_3	71
9.4 - Perfil P_4	71
9.5 - Perfil P_5	72
9.6 - Perfil P_6	73
10 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	74
10.1 - Solos	74
10.2 - Marcha anual da água disponível no solo ..	77
10.3 - Capacidade de armazenamento de água dispo - nível	78
10.4 - Camada de solo com e sem água disponível...	80
10.5 - Seção de controle da umidade dos solos.....	80
11 - CONCLUSÕES	82
12 - RESUMO	84
13 - SUMMARY	87
14 - BIBLIOGRAFIA CITADA	90

Q U A D R O S

QUADRO 1 - Dados climáticos do Município de Botucatu, segundo a Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo - Campinas.	25
QUADRO 2 - Balanço hídrico do Município de Botucatu , segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955).	26
QUADRO 3 - Resultados analíticos do perfil P ₁	34
QUADRO 4 - Resultados analíticos do perfil P ₂	37
QUADRO 5 - Resultados analíticos do perfil P ₃	40
QUADRO 6 - Resultados analíticos do perfil P ₄	43
QUADRO 7 - Resultados analíticos do perfil P ₅	46
QUADRO 8 - Resultados analíticos do perfil P ₆	49
QUADRO 9 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P ₁ , segundo RANZANI (1971).	52
QUADRO 10 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P ₂ , segundo RANZANI (1971).	54
QUADRO 11 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P ₃ , segundo RANZANI (1971).	56
QUADRO 12 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P ₄ , segundo RANZANI (1971).	58
QUADRO 13 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P ₅ , segundo RANZANI (1971).	60

QUADRO 14 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P ₆ , segundo RANZANI (1971).	62
QUADRO 15 - Limites superior e inferior e espessura da seção de controle da umidade dos perfis de solo P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ e P ₆ , de acordo com RANZANI (1971) e a SOIL TAXONOMY (1970).	66
QUADRO 16 - Regimes da umidade e da temperatura dos perfis P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ e P ₆ , segundo a SOIL TAXONOMY (1970).	68
QUADRO 17 - Categorias da classificação dos solos segundo a SOIL TAXONOMY (1970).	73

F I G U R A S

FIG. 1 - Localização dos perfis de solo na catena. ..	14
FIG. 2 - Localização do Município de Botucatu no Estado de São Paulo.	21
FIG. 3 - Localização da catena de solos (A — B) no Município de Botucatu.	22
FIG. 4 - Balanço hídrico do Município de Botucatu, de acordo com THORNTHWAITE e MATHER (1955). ...	27
FIG. 5 - Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P ₁ ...	53
FIG. 6 - Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P ₂ ...	55
FIG. 7 - Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P ₃ ...	57
FIG. 8 - Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P ₄ ...	59
FIG. 9 - Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P ₅ ...	61

FIG. 10 - Marcha anual da água disponível e limites da
seção de controle da umidade do perfil P₆... 63

FIG. 11 - Períodos de armazenamento A, de excedente E
e de utilização U dos perfis de solos, segundo
do RANZANI (1971). 64

1 - INTRODUÇÃO

O solo constitui "o meio natural para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais à superfície da terra", proporcionando-lhes suporte, água, nutrientes e oxigênio.

O abastecimento de água ao solo é feito pelas precipitações atmosféricas ou, artificialmente, pela irrigação, mas o estado da umidade do solo depende do balanço entre aduções e consumo desta umidade, através dos processos conjuntos de evaporação e transpiração vegetal, ou seja, da evapotranspiração potencial.

O solo pode, nestas condições, ser considerado como um reservatório de água para uso dos vegetais, pois ele evita, nos períodos sem chuva, que estes venham a sofrer deficiências de umidade.

Sabe-se que a precipitação efetiva recebida por um solo está sujeita a : ser armazenada como água disponível para as plantas, ser transferida como percolação profunda e ser evaporada por retorno à superfície.

Nos solos de uma mesma região climática, as diferenças observáveis relativamente às condições hidrológicas são as de retenção de umidade.

Uma seqüência catenária de solos é aqui tomada como um segmento da região de ocorrência dos mesmos e esse segmento da paisagem regional foi escolhido para a condução de estudos hidrológicos, com o propósito de se contribuir com informações gerais aplicáveis ao uso e manejo da água do solo para fins agrícolas.

Assim, pois, considerando-se a importância das relações solo - água, foi esquematizado o presente trabalho com o objetivo de se avaliar a capacidade de armazenamento e disponibilidade de água nos solos. Embora o método adotado não leve em consideração as implicações provenientes da infiltração e permeabilidade do solo, de declividade do terreno e da intensidade das chuvas, os resultados obtidos são úteis ao julgamento das aptidões hidrológicas entre solos de uma mesma área.

Os solos estudados estão dispostos em uma catena que envolve desde materiais provenientes da intemperização de arenitos até os oriundos da decomposição de rochas eruptivas básicas, sob idênticas condições de meio ambiente.

Pretende-se estabelecer as diferenças de comportamento hídrico através dos seguintes aspectos:

- estimativa do balanço hídrico nos perfis de solo, de acordo com as condições climáticas locais;
- previsão do comportamento dos solos em anos normais, procurando-se estabelecer diferenças de relações solo - água;
- assinalar-se, para cada unidade, a seção de controle, os regimes de umidade e de temperatura, classificando-se os solos ao nível de sub-grupo, segundo as recomendações do SOIL TAXONOMY (1970).

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Conceito de catena

MILNE (1935) referiu-se ao termo catena como sendo designativo de uma regular repetição de uma determinada seqüência de perfis de solos em associação com uma determinada topografia. O termo é de origem latina (catena, ae) e significa, originalmente, "corrente", "cadeia", passando, por analogia, a ser usado como designativo de uma série ininterrupta de coisas semelhantes, como ocorre na expressão "cadeia de montanhas". Para o citado autor, a uniformidade ou não do material de origem é de subsidiário interesse.

O mesmo MILNE (1936) estudou os solos do planalto da região sul do lago Vitória na África, descrevendo os

processos de erosão que forneceriam material de origem para os solos, os quais estariam distribuídos em uma catena. Seriam eles formados a partir de um afloramento de granito situado na parte elevada do relevo. Desse ponto até o mais baixo, desenvolveram-se solos diferenciados pelos tamanhos das partículas. O escoamento superficial, que gradualmente remove e deposita o solo do topo através das encostas, teria fornecido o material de origem desses solos, dando como resultado o aparecimento de solos rasos no topo e na encosta, solos profundos no sopé, e deposição de areia, limo e argila na parte inferior do declive.

O U.S.D.A. YEARBOOK AGRICULTURE (1938 e 1957) considera catena como um grupo de solos desenvolvidos do mesmo material de origem, mas diferentes em características de "solum", pelas suas variações em relevo ou drenagem.

Segundo os conceitos de BUSHNELL (1942), catena diz respeito a uma seqüência de solos, diferindo em condições hidrológicas sobre um determinado material de origem, sob um clima uniforme, estando ou não os solos associados em uma seqüência contínua. Através de tais conceitos, o autor redefiniu o termo catena, originalmente definido por MILNE (1935) como uma unidade de mapeamento, estando conseqüentemente os solos fisicamente ligados entre si.

Diversos estudos de solos em regiões tropicais se basearam em catena, pela maior influência da topografia na formação do solo, que é maior do que nas regiões frias ou temperadas, como salientado por GREENE (1947).

GRIFFITH (1952) opôs restrição ao termo catena co

mo uma seqüência de solos sobre materiais de origem semelhantes. Concluiu que tal conceito anularia uma série de estudos realizados em catena em virtude de variações nos materiais de origem dos solos.

BUNTING (1953) ressalta a importância de se manterem uniformes as condições climáticas dentro da catena, sem as quais haveria alterações no processo de formação dos solos.

De acordo com RUHE (1961), as paisagens das regiões da terra foram formadas pelos agentes subaéreos de denudação. Estas paisagens, completamente desenvolvidas, possuem em comum os seguintes elementos: terras altas, pedimento de encosta, pedimento de sopé e aluvião. Para o mesmo autor, os solos se formam sobre estes elementos da paisagem e constituem os termos de uma catena no sentido definido por MILNE (1936).

Segundo RÚHE (1961), Milne fez bem claro o conceito de catena, definindo-a como uma seqüência de solos encontrados entre o topo de morros baixos e a baixada, desenvolvida de acordo com as condições de drenagem e com a história passada da superfície onde os solos se desenvolvem atualmente. Para o autor, duas variantes de catena podem ser distinguidas no campo: a) topografia modelada por denudação ou outros processos a partir de uma formação original semelhante em caráter litológico (solos diferentes surgiriam pelas condições de drenagem, transporte diferencial do material erodido, lixiviação, deslocação e deposição dos constituintes químicos móveis); b) topografia esculpida em duas ou mais formações litologicamente diferentes.

Para WATSON (1965), a catena original de Milne é uma seqüência de solos dispostos no relevo, estendendo-se do topo da elevação ao vale, a qual é repetida através da paisagem. Depósitos coluvial e residual são incluídos dentro da catena, que é subdividida em catena onde os solos são desenvolvidos a partir de uma única formação geológica e catena onde os solos são desenvolvidos a partir de diferentes materiais litológicos, a diferentes elevações, sob as mesmas condições climáticas.

GUERRA (1966) conceitua catena como sendo uma sucessão de tipos de solo, desde o espigão ou qualquer ponto alto, até o fundo do vale ou planície, variando de acordo com a posição topográfica, independente de sua gênese. Isto significa que os perfis de uma catena podem ser feitos em solos aluviais, coluviais e residuais.

MONIZ (1972), utilizando-se da posição dos solos, da catena original de Milne e de elementos da paisagem definidos por Ruhe, propõe uma seqüência de solos formados a partir de arenito Bauru, para o Estado de São Paulo: Solos Podzolizados de Lins e Marília-variação Marília, que se desenvolvem nas terras altas; Solos Podzolizados de Lins e Marília-variação Lins, que ocupam a posição de pedimento de encosta; Latosol Vermelho Escuro - fase arenosa, ocupando a posição do pedimento de sopé; e Aluvião, na posição mais baixa do relevo. Os materiais de origem desses solos são: arenito Bauru para o primeiro, material de origem pedimentar para o segundo e o terceiro, e alúvio para o quarto.

No Brasil, diversos estudos, relacionados com a

gênese e a classificação de solos, vêm sendo realizados, utilizando-se de catenas (ESCOBAR, 1969; DEMATTE, 1970; ANDRADE, 1971; AVELAR, 1971).

2.2 - Balanço da água do solo

O conceito clássico considera água disponível como sendo a quantidade de água retida pelo solo entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murchamento permanente (PMP).

BRIGGS e SHANTZ (1912) estabeleceram o conceito de "ponto de murchamento permanente", correlacionando-o com a tensão de umidade a 15 atmosferas.

VEIHMEYER e HENDRICKSON (1931) conceituaram "capacidade de campo", a qual tem sido comumente referida à umidade correspondente a 1/3 de atmosfera.

LEMOS & CASTRO (1955) realizaram um estudo da capacidade de armazenamento da água das chuvas em solos da série Itaguaí (RJ) através da apreciação dos teores da umidade

a várias profundidades, no período de um ano. Chegaram, dentre outras, às seguintes conclusões: o teor mínimo de água aumenta progressivamente com a profundidade do solo; a zona mais superficial do solo, até 5 cm de profundidade, é a que está sujeita a maiores oscilações do teor de umidade; 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. Segundo eles, os resultados obtidos não podem ser aplicados a outros solos da região, por ser a capacidade de armazenamento de água função inerente da constituição e natureza de cada solo.

Outra contribuição ao assunto foi apresentada por GROHMANN & MEDINA (1962), os quais estudaram a relação entre a água do solo e a tensão com que ela é retida em alguns solos do Estado de São Paulo. Concluíram que nos solos com baixo teor de argila não há, praticamente, variação no teor de umidade sob tensões de 3, 8, 15 e 20 atmosferas e, quando o perfil do solo é homogêneo em relação à textura, verifica-se a influência da matéria orgânica na retenção da água pelo solo. Observaram, no solo arenito Bauru, grande variação de retenção de água entre as camadas superiores e inferiores. Correlacionaram esta variação de umidade com o teor de argila que aumenta consideravelmente nas camadas inferiores.

O termo "capacidade de água disponível" (CAD) é utilizado por RANZANI (1963) para comparar solos diferentes ou diferentes horizontes de um mesmo perfil, com relação à habilidade de armazenamento de água disponível, através de classes de CAD %. Segundo o mesmo autor, a capacidade de á-

gua disponível é a espessura de camada de água disponível do solo expressa como porcentagem da espessura do solo (perfil, horizonte ou camada).

Estudando a disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado, MEDINA & GROHMANN (1966) afirmam, baseados em dados por eles obtidos, que os solos barrentos apresentam maior disponibilidade de água às plantas, vindo em seguida os solos argilosos e, por fim, os arenosos.

THOMPSON, citado por SOUZA (1966), ao fazer referência à textura como fator no armazenamento de água, afirma que o solo de textura mais fina tem maior superfície e, portanto, maior volume de capilares, sendo esta a causa da maior retenção destes solos em relação aos de textura grosseira. Segundo o mesmo autor, a matéria orgânica tem influência indireta, porém efetiva, na capacidade de armazenamento e disponibilidade de água no solo.

SOUZA (1966) estudou a capacidade de armazenamento e disponibilidade de água dos solos zonais da Fazenda Ipanema (Sorocaba-São Paulo), chegando, dentre outras, às seguintes conclusões: a capacidade de armazenamento de água de um determinado solo está estreitamente ligada com a sua profundidade; para uma mesma profundidade de solo, as séries do Grande Grupo Podzólico apresentam maior camada de água disponível do que as séries do Grande Grupo Latosol ; os solos podzólicos apresentam maior capacidade de armazenamento e disponibilidade de água por unidade de volume do que os solos latossólicos; a textura, sozinha, pouco ou nada pode sugerir quanto à capacidade de armazenamento e da disponibilidade em água de um solo.

O balanço hídrico de Thornthwaite e Mather, citado por VILLA NOVA et alii (1968), elege a capacidade de água disponível (CAD) do perfil do solo em função da profundidade de exploração média das raízes e das constantes físicas do solo : Da, CC e PMP. Estes autores estabeleceram critérios para se obter o balanço hídrico do solo por meio de tabelas elaboradas para diferentes níveis de armazenamento, dando valores de ER (evapotranspiração real) em função de EP (evapotranspiração potencial) - solicitação da atmosfera e da água remanescente do solo.

SALTER & WILLIAMS (1969) estudaram o efeito das proporções areia, limo, argila e matéria orgânica em 26 solos de texturas diferentes, sobre os teores de umidade acima e abaixo dos limites de água disponível, estabelecendo equações de regressão para possibilitar a estimativa dos teores de umidade em peso ou volume, com base nos dados da análise mecânica. Concluíram que a capacidade de água disponível de um solo é correlacionada com a porcentagem de areia fina (escala Internacional) ou limo (escala Americana - U.S.D.A.) e com o carbono orgânico.

RANZANI (1971) propôs um método para cálculo da marcha anual de água disponível dos solos, fundamentado no balanço hídrico climático de THORNTHWAITE & MATHER (1955), o qual permite o julgamento de terras sob semelhantes condições climáticas.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

3.1.1 - Solos

Os solos abrangidos no presente estudo pertencem, segundo a COMISSÃO DE SOLOS (1960), a duas unidades: Regosol "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo e Regosol "intergrade" para Latosol Vermelho Amarelo e Latosol Roxo.

3.1.2 - Fotografias aéreas e fotomosaicos

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais provenientes da cobertura aerofotográfica efetuada pa

ra a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo pelas firmas Prospec e Cruzeiro do Sul, em 1962 (para o Município de Botucatu), na escala aproximada de 1:25.000.

Os fotomosaicos utilizados foram confeccionados na mesma escala das fotografias, ou seja, 1:25.000.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Eleição da área de estudo

Efetou-se preliminarmente uma excursão exploratória através do Município de Botucatu, com a finalidade de se obter uma idéia da distribuição das unidades de solos e escolher-se um local representativo dessa distribuição, a qual foi auxiliada pelo uso de fotografias aéreas e mosaicos com controle de campo.

3.2.2 - Localização das trincheiras

Conhecidas as áreas de ocorrências e a distribuição dos solos no Município de Botucatu, foi deliberado realizar-se um estudo de seis perfis de uma seqüência catenária. Da cota mais elevada para a mais baixa, os perfis receberam a designação de P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 e P_6 , conforme se observa na Figura 1.

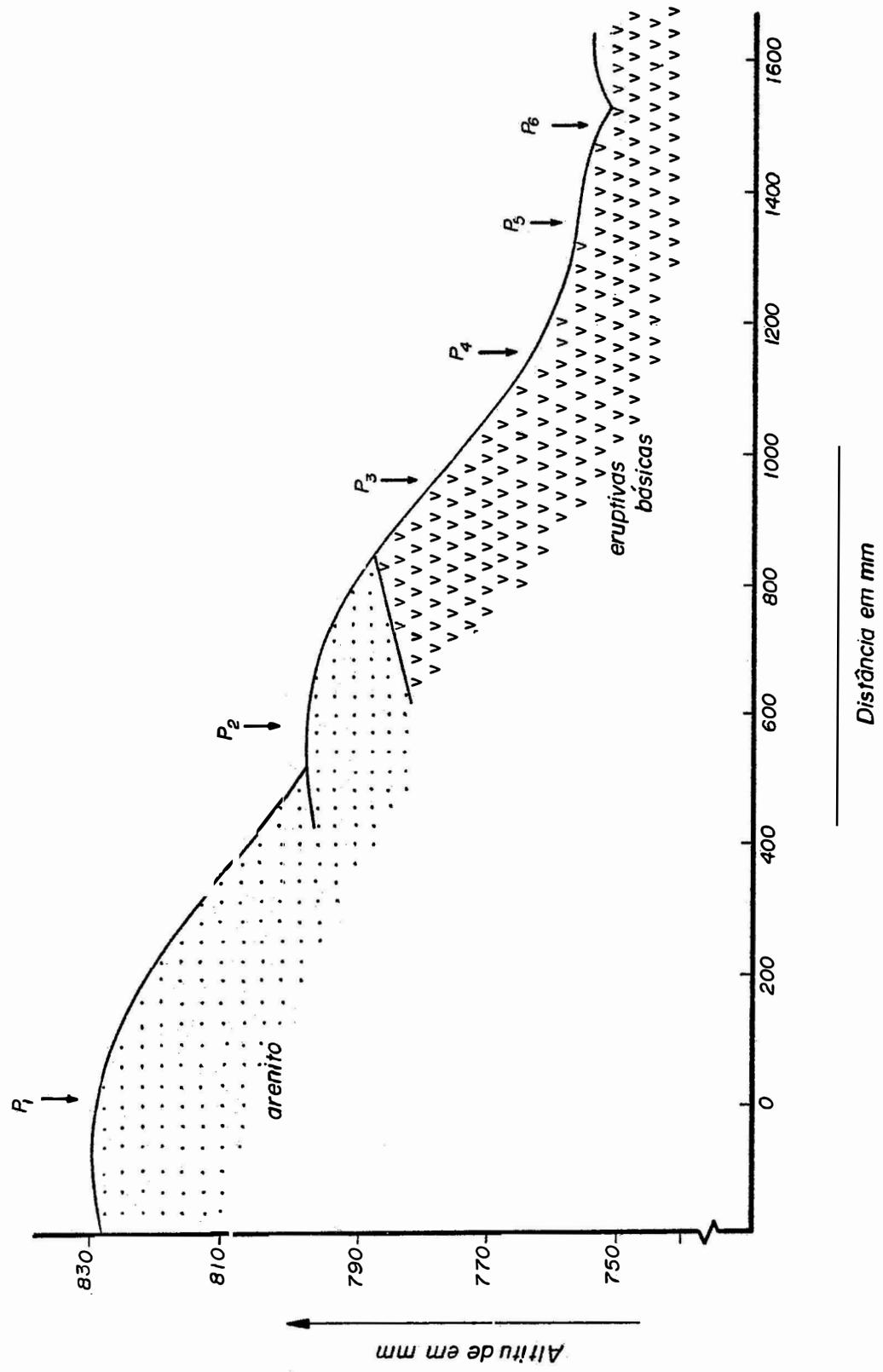


Figura 1. Localização dos perfis de solo na catena.

3.2.3 - Descrição, amostragem e classificação dos solos

Foram abertas as trincheiras com profundidades ao redor de 2,50 m, com a finalidade de se proceder à descrição morfológica e à coleta das amostras dos horizontes dos perfis de solos de acordo com as técnicas mencionadas por RANZANI (1969) e o SOIL SURVEY STAFF (1951).

A posição altimétrica de cada perfil de solo foi determinada com o auxílio de um altímetro Thommen Everest, dotado de escala graduada em metros, intervalo de 10 m, previamente aferido na Estação da Estrada de Ferro Sorocabana, na cidade de Botucatu.

A declividade dos solos foi obtida com um clinômetro Fuji.

A classificação dos solos, elaborada até o nível de subgrupo, foi feita de acordo com a SOIL TAXONOMY (1970).

3.2.4 - Métodos analíticos, físicos e químicos

As amostras foram preparadas para análise segundo as recomendações usuais apresentadas por CATANI et alii (1955).

A análise mecânica dos solos foi feita usando-se o método recomendado por KILMER & ALEXANDER (1949). A classe textural das amostras foi obtida com o auxílio do diagrama triangular do U.S.D.A. (SOIL SURVEY STAFF, 1951). Foi determinada, também pelo mesmo método, a argila natural,

empregando-se a água como dispersante.

A densidade aparente foi obtida com auxílio da amostragem com anel metálico de 50 cm³ de capacidade, e a densidade real, pelo método do picnômetro. Estes resultados, expressos em g/cm³, são referidos como Da e Dr.

Os conteúdos de umidade a 1/3 e 15 atmosferas foram obtidos com placa e membrana de pressão, segundo RICHARDS (1947 e 1949), sendo expressos como 1/3 e 15 atm.

Para a determinação do cálcio e do magnésio "trocáveis" foi utilizado o método do EDTA, de acordo com as recomendações de DA GLORIA et alii (1964), expressando-se os resultados como Ca e Mg em emg/100g de terra seca a 105-110°C.

O potássio, o alumínio e a acidez total foram obtidos de acordo com as especificações de CATANI et alii (1955). O hidrogênio "trocável" foi obtido por diferença entre a acidez total e o alumínio, exprimindo-se os resultados como K, Al e H em emg/100g de terra seca a 105-110°C.

A capacidade de troca de cátions (CTC) foi obtida pela soma das bases (Ca, Mg, K, Na), alumínio e hidrogênio.

O carbono foi determinado por via úmida, utilizando-se bicromato de potássio e tiosulfato de sódio, de acordo com a A.O.A.C. (1960) e os resultados foram expressos em g de carbono orgânico por 100 g de terra, referidos como C%.

Os fosfatos "trocáveis" foram extraídos com ácido sulfúrico 0,05N e determinados pela solução sulfomolib

dica, segundo método da A.O.A.C. (1950). Este resultado, em emg/100 g de terra, refere-se a PO_4^{-3} .

O ferro livre foi determinado colorimetricamente pelo método proposto por MEHRA & JACKSON (1960) e os resultados são referidos como g de Fe_2O_3 livre/100g de terra seca a $105-110^{\circ}C$.

Os valores de pH foram obtidos usando-se uma relação de solo/água e solo/KCl N, 1:1 e referidos como pH em água e pH em KCl.

3.2.5 - Avaliação do balanço hídrico

Os dados climáticos da região foram obtidos através da seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, em Campinas, referindo-se ao período de 1943-1960.

O balanço hídrico para a região foi elaborado segundo o método proposto por THORNTHWAITE & MATHER (1955).

A marcha anual da água disponível em cada perfil de solo foi obtida pelo método sugerido por RANZANI (1971).

A camada de água disponível em cada horizonte é avaliada através da seguinte expressão:

$$h = \frac{AD\% \cdot Da \cdot E}{100},$$

em que:

h = camada de água disponível no horizonte (cm),

AD% = conteúdo de umidade compreendido entre 1/3 e 15 atmos-

feras de tensão (g/100g de terra).

Da = densidade aparente do horizonte (g/cm³).

E = espessura do horizonte (cm).

Com os resultados obtidos dos horizontes do perfil, calcula-se a capacidade de água disponível (C.A.D.), que é a somatória dos valores h de cada horizonte, expressando-se os resultados em mm.

A estimativa da camada de solo com e sem água disponível é obtida com auxílio da seguinte expressão:

$$Ct = E_{\text{acum}} + \frac{(P-EP)_{\text{acum.}} - h_{\text{acum.}}}{h/E},$$

onde :

Ct = camada de terra em mm com água disponível, quando P-EP for positiva e sem água disponível, quando P-EP for negativa;

P = precipitação pluviométrica média (mm);

EP = evapotranspiração potencial média (mm) calculada segundo o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955);

h_{acum} = camada de água disponível acumulada (mm).

Os valores E_{acum} e h_{acum} são relativos ao mesmo horizonte e o valor h/E, ao horizonte seguinte, quando h_{acum} for imediatamente inferior a (P-EP)_{acum}.

Quando o menor valor de h_{acum} se apresentar maior do que (P-EP)_{acum}, toma-se o valor h/E do mesmo horizonte.

Quando (P-EP)_{acum} for igual ao valor h_{acum}, a espessura de solo se identifica com E_{acum}.

Através dos cálculos anteriores, o autor estabelece o balanço da água no solo, caracterizando os seguintes períodos:

A = armazenamento de água disponível no solo;

E = água excedente;

U = utilização da água disponível;

D = déficit de água.

A seção de controle de cada solo foi obtida através de aduções de 25 e 75 mm de chuva, segundo a SOIL TAXONOMY (1970), e aplicando-se o método da estimativa da marcha anual da água disponível do solo (RANZANI, 1971), para esse cálculo.

Os regimes térmico e hídrico, para cada solo, foram obtidos de acordo com a SOIL TAXONOMY (1970), o último deles sendo avaliado com auxílio do diagrama da marcha anual da água disponível.

4 - CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A sede do Município de Botucatu, no Estado de São Paulo, tem as seguintes coordenadas geográficas: 22^o52' de latitude Sul e 48^o27' de longitude W.Gr.

4.1 - Localização

A área de estudo está situada aproximadamente a 5 km da cidade de Botucatu, dentro da Fazenda Alvorada, à esquerda da Rodovia Marechal Rondon, em direção ao Município de São Manuel. As Figuras 2 e 3 mostram a localização dessa área.

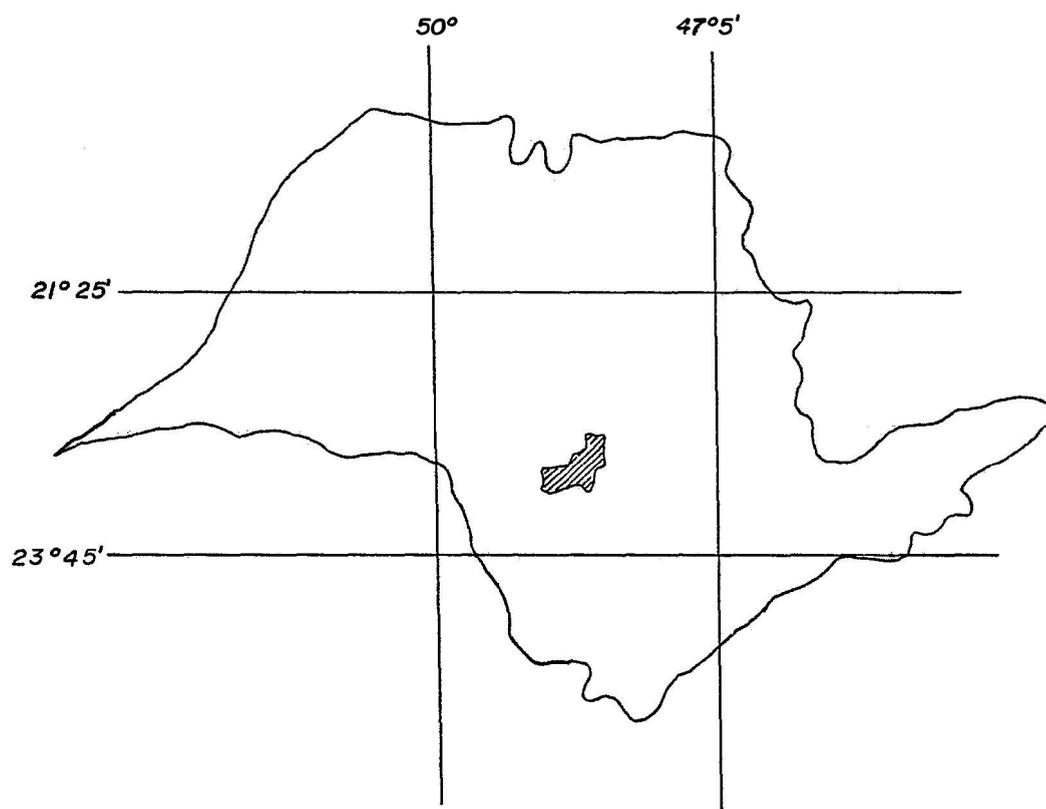


Figura 2. Localização do Município de Botucatu no Estado de São Paulo.

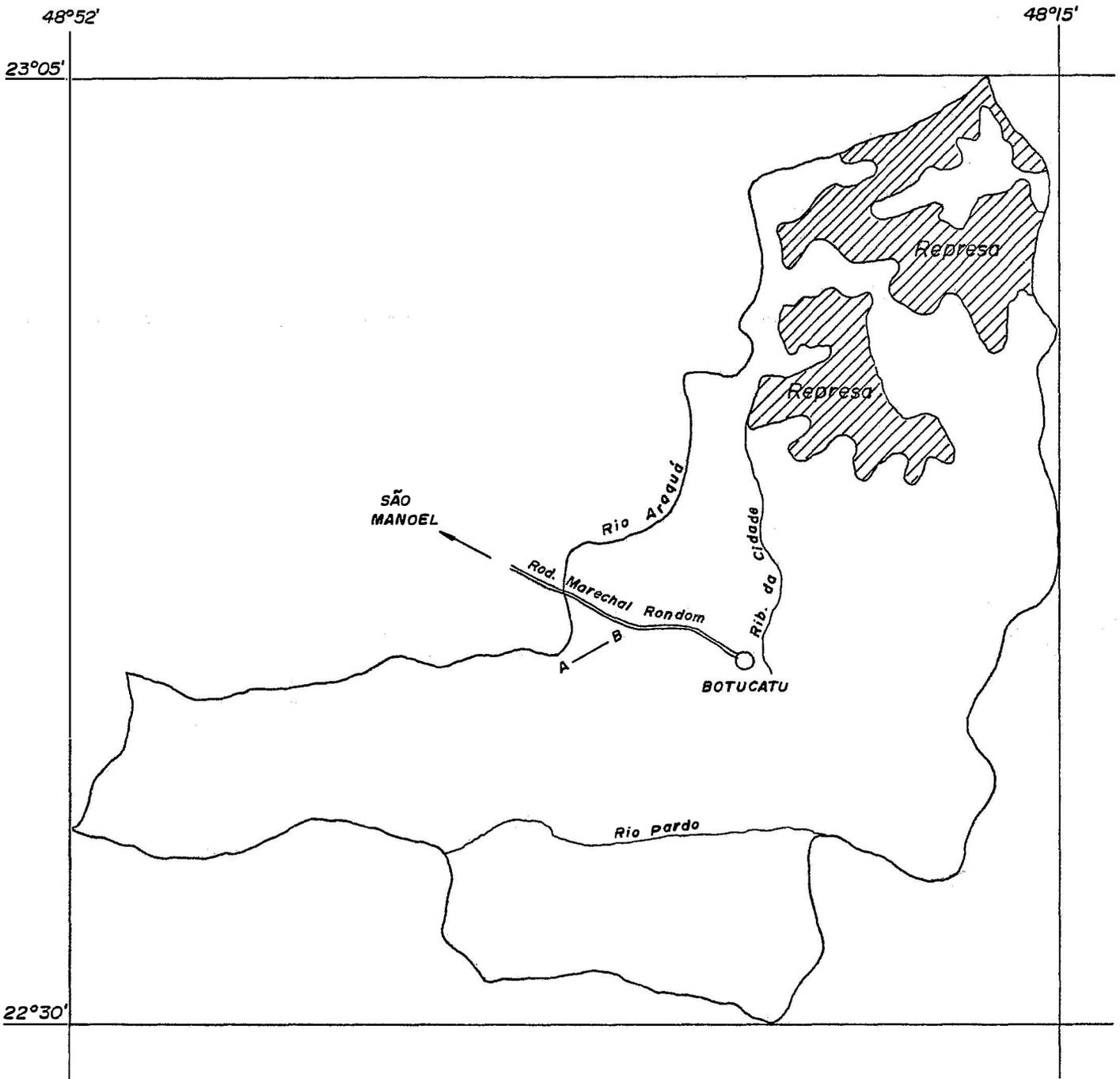


Figura 3. Localização da catena de solos (A — B) no Município de Botucatu.

4.2 - Geologia

O presente trabalho compreende um total de seis perfis de solos cujas formações geológicas, segundo o MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (1963) e observações de campo, são : Grupo Bauru, do período cretáceo e Grupo São Bento, Formação Serra Geral, do período triássico. Foram encontradas também deposições recentes, do período quaternário.

De acordo com FREITAS (1964), o Grupo Bauru consiste em um arenito, variando lateral e verticalmente a siltito, argilito e conglomerato, subdividido em dois grupos clásticos, segundo a textura: rochas rudáceas, os conglomeratos e os termos de textura arenosa, siltosa e argilosa, com ou sem cimento calcáreo. Estas últimas são de ocorrência mais frequente, os arenitos, possivelmente, fornecendo o material de origem dos solos P_1 e P_2 .

A formação Serra Geral, no Estado de São Paulo, constitui-se de rochas eruptivas básicas, as quais, segundo ALMEIDA (1964), foram, do ponto de vista petrológico, pouco estudadas. São basaltos toleíticos com piroxênios, plagioclásios e titano-magnetita, ocorrendo, como minerais acessórios, alguma apatita e, raramente, olivina, biotita, quartzo, hornblenda e pirita. A biotita, o quartzo, a hornblenda e a pirita, segundo esse autor, são observadas nas rochas intrusivas, de textura ofítica e granulação maior que a das lavas, sendo, por isso, designadas como diabásios, fornecendo o material de origem dos solos P_3 , P_4 e P_5 .

Os depósitos aluvionares do quaternário, segundo WOHLERS (1964), referem-se aos das margens dos rios, consti-

tuindo as chamadas "várzeas", litologicamente representados por areias, argilas e cascalhos, formando o material de origem para o solo P₆.

4.3 - Vegetação

Em relação à cobertura vegetal, apresentam - se alguns maciços remanescentes da cobertura vegetal primitiva, caracterizada como floresta latifoliada tropical, e espécies vegetais típicas do cerrado. Atualmente, a quase totalidade da área se acha coberta por cultura de cana-de-açúcar e pastagens.

4.4 - Relevo

O Município de Botucatu está localizado no ponto de contato da Depressão Periférica com a "Cuesta" e o planalto Ocidental Paulista, compreendendo três regiões distintas quanto às condições físicas, econômicas e à ocupação humana: Depressão Periférica, frente da "Cuesta" e topo da "Cuesta", segundo CASTRO (1966).

A área estudada, de acordo com o referido autor e observações de campo, está incluída na região do topo da "Cuesta", em contato, a oeste, com o Planalto Ocidental Paulista.

4.5 - Clima

Os dados relativos a precipitação e temperatura são referentes ao período de 1943-1960. As médias mensais constam do QUADRO 1.

QUADRO 1 - Dados climáticos do Município de Botucatu, segundo a Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo - Campinas.

Meses	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)
Jan.	22,5	242
Fev.	22,4	244
Mar.	22,0	157
Abr.	19,8	62
Mai.	17,7	56
Jun.	16,7	55
Jul.	16,6	34
Ago.	18,4	31
Set.	19,4	51
Out.	20,1	122
Nov.	21,1	104
Dez.	21,9	160
ANO	19,9	1.328

Com base nestes dados termopluiométricos, elaborou-se o balanço hídrico mensal para o Município de Botucatu, de acordo com THORNTHWAITE & MATHER (1955), como mostram o QUADRO 2 e a Figura 4.

QUADRO 2 - Balanço hídrico do Município de Botucatu, segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955)

Meses	Temp. média (°C)	Nomo-grama	Correção	R E S U L T A D O S					E M (mm)			
				Evap. potencial (EP)	Preci-pitação (P)	P - EP	Neg. acum.	Arm.	Ait.	Evap. real (ER)	Def.	Exc.
Jan.	22,5	96	1,15	110	242	+ 132	0	125	0	110	0	132
fev.	22,4	95	1,00	95	244	+ 149	0	125	0	95	0	149
mar.	22,0	91	1,05	96	157	+ 61	0	125	0	96	0	61
abr.	19,8	73	0,97	71	62	- 9	- 9	116	-	71	0	0
mai.	17,7	57	0,95	54	56	+ 2	- 7	118	+	54	0	0
jun.	16,7	51	0,89	45	55	+ 10	0	125	+	45	0	3
jul.	16,6	50	0,94	47	34	- 13	- 13	112	-	47	0	0
ago.	18,4	63	0,98	62	31	- 31	- 44	86	-	57	5	0
set.	19,4	72	1,00	72	51	- 21	- 65	73	-	64	8	0
out.	20,1	76	1,09	83	122	+ 39	- 26	112	+	83	0	0
nov.	21,1	83	1,10	91	104	+ 13	- 13	125	+	91	0	0
dez.	21,9	90	1,17	105	160	+ 55	0	125	0	105	0	55
Ano	19,9			941	1328	+ 387			0	928	13	400

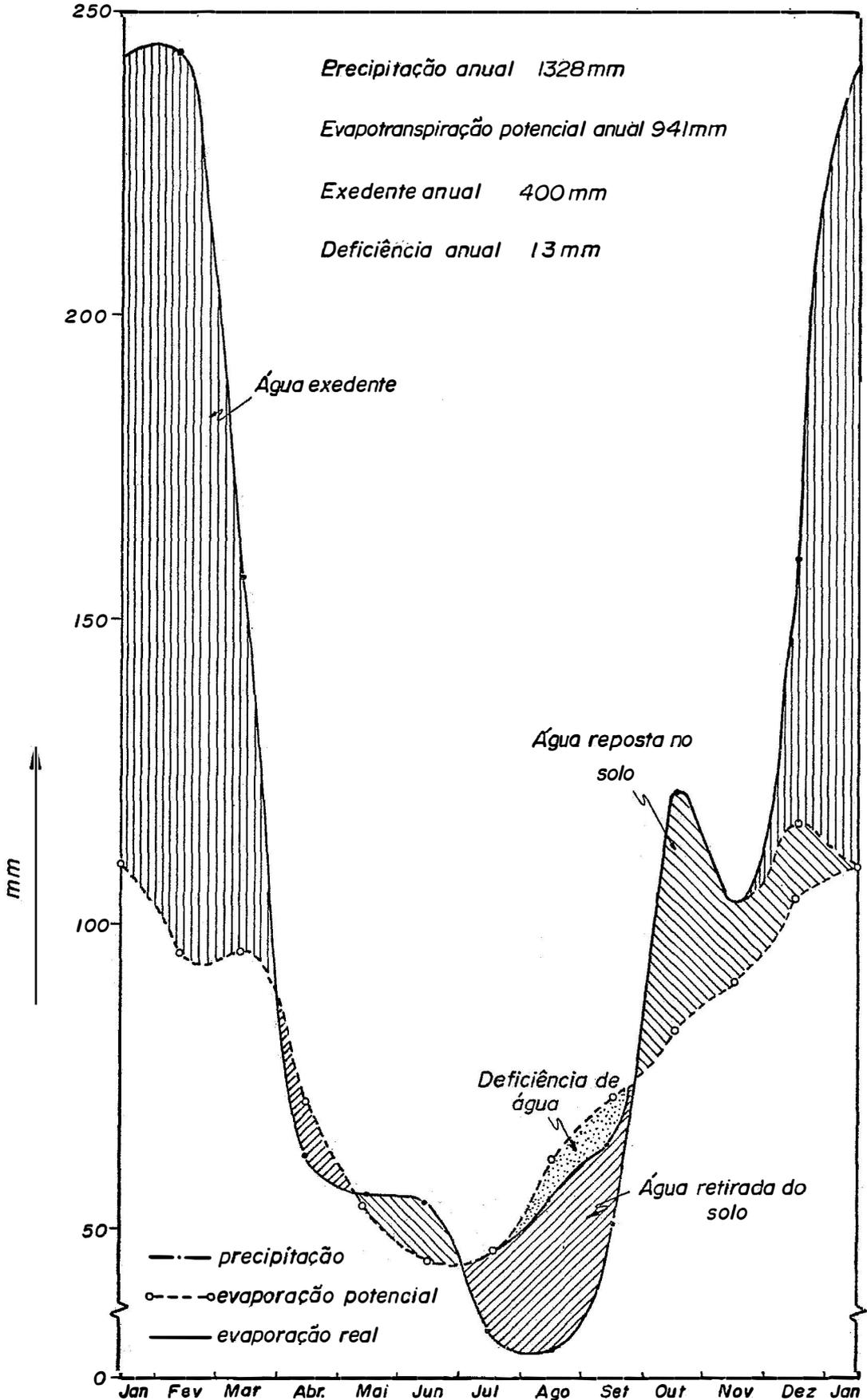


Figura 4. Balanço hídrico do Município de Botucatu, de acordo com THORNTHWAITE e MATHER,(1955).

O clima da região se caracteriza por uma precipitação anual de 1.328 mm assim distribuídos:

- primavera (Set., Out., Nov.) com 277 mm ou 20,9% da precipitação anual;
- verão (Dez., Jan., Fev.) com 646 mm ou 48,6% da precipitação anual;
- outono (Mar., Abr., Mai.) com 275 mm ou 20,7% da precipitação anual;
- inverno (Jun., Jul., Ago.) com 120 mm ou 9,0% da precipitação anual.

O mês mais seco é agosto, com 31 mm de precipitação, enquanto que o mais úmido é fevereiro, com 244 mm.

A temperatura média anual é de 19,9°C, enquanto as médias de inverno e de verão são, respectivamente, de 17,2°C e 22,3°C. O mês mais frio é o de julho, com 16,6°C e o mais quente, janeiro, com 22,5°C.

O clima do município é do tipo mesotérmico úmido, Cfa, da classificação de Köppen (TREWARTHA, 1943), em que a temperatura média do mês mais quente é maior do que 22°C e a temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C, apresentando o mês mais seco mais de 30 mm de chuva.

4.6 - Solos

De acordo com a COMISSÃO DE SOLOS (1960), a área estudada apresenta apenas duas unidades de mapeamento: Rego-sol "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo - "inter -

grade" para Latosol Vermelho Amarelo (RPV - RLV) e Latosol Roxo (LR).

4.6.1 - Regosol "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo - "intergrade" para Latosol Vermelho Amarelo

Segundo a COMISSÃO DE SOLOS (1960), esta unidade constitui um agrupamento indiferenciado de solos conceituados como solos profundos, de textura arenosa, acentuadamente drenados, de cor geralmente vermelho amarelo, com sequência de horizontes A, B e C, originados a partir de arenitos, de fertilidade baixa, ácidos e muito susceptíveis à erosão.

De acordo com a mesma Comissão, apresentam, como principais características morfológicas: o valor e a cromia do horizonte B mais elevados do que no A, respectivamente em uma e quatro unidades; observa-se espécie de mosqueado esbranquiçado originado por pontos de areia lavada, especialmente no horizonte A; separação dos horizontes e sub-horizontes determinada mais pela cor do que pelas demais características morfológicas; difícil separação de sub-horizontes e, relativamente, mais fácil separação dos horizontes; textura variando de areia barrenta a barro arenoso ao longo do perfil.

4.6.2 - Latosol Roxo

A COMISSÃO DE SOLOS (1960) conceitua esta unidade de mapeamento como solos profundos, argilosos, bem

drenados e de coloração arroxeada, formados a partir de rochas eruptivas básicas.

Segundo a mesma Comissão, apresentam, como principais características morfológicas: pequena variação de cor entre os horizontes A e B, permanecendo o valor constante e a croma oscilando em duas unidades; textura argila tanto no horizonte A como no B; grande dificuldade de identificação dos sub-horizontes; grande estabilidade dos agregados do horizonte A e presença abundante de poros.

5 - DESCRIÇÃO DOS PERFIS DE SOLOS

5.1 - Perfil P₁

O perfil P₁ está situado aproximadamente a 900 m da sede da Fazenda, ocupando o topo da elevação onde foi descrita a catena de solos

A descrição morfológica e a coleta de amostras dos horizontes do perfil foram efetuadas em trincheira de 2,40 m de profundidade, a 830 metros acima do nível do mar, em declividade média de 5%, enquadrando-se na classe B de declive, com relevo suave ondulado.

A drenagem do solo é excessiva e o provável material de origem é representado por um arenito.

A vegetação atual é representada por cultura de cana-de-açúcar.

5.1.1 - Morfologia

- Ap 0 - 30 cm; pardo (7,5YR 5/4), pardo escuro (7,5YR 4/4 úmido); areia barrenta fina; maciço, que se rompe em granular, muito pequena, fraco; solto, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas, comuns; limite suave, claro;
- A/B 30 - 70 cm; pardo avermelhado claro (5YR 6/4), amarelo avermelhado (5YR 6/6 úmido); areia barrenta fina; maciço, que se rompe em composta, blocos subangulares, pequenos, fraco e granular, pequena, fraco; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; manchas esparsas vermelho claro (10 R 6/8), vermelho (10R 5/8 úmido); raízes finas, comuns; limite suave, gradual;
- C₁ 70 - 150 cm; alaranjado (5YR 5/8; 5/6 úmido); barro arenoso fino; maciço, que se rompe em composta, blocos subangulares, pequenos, fraco e grãos simples; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; manchas esparsas, vermelho claro (10R 6/8), vermelho (10R 5/8 úmido); raízes finas, pouco; limite suave, gradual;
- C₂ 150 - 240 cm; amarelo avermelhado (5YR 6/6), alaranjado (5YR 5/6 úmido); barro arenoso fino; maciço; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; manchas esparsas, vermelho claro (10 R

6/8), vermelho (10R 5/8 úmido); raízes finas ,
raras.

5.1.2 - Resultados analíticos

Os resultados analíticos referentes ao per
fil P₁ são apresentados no QUADRO 3.

QUADRO 3 - Resultados analíticos do perfil P₁

Horizontes	Profundidade (m.m)	R E S U L T A D O S E M P O R C E N T A G E M										Densidade (g/cm ³)			
		Ang (2-1) (m.m)	Ag (1-0,5) (mm)	Am (0,5-0,25) (mm)	Af (0,25-0,10) (mm)	Amf (0,10-0,05) (mm)	Areia Total (mm)	Limo (0,05-0,02) (mm)	Argila		Classe Textural	C	Fe ₂ O ₃	Dr	Da
Ap	0-30	0,2	0,9	11,7	40,0	28,2	81,0	8,9	10,1	4,4	abf	0,45	0,75	2,68	1,51
A/B	30-70	0,1	1,3	14,9	41,1	25,2	82,6	7,0	10,4	7,1	abf	0,12	0,75	2,69	1,38
C ₁	70-150	0,6	1,5	13,4	35,7	26,7	77,7	10,8	11,3	3,2	baf	0,12	0,86	2,69	1,46
C ₂	150-240	0,4	1,2	11,8	37,2	27,7	78,3	8,9	12,8	7,6	baf	-	0,86	2,69	1,47

CTC	Íons trocáveis emg/100 g										pH		Umidade % a tensões de atm.	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Acidez Total	PO ₄ ⁻³	V%		Água	KCl	L/3	L5
4,08	0,23	0,09	0,04	0,01	2,71	1,00	3,71	0,13	9,07	5,1	4,1	7,2	4,2	
2,74	0,19	0,08	0,03	0,01	1,57	0,86	2,43	0,01	11,31	4,7	4,1	7,1	3,8	
2,34	0,14	0,10	0,03	0,02	1,16	0,89	2,05	-	12,39	4,7	4,0	7,3	4,0	
1,96	0,19	0,05	0,07	0,02	0,97	0,66	1,63	0,01	16,84	5,0	4,1	7,9	4,5	

5.2 - Perfil P₂

O perfil P₂, analisado neste trabalho, fica 575 metros distante do perfil P₁.

O exame morfológico e a coleta de amostras do perfil foram feitas em uma trincheira de 2,48 m de profundidade, a 800 m de altitude, com uma declividade média de 3%, enquadrando-se na classe B de declive, sendo o relevo suave ondulado.

A drenagem é boa e o provável material de origem é um arenito.

É usado atualmente para o cultivo de plantas frutíferas.

5.2.1 - Morfologia

Ap 0 - 20 cm; pardo avermelhado (5YR 4/4), vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido); areia barrenta fina; maciço, rompendo-se em blocos, médios, fraco; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso; 30% de áreas alongadas de areia lavada, pardo claro (7,5YR 6/4); raízes finas, poucas; limite abrupto, ondulado;

B₂ 20 - 47 cm; vermelho (2,5YR 4/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4 úmido); barro arenoso fino; maciço, que se rompe em blocos subangulares médios e grandes, moderado; ligeiramente duro, friável, plástico, pegajoso; raízes muito finas, raras; limite suave, ondulado;

- B₃ 47 - 76 cm; alaranjado (5YR 4/6), vermelho escuro (2,5 YR 3/6 úmido); barro arenoso fino; maciço que se rompe em blocos subangulares, pequenos, fraco; macio, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes muito finas, pouco; limite suave, difuso;
- IIB₁ 76 - 127 cm; alaranjado (5YR 4/6), vermelho escuro (2,5 YR 3/6 úmido); barro arenoso fino; maciço, que se rompe em blocos subangulares, pequenos, fraco; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; 50% de pontuações de areia lavada (7,5YR 6/4); raízes muito finas, raras; galerias pequenas, pouco; limite claro, ondulado.
- IIB₂ 127 - 168 cm; vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro (2,5 YR 3/6 úmido); barro arenoso fino; maciço, que se rompe em blocos subangulares, médios e grandes, fraco; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes muito finas, raras; limite suave, difuso;
- IIB₃ 168 - 248 cm; vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro (2,5 YR 3/6 úmido); barro arenoso fino; maciço, que se rompe em blocos subangulares, médios, fraco; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes muito finas, pouco.

5.2.2 - Resultados analíticos

Os resultados analíticos do P₂ são apresentados no QUADRO 4

QUADRO 4 - Resultados analíticos do perfil P₂.

Horizontes	Profundidade	R E S U L T A D O S E M P O R C E N T A G E M										Densidade (g/cm ³)			
		Amg (2-1) (mm)	Ag (1-0,5) (mm)	Am (0,5-0,25) (mm)	Af (0,25-0,10) (mm)	Amf (0,10-0,05) (mm)	Areia Total	Limo (0,05-0,02) (mm)	Argila		Classe Textural	C	Fe ₂ O ₃	Dr	Da
									0,002 (mm)	Natural					
Ap	0-20	0,5	5,2	36,0	36,0	5,6	83,3	3,5	13,2	7,0	abf	0,58	2,29	2,66	1,62
B ₂	20-47	0,6	5,6	33,6	35,0	6,0	76,8	3,6	19,6	11,0	baf	0,50	3,21	2,69	1,56
B ₃	47-76	0,2	4,5	25,6	40,2	8,5	79,0	3,5	19,9	7,8	baf	0,24	2,55	2,67	1,38
IIB ₁	76-127	-	4,9	35,9	35,8	4,9	81,5	2,9	15,6	11,1	baf	0,34	2,56	2,67	1,38
IIB ₂	127-168	0,3	4,2	32,2	37,0	5,9	79,6	1,9	18,5	3,3	baf	0,22	2,56	2,68	1,40
IIB ₃	168-248	0,3	3,3	26,8	38,4	8,3	77,1	3,0	19,9	1,6	baf	0,12	2,72	2,69	1,44

CTC	Iões trocáveis emg/100 g										V%	p H		Umidade % a tensões deatm.	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Acidez Total	PO ₄ ⁻³	Água	KCl		1/3	15		
														1/3	15
4,30	0,74	0,30	0,50	0,01	2,50	0,25	2,75	0,05	36,05	5,3	4,2	7,5	5,0		
4,06	0,46	0,30	0,40	-	2,24	0,66	2,90	0,01	28,57	4,9	4,1	9,4	6,4		
3,39	0,13	0,17	0,22	0,01	1,88	0,98	2,86	0,01	15,63	4,7	3,9	7,8	5,4		
3,63	0,26	0,34	0,33	-	1,98	0,72	2,70	0,01	25,62	4,9	4,0	7,7	5,5		
3,02	0,10	0,11	0,22	0,01	1,80	0,78	2,58	-	14,57	4,8	3,9	7,8	5,9		
2,86	0,08	0,10	0,28	-	1,56	0,84	2,40	-	16,08	5,1	4,0	8,9	5,8		

5.3 - Perfil P₃

O perfil P₃, também pertencente à sequência estudada, está a cerca de 375 m do perfil anterior.

Foi examinado em trincheira de 2,30m de profundidade. Encontra-se a 780 m acima do nível do mar, em um relevo suave ondulado, com declividade de 8%, pertencendo à classe de declive B.

A drenagem do solo é boa e o provável material de origem é constituído por rochas eruptivas básicas.

A cobertura vegetal é constituída por cultura de cana-de-açúcar.

5.3.1 - Morfologia

- Ap 0 - 23 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4 úmido); argila renosa; maciço, que se rompe em blocos subangulares, pequenos, fraco; ligeiramente duro, muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, abundantes; galerias biológicas pequenas, poucas; limite claro, ondulado;
- A₃ 23 - 42 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4 úmido); barro argiloso; maciço, rompendo-se em blocos subangulares, médios, moderado; duro, muito friável, plástico e pegajoso; raízes finas e muito finas, comuns; carvões, pouco; galerias poucas; limite suave, ondulado;
- B₁ 42 - 75 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4) seco, pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4 úmido); ar-

gila; maciço, rompendo-se em blocos subangulares, médios e pequenos, fraco e microagregados, poucos; macio, muito friável, plástico e pegajoso; raízes muito finas, comuns, finas, poucas; carvões, poucos; limite claro, ondulado;

B₂₁ 75 - 128 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4; 3/4 úmido); argila arenosa; maciço, que se rompe em blocos subangulares, médios, fraco e microagregados abundantes; macio, muito friável, plástico, pegajoso; raízes muito finas, comuns; carvões, comuns; galerias biológicas, poucas; limite suave, difuso;

B₂₂ 128 - 180 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4; 3/4 úmido); argila; maciço, que se rompe em blocos subangulares, médios, fraco e microagregados, abundantes; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; raízes muito finas, comuns; carvões, comuns; limite suave, difuso;

B₃ 180 - 230 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4; 3/4 úmido); argila arenosa; maciço e microagregados, abundantes; macio, solto, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, comuns; galerias biológicas, pouco.

5.3.2 - Resultados analíticos

O QUADRO 5 apresenta os resultados analíticos referentes ao P₃.

QUADRO 5 - Resultados analíticos do perfil P₃.

Horizontes	Profundidade	R E S U L T A D O S E M P O R C E N T A G E M											Densidade (g/cm ³)		
		Arg (2-1) (mm)	Arg (1-0,5) (mm)	Am (0,5-0,25) (mm)	Af (0,25-0,10) (mm)	Amf (0,10-0,05) (mm)	Areia Total (mm)	Limo (0,05-0,02) (mm)	Argila		Classe Textural	C	Fe ₂ O ₃	Dr	Da
									0,002 (mm)	Natural					
A _p	0-23	0,3	2,1	18,5	22,0	6,7	49,6	11,2	39,2	10,5	ra	0,81	12,46	2,64	1,26
A ₃	23-42	0,1	1,7	15,1	18,8	6,7	42,4	16,9	40,7	1,4	br	0,70	12,70	2,67	1,28
B ₁	42-75	0,2	1,6	16,5	19,1	7,0	44,4	12,1	43,5	1,9	r	0,63	13,99	2,70	1,14
B ₂₁	75-128	0,2	1,6	16,1	20,4	7,3	45,6	12,0	42,4	2,0	ra	0,63	14,01	2,67	1,09
B ₂₂	128-180	0,1	1,2	13,8	20,7	8,1	43,9	12,1	44,0	1,6	r	0,46	13,78	2,69	1,05
B ₃	180-230	0,1	1,6	15,0	19,8	7,7	44,2	13,2	42,6	1,1	ra	0,39	13,92	2,61	1,05

CTC	Íônios trocáveis emg/100 g										V%	pH		Umidade % a tensões de atm.	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Acidez Total	PO ₄ ⁻³	Água	KCl		L/3	L5		
														L/3	L5
6,12	0,54	0,42	0,06	-	4,09	1,01	5,10	0,10	16,67	4,8	4,0	19,6	13,5		
5,74	0,58	0,28	0,02	-	3,74	1,12	4,86	0,02	15,33	4,5	4,1	22,3	16,1		
5,41	0,72	0,21	0,02	0,01	3,41	1,04	4,45	0,01	17,74	5,0	4,0	22,8	16,4		
4,86	0,45	0,11	0,01	-	3,01	1,28	4,29	0,01	11,73	5,2	4,1	22,6	16,2		
4,20	0,22	0,08	0,01	-	2,77	1,12	3,89	0,01	7,38	5,2	4,1	22,7	16,7		
3,98	0,22	0,08	0,02	-	2,81	0,85	3,66	0,02	8,04	5,4	4,4	20,7	15,6		

5.4 - Perfil P₄

Este perfil encontra-se a uma distância de 200 metros do perfil anterior.

A caracterização morfológica e a coleta de amostras deste perfil foram efetuadas em uma trincheira de 2,37 m de profundidade.

A altitude é de 765 m e o relevo, suave ondulado, com declividade de 12%, enquadrando-se na classe de declive C.

A drenagem do solo é boa e o provável material originário é constituído por rochas eruptivas básicas.

A cobertura vegetal é representada por cultura de cana-de-açúcar.

5.4.1 - Morfologia

- Ap 0 - 20 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4 úmido); barro argiloso; maciço, que se rompe em granular, pequena, fraca; macio, plástico, pegajoso; raízes finas, comuns; limite claro, ondulado;
- B₂₁ 20 - 66 cm; vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido); argila; composta, blocos subangulares, médios e pequenos, moderado e prismática, grande, forte; cerosidade fraca, comum; duro, muito friável, plástico, muito pegajoso; galerias biológicas, poucas; raízes finas, comuns; limite suave, gradual;

- B₂₂ 66 - 97 cm; vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro(2,5YR 3/6 úmido); argila; composta, prismática, grande, forte e blocos subangulares, pequenos e médios, forte; cerosidade moderada, comum; duro , muito friável, plástico, pegajoso; galerias biológicas, poucas; raízes finas, comuns; limite suave, gradual;
- B₂₃ 97 - 157 cm; vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro(2,5YR 3/6 úmido); argila; maciço, que se rompe em blocos subangulares, médios, moderado; cerosidade fraca, pouco; duro, muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes médias, comuns; limite suave, gradual;
- B₃ 157 - 237 cm; vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro(2,5YR 3/6 úmido); argila; maciço, que se rompe em blocos subangulares, médios, fraco; ligeiramente duro, muito friável, plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, poucas.

5.4.2 - Resultados analíticos

Os resultados analíticos do P₄ são apresentados no QUADRO 6.

QUADRO 6 - Resultados analíticos do perfil P₄.

Horizontes	Profundidade	R E S U L T A D O S E M P O R C E N T A G E M										Densidade (g/cm ³)			
		Amg (2-1) (mm)	Ag (1-0,5) (mm)	Am (0,25-0,25) (mm)	Af (0,25-0,10) (mm)	Amf (0,10-0,05) (mm)	Areia Total (mm)	Limo (0,05-0,02) (mm)	Argilla		Classe Textural	C	Fe ₂ O ₃	Dr	Da
									0,002 (mm)	Natural (mm)					
Bp	0-20	0,2	1,1	10,8	16,6	9,8	38,5	20,6	40,9	11,9	br	1,05	14,70	2,67	1,19
B ₂₁	20-66	0,2	0,9	7,4	11,9	8,6	29,0	20,6	50,4	0,9	r	0,13	15,24	2,68	1,16
B ₂₂	66-97	-	1,1	8,5	13,8	9,9	33,3	14,7	52,0	1,1	r	0,36	15,74	2,69	1,01
B ₂₃	97-157	0,3	0,9	7,6	13,8	11,0	33,6	15,7	50,7	1,1	r	0,30	15,78	2,70	1,02
B ₃	157-237	0,2	1,3	9,2	14,2	10,2	35,1	15,9	49,0	0,9	r	0,21	14,48	2,71	1,11

CTC	Íons trocáveis emg/100 g										pH		Umidade % a tensões de atm.	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Acidez total	PO ₄ ⁻³	V. %		Água	KCl	1/3	15
									Al ⁺³	PO ₄ ⁻³				
7,51	1,68	0,85	0,16	-	4,35	0,47	4,82	0,04	35,82	5,0	4,2	23,9	16,6	
6,56	2,99	0,61	0,04	0,01	2,75	0,16	2,91	0,01	55,64	5,7	5,0	28,2	21,9	
4,49	1,42	0,29	0,02	0,01	2,60	0,15	2,75	0,02	38,75	5,8	4,6	29,5	22,7	
4,29	0,75	0,24	0,01	0,01	2,97	0,31	3,28	0,01	23,54	5,8	4,5	28,7	21,6	
3,59	0,21	0,19	0,01	-	2,97	0,21	3,18	0,01	11,42	6,2	4,5	28,4	21,2	

5.5 - Perfil 5

O perfil 5, designado como P₅, dista 200 m do anterior.

Para a caracterização morfológica e a coleta de a mostras dos horizontes deste perfil foi aberta uma trincheira de 2,00 metros de profundidade.

O perfil em tela está a uma altitude de 760 metros; o relevo é suave ondulado, com uma declividade média de 10%, enquadrando-se na classe C de declive.

A drenagem é boa e o provável material de origem é constituído por rochas eruptivas básicas.

A vegetação é representada por capim 'gordura'.

5.5.1 - Morfologia

- Ap 0 - 20 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4), pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/3 úmido); barro argilo-arenoso; blocos subangulares, pequenos e médios, moderado; ligeiramente duro, muito friável, plástico, pegajoso; raízes finas, co muns; limite suave, difuso;
- A₃/B₁ 20 - 65 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/3; 3/3 úmido); barro argiloso; blocos subangulares, médios, moderado; cerosidade fraca, comum, es pecialmente nos canais de raízes; muito duro, friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes finas, comuns; galerias muito finas, pouco; limite ondulado, claro

- B₂₁ 65 - 95 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/3; 3/3 úmido); argila; blocos subangulares, médios, forte; cerosidade moderada, comum; extremamente duro, friável, muito plástico, muito pegajoso ; raízes finas, comuns; limite suave, gradual;
- B₂₂ 95 - 130 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4; 3/4 úmido); argila, maciço, rompendo-se em blocos subangulares, pequenos, fraco; cerosidade fraca, pouco, principalmente nos canais de raízes; ligeiramente duro, muito friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes muito finas , poucas; galerias biológicas muito finas, comuns; limite ondulado, gradual;
- B₃ 130 - 200 cm; pardo avermelhado escuro (2,5YR 3/4; 3/4 úmido); argila; maciço, que se fragmenta em blocos pequenos, fraco; cerosidade fraca, pouca ; duro, muito friável, plástico, pegajoso; raízes finas, poucas.

5.5.2 - Resultados analíticos

O QUADRO 7 apresenta os resultados analíticos obtidos para o P₅.

QUADRO 7 - Resultados analíticos do perfil P₅

Horizontes	Profundidade	R E S U L T A D O S E M P O R C E N T A G E M										Desndiade (g/cm ³)			
		Amg (2-1) (mm)	Ag (1-0,5) (mm)	Am (0,5-0,25) (mm)	Af (0,25-0,10) (mm)	Amf (0,10-0,05) (mm)	Areia Total	Limo (0,05-0,02) (mm)	Argila		Classe Textural	C	Fe ₂ O ₃	Dr	Da
Ap	0-20	0,3	2,6	16,8	20,8	7,5	48,0	18,9	33,1	15,6	bra	0,91	11,46	2,68	1,42
A ₃ /B ₁	20-65	0,2	2,4	14,8	19,7	7,4	44,5	20,3	35,2	16,0	br	0,67	10,32	2,69	1,35
B ₂₁	65-95	0,4	1,7	12,1	15,4	5,9	35,5	14,5	50,0	1,9	r	0,54	14,52	2,71	1,36
B ₂₂	95-130	0,2	1,8	12,8	17,4	6,1	38,3	12,4	49,3	1,1	r	0,31	11,93	2,71	1,26
B ₃	130-200	0,4	2,1	13,7	17,9	6,9	41,0	11,9	47,1	1,0	r	0,19	13,73	2,70	1,34

CTC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Iões trocáveis emg/100 g							V%	pH		Umidade % a tensoes de atm.	
			K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Acidez Total	PO ₄ ⁻³	Água		KCl	1/3	15	
6,44	2,43	0,70	0,12	0,01	3,08	0,10	3,18	0,01	50,62	5,7	4,5	17,9	12,7	
5,93	2,54	0,56	0,07	0,01	2,74	0,01	2,75	-	53,63	5,5	4,7	19,3	14,9	
4,19	3,14	0,48	0,02	0,02	0,53	-	0,53	0,01	87,35	6,3	5,2	23,6	18,9	
4,42	2,51	0,45	0,02	0,02	1,42	-	1,42	0,02	67,87	6,2	5,6	24,1	19,1	
4,40	2,35	0,58	0,02	0,02	1,43	-	1,43	0,01	67,50	6,4	6,0	22,8	17,6	

5.6 - Perfil 6

O perfil 6, referido como P₆, está situado a aproximadamente 150 metros do perfil P₅.

A descrição morfológica e a coleta de amostras dos horizontes deste perfil foram efetuadas em trincheira de 1,70 metros de profundidade, quando foi encontrado o lençol freático, condicionado pela presença de rochas eruptivas básicas no leito do rio.

O local encontra-se a 755 m acima do nível do mar e o relevo é plano.

A drenagem é muito pobre e o provável material de origem é constituído por deposição de material transportado de locais situados em cotas superiores.

A vegetação é representada por pastagem.

5.6.1 - Morfologia

Ap 0 - 20 cm; cinza (10YR 6/1), pardo acinzentado (10YR 5/2 úmido); marchetamento pardo forte (7,5YR 5/8) e áreas alongadas de areia, pardo muito pálido (10YR 8/3); barro arenoso muito fino; maciço, que se rompe em granular, pequeno, fraco; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes muito finas, poucas; limite suave, gradual;

A₃ 20 - 57 cm; cinza (5YR 6/1), cinza (5YR 5/1 úmido); mar

chetamento, pardo forte (7,5YR 5/8); comum, pequeno, distinto; barro arenoso muito fino; maciço, que se rompe em grãos simples; muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; limite suave, gradual;

B_g 57 - 88 cm; pardo acinzentado (10YR 5/2 úmido); marchetamento, pardo forte (7,5YR 5/6); comum, médio, distinto; áreas de areia lavada, pardo muito pá lido (10YR 8/3); barro argiloso; blocos subangulares, pequenos e médios, moderado; muito friável, muito plástico, muito pegajoso; limite sua ve, abrupto;

C_{1g} 88 - 124 cm; cinza escuro (7,5YR 4/0 úmido); marchetamento, pardo forte (7,5YR 5/6); comum, médio, distinto; barro; maciço; muito friável, muito plás tico, pegajoso; limite suave, gradual;

C_{2g} 124 - 170 cm; cinza muito escuro (7,5YR 3/0 úmido); marchetamento pardo forte (7,5YR 5/6 úmido); abundante; sinais de rocha e de presença de água; barro argiloso fino; muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

5.6.2 - Resultados analíticos

Através do QUADRO 8 são observados os resultados analíticos referentes ao P₆.

QUADRO 8 - Resultados analíticos do perfil P₆.

Horizontes	Profundidade	R E S U L T A D O S E M P O R C E N T A G E M											Densidade (g/cm ³)		
		Amg (2-1) (mm)	Ag (1-0,5) (mm)	Am (0,5-0,25) (mm)	Af (0,25-0,10) (mm)	Amf (0,10-0,05) (mm)	Areia Total	Limo (0,05-0,02) (mm)	Argilla		Classe Textural	C	Fe ₂ O ₃	Dr	Da
									0,002 (mm)	Natural (mm)					
Ap	0-20	0,3	2,3	5,8	20,3	43,4	72,1	20,1	7,8	3,6	bamf	0,79	1,12	2,59	1,43
A ₃	20-57	-	0,4	1,2	22,2	42,4	66,2	23,0	10,8	3,4	bamf	0,34	1,23	2,61	1,18
Bg	57-88	-	0,8	0,6	3,6	21,7	26,7	44,0	29,3	4,0	br	0,76	3,25	2,59	1,16
C _{1g}	88-124	-	1,6	9,8	15,9	17,5	44,8	37,5	17,7	10,0	b	0,97	0,89	2,58	1,18
C _{2g}	124-170	0,1	1,9	9,3	28,9	18,4	58,6	20,7	20,7	12,1	bra	0,73	0,72	2,59	1,17

CTC	Íônios trocáveis emg/100 g										pH		Umidade % a tensões de atm.	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺³	Acidez Total	PO ₄ ⁻³	V%		Água	KCl	1/3	15
7,38	2,72	1,20	0,10	0,02	3,09	0,25	3,34	0,05	54,74	5,2	4,1	14,1	8,3	
6,07	1,87	0,72	0,02	0,04	1,62	1,80	3,42	0,01	43,66	4,7	3,8	13,0	6,7	
14,17	4,20	2,15	0,04	0,12	4,12	3,54	7,66	0,01	45,94	4,8	3,9	30,8	19,1	
8,56	2,04	0,52	0,01	0,09	4,82	1,08	5,90	0,07	31,07	5,0	4,0	23,7	12,8	
9,08	2,40	0,80	0,02	0,05	4,60	1,21	5,81	0,03	36,01	4,9	4,0	21,8	13,5	

6 - MARCHA ANUAL DA ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO

Nos QUADROS 9, 10, 11, 12, 13 e 14 estão registrados os resultados referentes aos períodos de armazenamento, de excedente, de utilização e de déficit de água disponível nos solos e as camadas com e sem água disponível, avaliados com o auxílio dos respectivos atributos edafológicos, segundo RANZANI (1971).

Como se pode observar, os períodos de armazenamento , excedente, utilização e déficit foram idênticos para todos os perfis, em termos de espessura de camada de água disponível, respectivamente representados pelos valores que se seguem:

- Armazenamento (A) 74 mm, ocorrendo em 5 meses;
- Excedente (E) 287 mm, ocorrendo em 5 meses;

- Utilização (U) 74 mm, ocorrendo em 4 meses;
- Défice (D) -

As Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam a marcha anual da água disponível dos perfis P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 e P_6 , além da seção de controle da umidade de cada um destes solos.

Uma idéia da ocorrência dos períodos de armazenamento, de excedente e de utilização da água disponível dos solos é dada pela Figura 11. Como se pode observar pelo exame dessa figura, não se verificam défices e há a presença de mais de uma alternância dos períodos de armazenamento, de excedente e de utilização.

QUADRO 9 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P₁, segundo RANZANI (1971).

M	P-EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+)	com AD	sem AD				
J	-	132	0 - 2400	-	-	132	-	-
F	-	149	0 - 2400	-	-	149	-	-
M	-	61	0 - 2400	-	-	61	-	-
A	9	-	208 - 2400	0 - 208	-	-	9	-
M	-	2	0 - 68; 208 - 2400	68 - 208	2	-	-	-
J	-	10	0 - 2400	-	7	3	-	-
J	13	-	288 - 2400	0 - 288	-	-	13	-
A	31	-	644 - 2400	0 - 644	-	-	31	-
S	21	-	1064 - 2400	0 - 1064	-	-	21	-
O	-	39	0 - 544; 1064 - 2400	544 - 1064	39	-	-	-
N	-	13	0 - 804; 1064 - 2400	804 - 1064	13	-	-	-
D	-	55	0 - 2400	-	13	42	-	-
ANO					74	387	74	

Horiz.	E. (mm)	E. acum. (mm)	AD% (g/100g)	Da ³ (g/cm ³)	h (mm)	h acum.	h/E.
Ap	300	300	3,0	1,51	13,59	13,59	0,05
A/B	400	700	3,3	1,38	18,22	31,81	0,05
C1	800	1500	3,3	1,46	38,54	70,35	0,05
C2	900	2400	3,4	1,47	44,98	115,33	0,05
	2400				115,33		

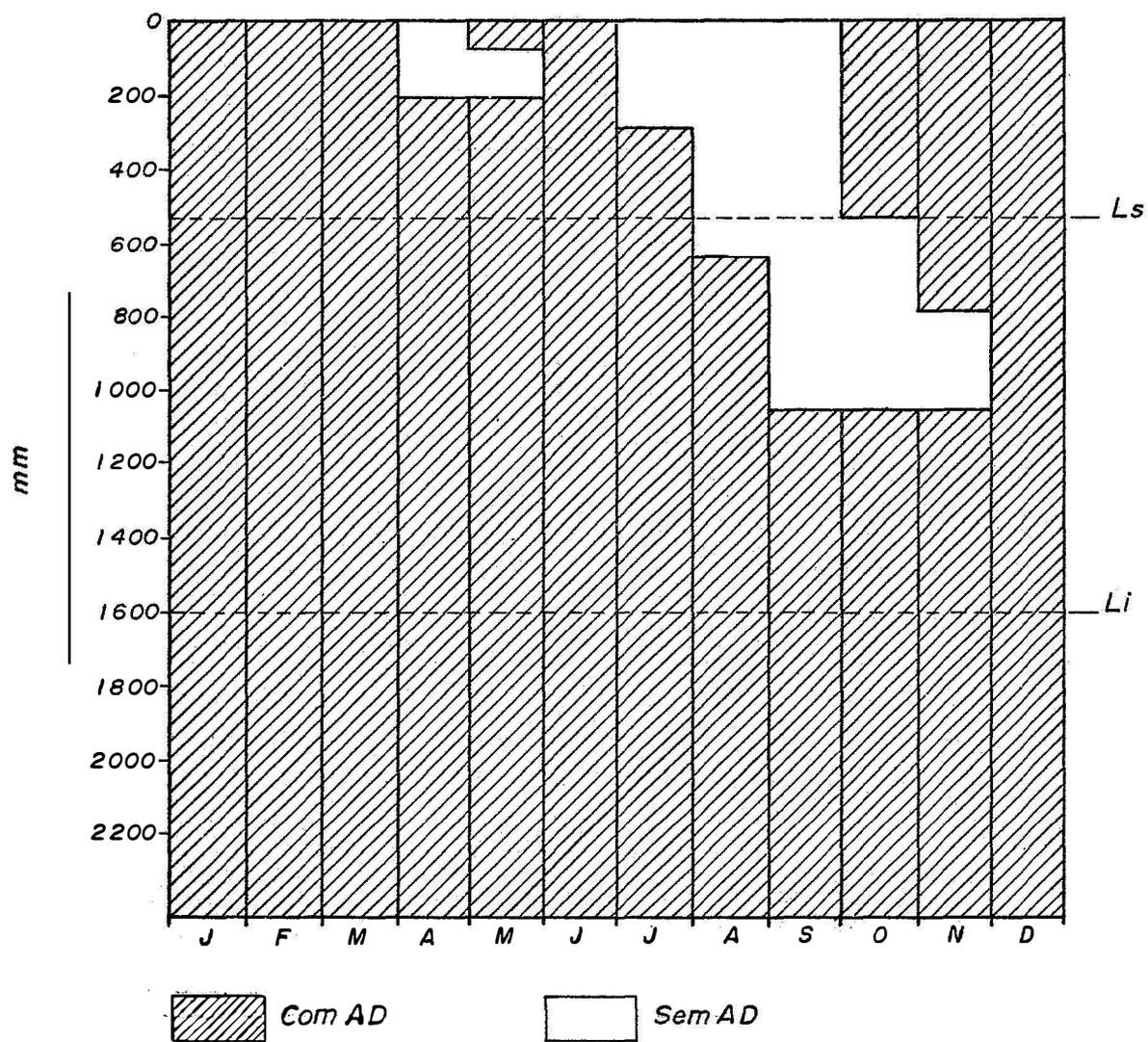


Figura 5. Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da da umidade no perfil P₁.

QUADRO 10 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P₂, segundo RANZANI (1971).

M	P-E-P (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+)	com AD	sêm AD				
J	-	132	0 - 2480	-	-	132	-	-
F	-	149	0 - 2480	-	-	149	-	-
M	-	61	0 - 2480	-	-	61	-	-
A	9	-	218 - 2480	0 - 218	-	-	9	-
M	-	2	0 - 2480	48 - 218	2	-	-	-
J	-	10	0 - 2480	-	7	3	-	-
J	13	-	298 - 2480	0 - 298	-	-	13	-
A	31	-	1215 - 2480	0 - 1215	-	-	31	-
S	21	-	1887 - 2480	0 - 1887	-	-	21	-
O	-	39	0 - 1049; 1887 - 2480	1049 - 1887	39	-	-	-
N	-	13	0 - 1476; 1887 - 2480	1476 - 1887	13	-	-	-
D	-	55	0 - 2480	-	13	42	-	-
ANO					74	387	74	-

Horiz.	E' (mm)	E' acun. (mm)	AD% (g/100g)	Da (g/cm ³)	h (mm)	h acun.	h/E
Ap	200	200	2,5	1,62	8,10	8,10	0,04
B2	270	470	3,0	1,56	12,64	20,74	0,05
B3	290	760	2,4	1,38	9,60	30,34	0,04
IIB1	510	1270	2,2	1,38	15,48	45,82	0,03
IIB2	410	1680	1,9	1,40	10,91	56,73	0,03
IIB3	800	2480	3,1	1,44	35,71	92,44	0,04
	2480				92,44		

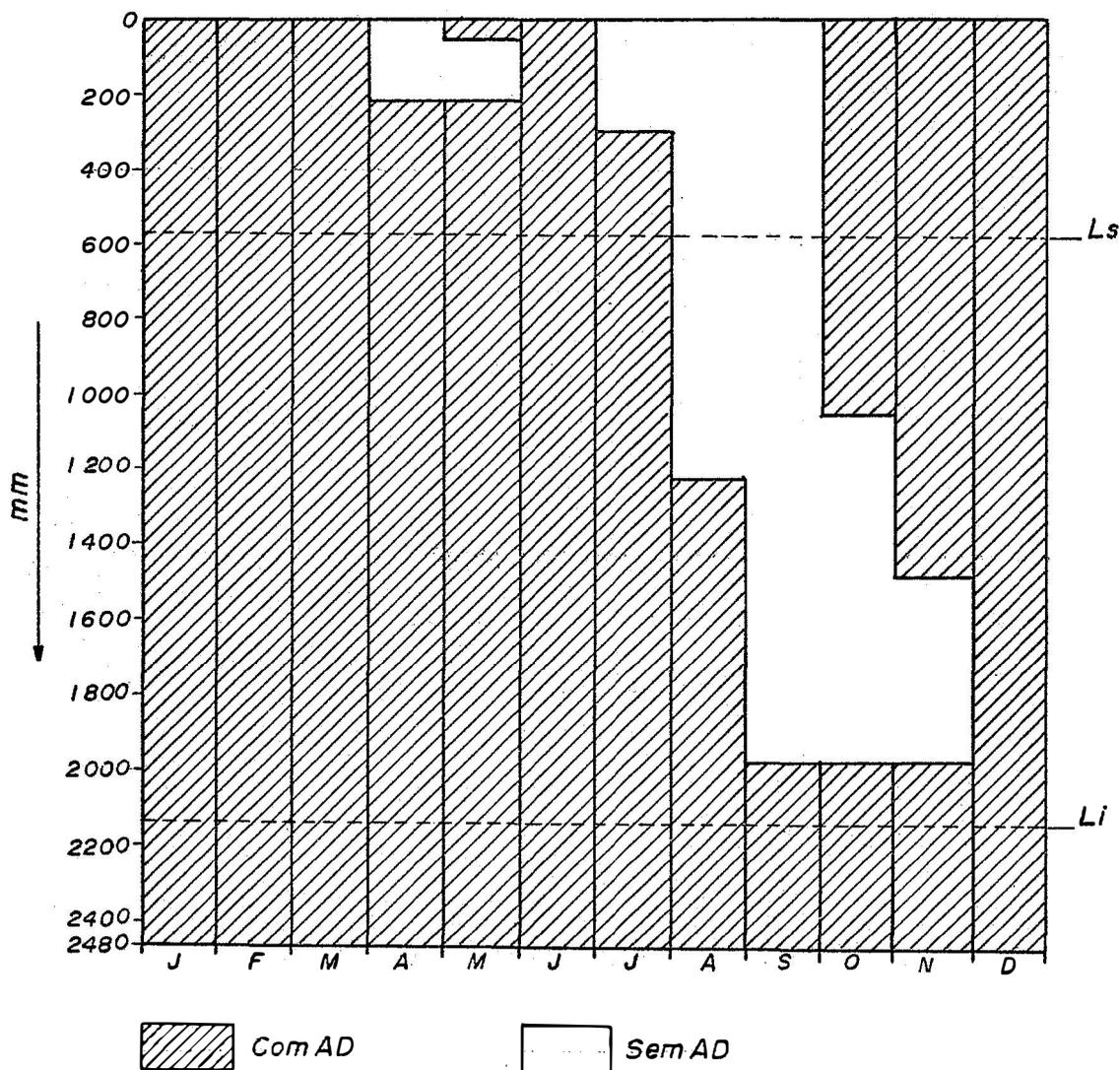


Figura 6. Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P_2 .

QUADRO 11 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P₃, segundo RANZANI (1971).

M	P-EP (mm)		Camada de Solo (mm)				A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+) (mm)	com AD		sem AD					
			com AD	sem AD						
J	-	132	0	-	2300	-	132	-	-	
F	-	149	0	-	2300	-	149	-	-	
M	-	61	0	-	2300	-	61	-	-	
A	9	-	122	-	2300	0	122	9	-	
M	-	2	122	-	2300	34	122	-	-	
J	-	10	0	-	2300	-	3	-	-	
J	13	-	172	-	2300	0	172	13	-	
A	31	-	581	-	2300	0	581	31	-	
S	21	-	867	-	2300	0	867	21	-	
O	-	39	867	-	2300	509	867	-	-	
N	-	13	867	-	2300	695	867	-	-	
D	-	55	0	-	2300	-	42	-	-	
ANO							74	387	74	

Horiz.	E (mm)	E acum. (mm)	AD% (g/100g)	Da (g/cm ³)	h (mm)	h acum.	h/E
Ap	230	230	6,1	1,26	17,68	17,68	0,08
A ₃	190	420	6,2	1,28	15,08	32,76	0,08
B ₁	330	750	6,4	1,14	24,08	56,84	0,07
B ₂₁	530	1280	6,4	1,09	38,17	95,01	0,07
B ₂₂	520	1800	6,6	1,05	36,97	131,98	0,07
B ₃	500	2300	4,9	1,05	25,73	157,71	0,05
	2300					157,71	

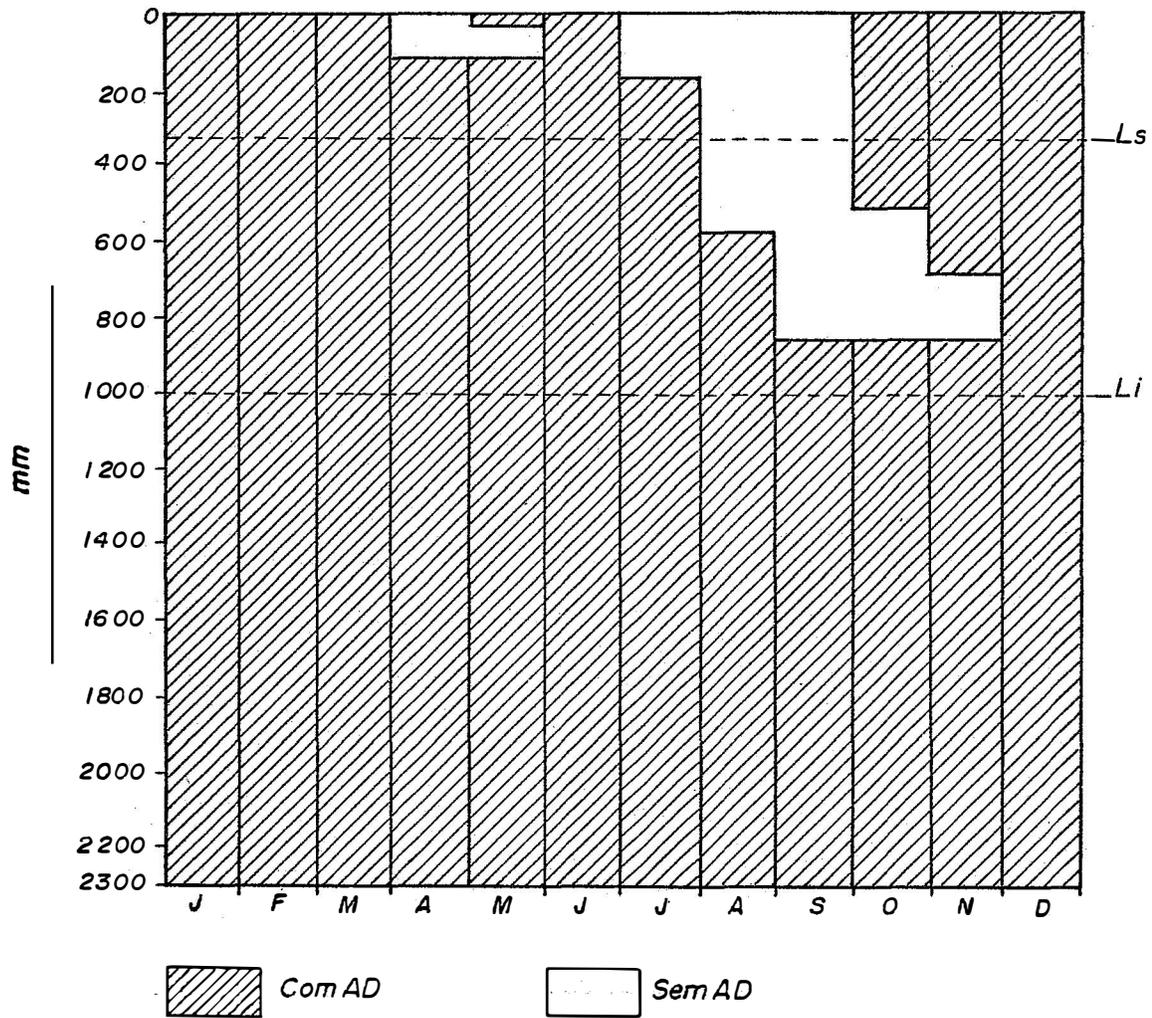


Figura 7. Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P₃.

QUADRO 12 - Balanço hídrico e dados edafológicos do Perfil P₄, segundo RANZANI (1971).

M	P-E-P (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+)	com AD	sem AD				
J	-	132	0	2370	-	132	-	-
F	-	149	0	2370	-	149	-	-
M	-	61	0	2370	-	61	-	-
A	9	-	107	2370	0	-	9	-
M	-	2	107	2370	29	-	-	-
J	-	10	0	2370	-	3	-	-
J	13	-	151	2370	0	-	13	-
A	31	-	580	2370	0	-	31	-
S	21	-	874	2370	0	-	21	-
O	-	39	874	2370	440	-	-	-
N	-	13	874	2370	689	-	-	-
D	-	55	0	2370	-	42	-	-
ANO					74	387	74	

Horiz.	E. (mm)	E. acum. (mm)	AD% (g/100g)	Da ³ (g/cm ³)	h (mm)	h acum. (mm)	h/E
Ap	200	200	7,3	1,19	17,37	17,37	0,09
B ₂₁	460	660	6,3	1,16	33,62	49,99	0,07
B ₂₂	310	970	6,8	1,01	21,29	71,28	0,07
B ₂₃	600	1570	7,1	1,02	43,45	114,73	0,07
B ₃	800	2370	7,0	1,11	62,16	176,89	0,08
	2370					176,89	

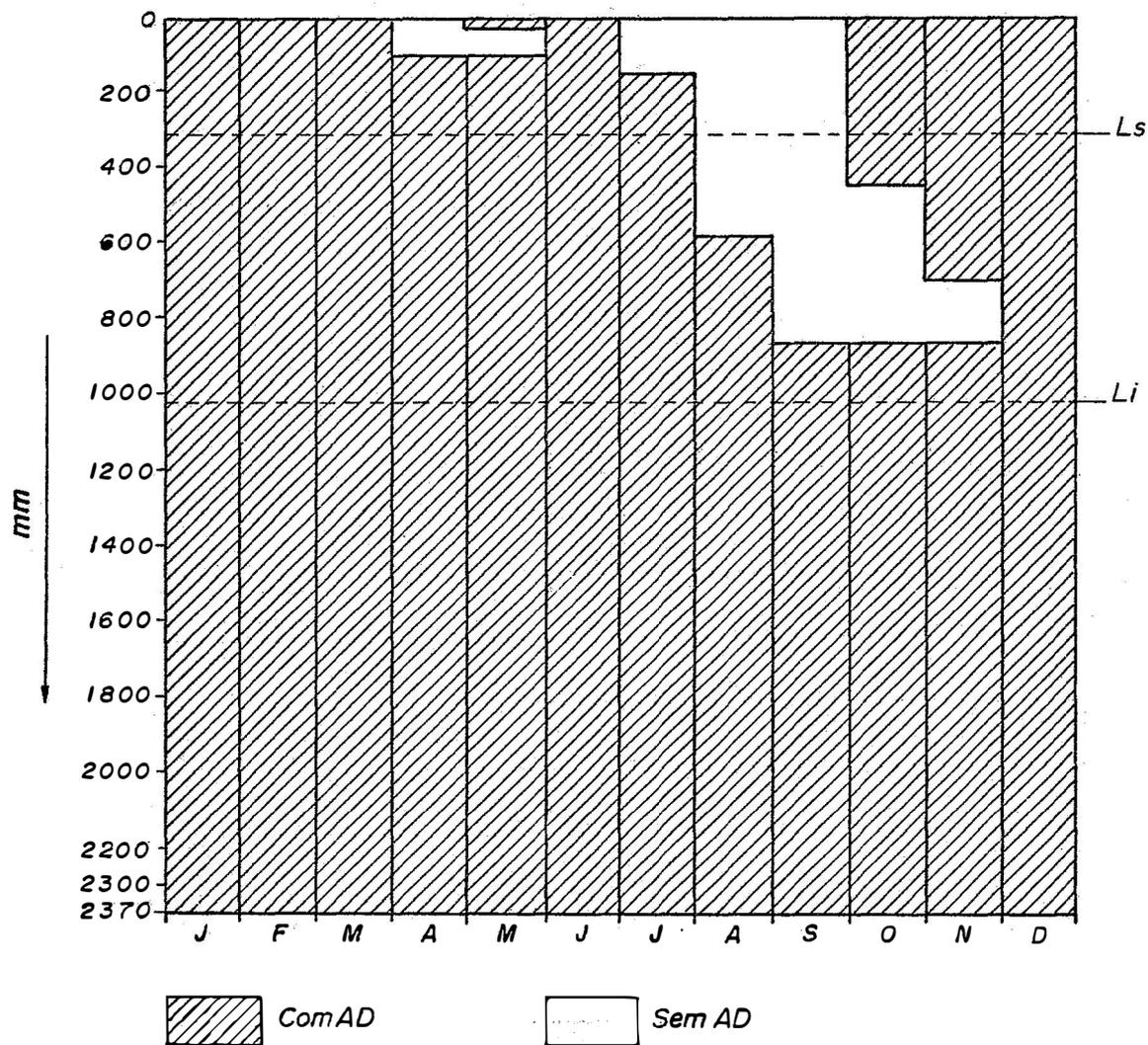


Figura 8. Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P₄.

QUADRO 13 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P₅, segundo RANZANI (1971).

M	P-EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+)	com AD	sem AD				
J	-	132	0 - 2000	-	-	132	-	-
F	-	149	0 - 2000	-	-	149	-	-
M	-	61	0 - 2000	-	-	61	-	-
A	9	-	118 - 2000	0 - 118	-	-	9	-
M	-	2	118 - 2000	18 - 118	2	-	-	-
J	-	10	0 - 2000	-	7	3	-	-
J	13	-	175 - 2000	0 - 175	-	-	13	-
A	31	-	692 - 2000	0 - 692	-	-	31	-
S	21	-	1022 - 2000	0 - 1022	-	-	21	-
O	-	39	0 - 604;	1022 - 2000	39	-	-	-
N	-	13	0 - 825;	1022 - 2000	13	-	-	-
D	-	55	0 - 2000	-	13	42	-	-
ANO					74	387	74	

Horiz.	E (mm)	E acum. (mm)	AD% (g/100g)	Da ³ (g/cm ³)	h (mm)	h acum.	h/E
A _p	200	200	5,2	1,42	14,77	14,77	0,07
A ₃ /B ₁	450	650	4,4	1,35	26,73	41,50	0,06
B ₂₁	300	950	4,7	1,36	19,18	60,68	0,06
B ₂₂	350	1300	5,0	1,26	22,05	82,73	0,06
B ₃	700	2000	5,2	1,34	48,78	131,51	0,07
	2000					131,51	

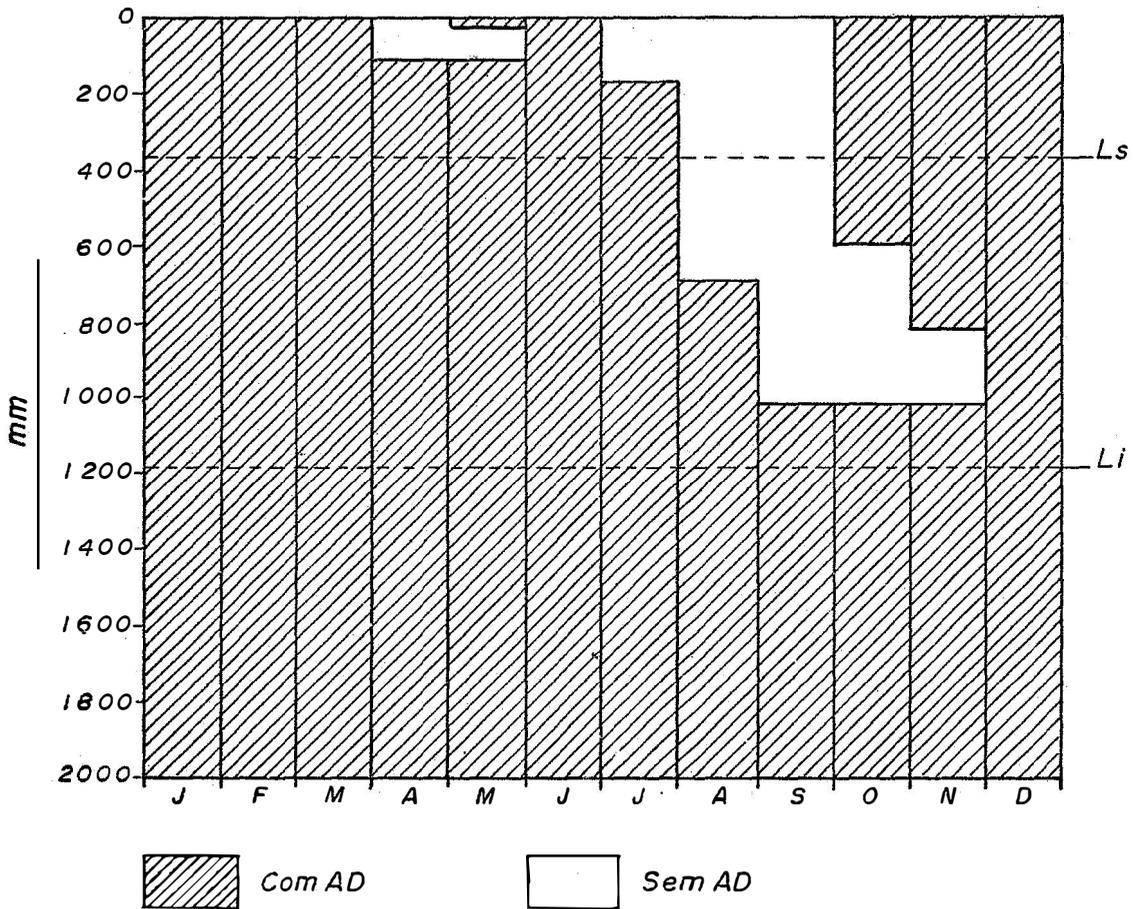


Figura 9. Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade no perfil P₅.

QUADRO 14 - Balanço hídrico e dados edafológicos do perfil P₆, segundo RANZANI (1971).

M	E - EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+)	com AD	sem AD				
J	-	132	0	1700	-	132	-	-
F	-	149	0	1700	-	149	-	-
M	-	61	0	1700	-	61	-	-
A	9	-	105	1700	0 - 105	-	9	-
M	-	2	105	1700	18 - 105	-	-	-
J	-	10	0	1700	-	3	-	-
J	13	-	155	1700	0 - 155	-	13	-
A	31	-	592	1700	0 - 592	-	31	-
S	21	-	719	1700	0 - 719	-	21	-
O	-	39	719	1700	480 - 719	39	-	-
N	-	13	719	1700	626 - 719	13	-	-
D	-	55	0	1700	-	42	-	-
ANO					74	387	74	

Horiz.	E (mm)	E acum. (mm)	AD% (g/100g)	Da (g/cm ³)	h (mm)	h acum.	h/E.
Ap	200	200	5,8	1,43	16,59	16,59	0,08
A ₃	370	570	6,3	1,18	27,51	44,10	0,07
B _g	310	880	11,7	1,16	42,07	86,17	0,14
C _{g1}	360	1240	10,9	1,18	46,30	132,47	0,13
C _{g2}	460	1700	8,3	1,17	44,67	177,14	0,10
	1700				177,14		

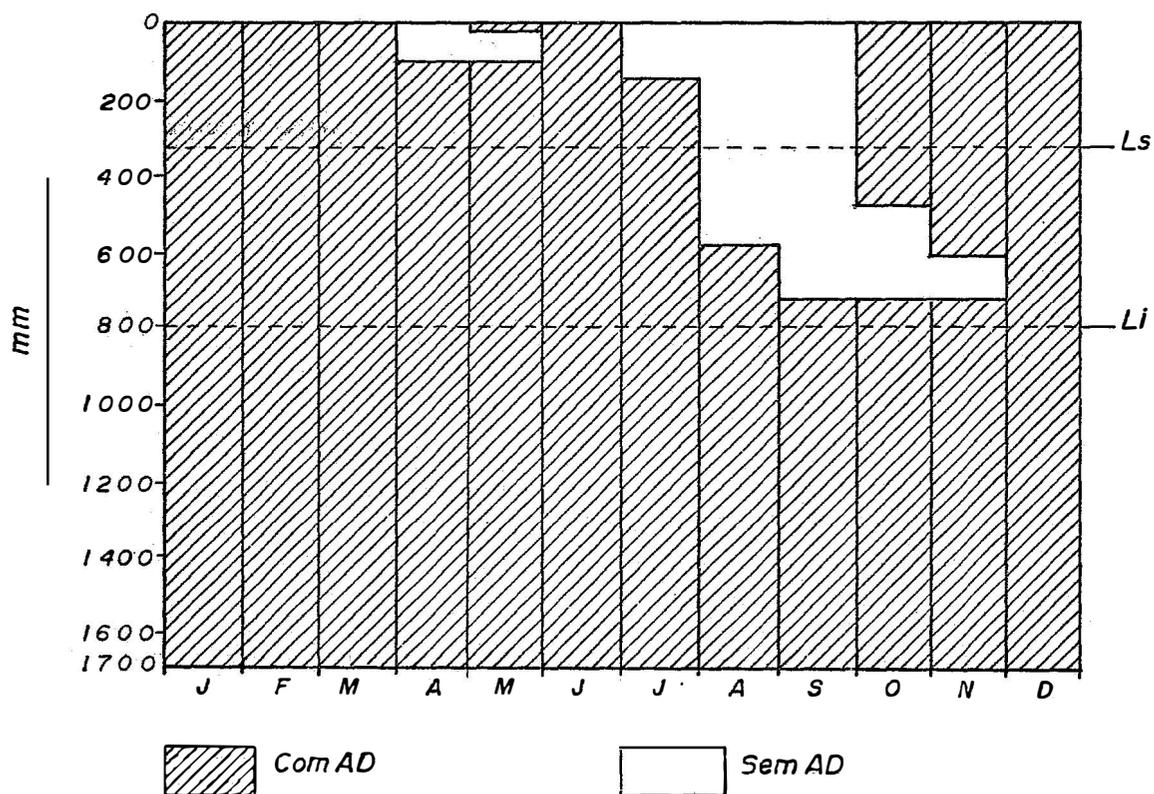


Figura 10. Marcha anual da água disponível e limites da seção de controle da umidade do perfil P_g .

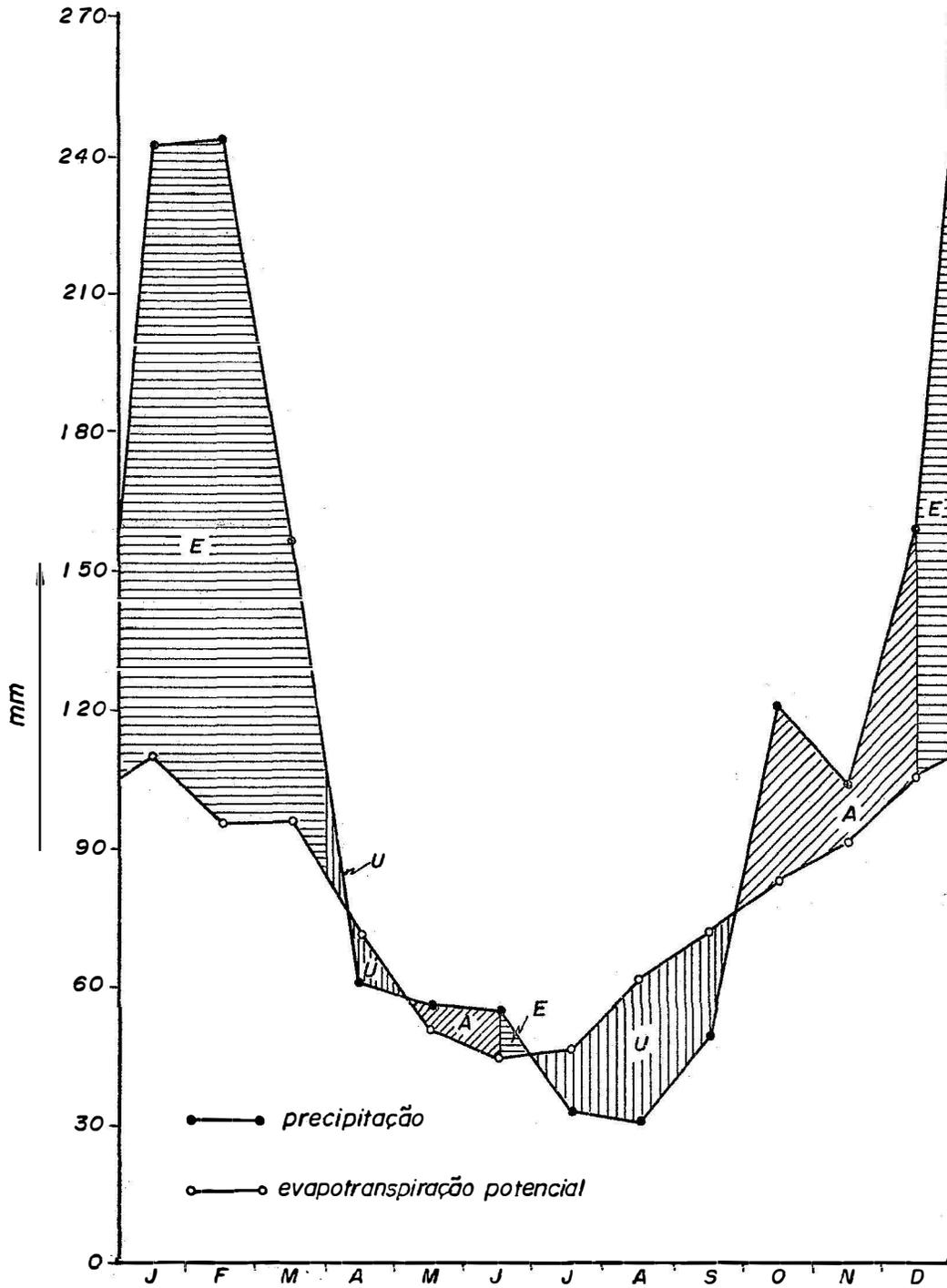


Figura II. Períodos de armazenamento A, de excedente E e de utilização U dos perfis de solos, segundo RANZANI (1971).

7 - SEÇÃO DE CONTROLE DA UMIDADE DOS SOLOS

O método da estimativa da marcha anual da água disponível de solos RANZANI (1971) permite avaliar-se rapidamente a seção de controle da umidade, de acordo com a definição dada na SOIL TAXONOMY (1970).

A seção de controle da umidade de cada perfil de solo foi avaliada através das frentes atingidas pelas aduções de 25 e 75 mm de chuva e os resultados estão apresentados no QUADRO 15 e assinalados como linhas pontilhadas nas Figuras 5 , 6 , 7 , 8 , 9 e 10.

QUADRO 15 - Limites superior e inferior e espessura da seção de controle da umidade dos perfis de solo P₁ , P₂ , P₃ , P₄ , P₅ e P₆ , de acordo com RANZANI (1971) e a SOIL TAXONOMY (1970).

Perfil	Seção de controle da umidade do solo		
	limite superior (cm)	limite inferior (cm)	espessura (cm)
P ₁	52,8	159,3	106,5
P ₂	57,7	213,7	156,0
P ₃	32,2	100,9	68,7
P ₄	30,9	102,3	71,4
P ₅	37,1	118,9	81,8
P ₆	32,0	79,1	47,1

8 - REGIMES DA UMIDADE E TÉRMICO DOS SOLOS

Estes regimes foram estabelecidos de acordo com as prescrições feitas na SOIL TAXONOMY (1970).

8.1 - Regimes da umidade e térmico dos perfis P_1 , P_2 , P_3 , P_4 e P_5

De vez que a temperatura média anual é inferior a 22°C e a diferença entre a temperatura média do verão e do inverno é superior a 5°C , a 50 cm de profundidade, estando seca parte da seção de controle da umidade dos solos (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9) por mais de 90 dias consecutivos, trata-se de um regime de umidade ústico no caso destes solos.

A temperatura média anual estando compreendida en

tre 15 e 22^oC e havendo uma diferença entre a temperatura média de verão e a de inverno superior a 5^oC, fica caracterizado, para estes solos, o regime de temperatura térmico.

8.2 - Regimes da umidade e térmico do perfil P₆

A temperatura média anual é inferior a 22^oC e a diferença entre a média de verão e a de inverno é inferior a 5^oC a 50 cm de profundidade no solo, havendo possibilidade de ausência de O₂ pelo menos alguns dias por ano, ficando caracterizados o regime de umidade áquico e o de temperatura térmico, porquanto a seção de controle da umidade está, em parte, seca por mais de 90 dias por ano e úmida durante mais de 180 dias também por ano.

O QUADRO 16 apresenta os regimes da umidade e térmico dos solos estudados.

QUADRO 16 - Regimes da umidade e da temperatura dos perfis P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ e P₆, segundo a SOIL TAXONOMY (1970).

Perfil de Solo	Regime	
	da umidade	térmico
P ₁	ústico	térmico
P ₂	ústico	térmico
P ₃	ústico	térmico
P ₄	ústico	térmico
P ₅	ústico	térmico
P ₆	áquico	térmico

9 - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

De acordo com a SOIL TAXONOMY (1970), os solos abrangidos pelo presente estudo apresentam as propriedades ou características diagnósticas de epipedons ou horizontes de subsuperfície que, a seguir, se descrevem.

9.1 - Perfil P₁

O horizonte Ap não apresenta os atributos diagnósticos de móllico ou úmbrico, enquadrando-se naqueles de um epipedon ócrico.

Não há definição de horizonte diagnóstico de subsuperfície até a profundidade de 240 cm.

A presença de epipedon ócrico e a ausência de ho-

rizontes diagnósticos de subsuperfície identificam a ordem Entisol.

O decréscimo do C orgânico com a profundidade, ocorrendo menos de 0,2% a 125 cm de profundidade, enquadra o solo na subordem Orthent.

Os regimes de umidade ústico e da temperatura térmico situam o solo no grande grupo Ustorthent, subgrupo Typic Ustorthent.

9.2 - Perfil P₂

Este perfil caracteriza um solo "bisequum", no qual o superior inclui os horizontes Ap, B₂ e B₃, até a profundidade de 76 cm e o inferior, IIB₁, IIB₂ e IIB₃, de 76 a 248 cm.

O superior identifica um epipedon ócrico abrangendo o horizonte Ap seguido de um horizonte de subsuperfície câmbico, já que o argílico é excluído em virtude da ausência de cerosidade ou filmes de argila e o óxico é eliminado em virtude da espessura e da argila natural. O horizonte diagnóstico câmbico abrange os horizontes B₂ e B₃, desde 20 cm até a profundidade de 76 cm.

A presença do epipedon ócrico e a do horizonte câmbico definem a ordem Inceptisol.

O epipedon ócrico e o regime ústico qualificam a subordem Ochrept e o Grande grupo Ustochrept, ficando qualificado, pelos atributos apresentados, o subgrupo: Typic Ustochrept.

9.3 - Perfil P₃

Neste solo o horizonte Ap caracteriza o epipedon ócrico, até 23 cm de profundidade.

A partir de 23 cm, fica caracterizada a presença de um horizonte de subsuperfície óxico, por apresentar menos de 5% de argila dispersa em água e uma CTC estimada pela soma de bases e de alumínio trocável inferior a 10 emg/100 g de argila.

A ocorrência do horizonte de subsuperfície óxico caracteriza a ordem Oxisol.

O regime de umidade ústico caracteriza a subordem Ustox.

A presença de mais de 1,5 emg de bases mais alumínio trocáveis/100 g de argila qualifica o grande grupo Haplustox.

A espessura, a textura e a estrutura, além de outros atributos, identificam o subgrupo Typic Haplustox.

9.4 - Perfil P₄

Caracteriza-se um epipedon ócrico, abrangendo o horizonte Ap, com 20 cm de espessura.

O gradiente entre Ap e B₂₁, com acréscimo de 10% de argila, sugere a presença de horizonte argílico a partir de 20 cm de profundidade. Verifica-se que as características diagnósticas do horizonte argílico estendem-se de 20 a 157 cm

abrangendo os horizontes B_{21} , B_{22} e B_{23} . A saturação em bases, nos primeiros 77 cm do horizonte argílico, é superior a 35%, excluindo, assim, a ordem Ultisol e enquadrando o solo na ordem Alfisol.

O regime ústico inclui o solo na subordem Ustalf, enquanto a distribuição da argila, a cromia superior a 4 e o baixo conteúdo de alumínio trocável enquadram o solo no grande grupo Paleustalf. A saturação de bases/100g de argila e outros atributos definem o subgrupo Typic Paleustalf.

9.5 - Perfil P₅

Os horizontes A_p e A_3/B_1 caracterizam um epipedon ócrico em virtude de a consistência seca e a saturação em bases eliminarem a possibilidade de caracterização de móllico e úmbrico.

Os horizontes seguintes identificam um horizonte argílico, pelos atributos de cerosidade e gradiente textural entre B_{21} e B_{22} , desde 65 a 130 cm, com 65 cm de espessura. O epipedon ócrico, o horizonte argílico e a saturação em bases superior a 35% enquadram o solo na ordem Alfisol.

O regime de umidade ústico define a subordem Ustalf.

A cor mais vermelha do que 7,5YR e a presença de "values" úmidos inferiores a 4 e secos inferiores a 5 identificam o grande grupo Paleustalf. A distribuição da argila não decresce mais de 20 % e a ausência de cores mais amarelas do que 5YR colocam este solo no subgrupo Rhodic Paleustalf.

9.6 - Perfil P₆

O horizonte Ap, com 20 cm de espessura, define as características diagnósticas do epipedon móllico.

Um horizonte câmbico se define entre 20 e 88 cm, abrangendo o A₃ e o B_g. Estes dois horizontes diagnósticos de finem a ordem Inceptisol.

A saturação do horizonte câmbico, inferior a 50%, e o regime de umidade áquico caracterizam a subordem Aquept.

A diferença entre a temperatura média de verão e a de inverno, inferior a 5°C, caracteriza o grande grupo Tropaquept e o subgrupo Typic Tropaquept.

QUADRO 17 - Categorias da classificação dos solos segundo a SOIL TAXONOMY (1970).

Perfil de solo	Ordem	Subordem	Grande grupo	Subgrupo
P ₁	Entisol	Orthent	Ustorthent	Typic Ustorthent
P ₂	Inceptisol	Ochrept	Ustochrept	Typic Ustochrept
P ₃	Oxisol	Ustox	Haplustox	Typic Haplustox
P ₄	Alfisol	Ustalf	Paleustalf	Typic Paleustalf
P ₅	Alfisol	Ustalf	Paleustalf	Rhodic Paleustalf
P ₆	Inceptisol	Aquept	Tropaquept	Typic Tropaquept

10 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

10.1 - Solos

Os solos da catena estudada não se apresentam iguais, principalmente por serem desenvolvidos a partir de materiais de origem diferentes, não apresentando as mesmas características da catena original de MILNE (1936).

Através da Figura 1, pode-se observar que os perfis P₁ e P₂ ocupam as posições mais elevadas da catena, na área representativa do Grupo Bauru, estando os perfis P₃, P₄ e P₅ na área dominada pelo Grupo São Bento, Formação Serra Geral, enquanto que o P₆ fica em uma área aluvial.

O perfil P₂ caracteriza um solo "bisequum", no qual o superior inclui os horizontes Ap, B₂ e B₃, até a pro -

fundidade de 76 cm e o inferior, IIB₁, IIB₂ e IIB₃, de 76 a 248 cm. As características morfológicas e o aparecimento de 50% de populações de areia lavada no horizonte IIB₁ levaram à conclusão (no campo) da existência de um paleossolo neste perfil. Como se pode observar através dos resultados analíticos (QUADRO 4), houve, a essa altura do perfil, uma diminuição do teor de argila que vinha aumentando em profundidade. Segundo GROHMANN & MEDINA (1962), no solo arenito Bauru o teor de argila aumenta consideravelmente nas camadas inferiores.

Segundo RUHE (1959), a ocorrência de linha de seixos é indicadora de material retrabalhado.

Como esse solo ocupa uma posição elevada no relevo, por ocasião do exame morfológico, não foi constatada a presença da linha de seixos separando os dois solos. Entretanto, foi ela verificada em um corte de estrada próximo ao local em que fora caracterizado o perfil, em situação topográfica de cota inferior, o que leva a sugerir-se um retrabalhamento do material de origem do manto superficial até 76 cm de profundidade.

Segundo Mezzalira, citado por WOHLER (1964), esse material aparece na região de Botucatu, sendo caracterizado por apresentar-se como sedimentos modernos retrabalhados no cenozóico, cuja espessura pode variar de 5 a 30 metros. Na sua constituição entram areias, arenitos amarelados, argilas brancas, vermelhas e amarelas, cascalhos e camadas limoníticas.

Como o perfil P₁ se encontra acima do P₂, provavelmente o seu material de origem também tenha sido retrabalhado.

O solo representado pelo perfil P₁ é um Entisol, enquanto o P₂ é um Inceptisol, o que leva a sugerir-se que o P₁ tenha fornecido contribuição de material para o P₂, o qual se apresenta mais desenvolvido. Como se pode observar através das características morfológicas, o P₁ apresenta a sequência de horizontes Ap, A/B, C₁ e C₂, enquanto o P₂ (superior) apresenta Ap, B₂ e B₃. Através dos QUADROS 3 e 4, referentes aos perfis P₁ e P₂, respectivamente, o perfil P₁ apresenta baixo conteúdo de argila, variando de 10,1% a 12,8% no perfil, enquanto o P₂ apresenta uma variação de 13,2% a 19,9%, ambos com teores elevados de areia: P₁ com extremos de 77,7% e 82,6% e P₂, de 76,8% e 83,3%. Esta sumarização da distribuição desses separados do solo tende a corroborar o que acima foi mencionado: o P₂ recebeu, provavelmente, contribuição de material do P₁.

O fato de o P₃ ser um Oxisol tende a sugerir tratar-se da superfície mais velha da área, profunda e intensamente intemperizada. A ele, em situações topográficas mais baixas, seguem o P₄ e o P₅, ambos Alfissolos, possivelmente remanescentes de fundo de bacia, onde se inscreveu a drenagem que contém o perfil P₆.

O perfil P₆ é um Inceptisol. Representa um solo pouco desenvolvido, ocupando a parte baixa da catena de solos, devendo uma parte do seu material de origem provir de transporte dos solos a montante e uma parte, de transporte e deposição fluvial.

De acordo com a classificação taxonômica, os perfis, do mais antigo para o mais recente, se dispõem da seguinte

te maneira: $P_3 - (P_4, P_5) - (P_2, P_6) - P_1$.

Não há uma coincidência de posição dos solos estudados com a catena original de MILNE (1936) e elementos da paisagem referidos por RUHE (1961).

10.2 - Marcha anual da água disponível no solo

Como se pode observar, os períodos de armazenamento, de excedente e de utilização foram idênticos para todos os perfis de solo, em termos de espessura de camada de água disponível.

Examinando-se os resultados, observa-se que a capacidade de água disponível (CAD) de todos os solos apresenta valores superiores ao P-EP negativo acumulado, sendo, em consequência, os períodos de armazenamento, de excedente e de utilização idênticos e sem déficit de água disponível.

Segundo RANZANI (1971), quando P ultrapassa EP, inicia-se o período de armazenamento A de água disponível no solo. A partir desse ponto, a soma das diferenças P-EP positivas de cada mês subsequente atinge ou ultrapassa a CAD do solo. No mês em que isso ocorre, representando o fim do período de armazenamento de AD no solo, a quantidade de chuva que ultrapassa a CAD é registrada como excedente.

Como se pode observar, ocorre armazenamento nos meses de maio, junho, outubro, novembro e dezembro e excedente, nos meses de janeiro, fevereiro, março, junho e dezembro.

A partir do excedente de 42 mm verificado em de

zembro, quando a CAD dos solos é satisfeita, os excedentes registrados em janeiro, fevereiro e março são equivalentes aos P-EP positivos.

Com relação à utilização de água disponível dos solos, verifica-se que ela se inicia no mês de abril, reaparecendo em julho, agosto e setembro, ocorrendo quando P-EP se torna negativo e a água armazenada no corpo do solo passa a ser consumida.

Uma idéia de ocorrência dos períodos de armazenamento, de excedente e de utilização da água disponível dos solos é dada pela Figura 11. Como se pode observar pelo exame dessa figura, não ocorrem défices e há presença de mais de uma alternância dos períodos de armazenamento, de excedente e de utilização.

10.3 - Capacidade de armazenamento de água disponível

Com referência à capacidade total de armazenamento e disponibilidade em água, avaliada com auxílio dos atributos edafológicos, apresentados nos QUADROS 9, 10, 11, 12, 13 e 14, observa-se esta seqüência, para os solos, da maior para a menor CAD: P_6 , P_4 , P_3 , P_5 , P_1 e P_2 , com os seguintes valores de camada de água disponível, em mm: 177,14; 176,89; 157,71; 131,57; 115,33 e 92,44, respectivamente.

O perfil P_6 , como se pode observar, apresenta o maior valor de CAD da seqüência de solos estudados, seguido de

P₄, P₃ e P₅, formados a partir de rochas eruptivas básicas, os quais apresentam valores intermediários, enquanto os perfis P₁ e P₂, formados a partir de arenito, são os que menor capacidade de armazenamento apresentam.

Estes resultados tendem a confirmar a opinião de Thompson, citado por SOUZA (1966), de que os solos com textura mais fina têm maior capacidade de retenção de água e de que, neles, a proporção de água disponível é maior. Assim, os perfis P₃, P₄ e P₅, dominados por mais de 33% de argila, são os que maior CAD e maiores teores de AD apresentam, depois do P₆.

Apesar de ser o conteúdo de argila do perfil P₆ inferior a 33%, esse solo apresenta teores elevados de CAD e AD, provavelmente por possuir um alto conteúdo relativo de limo e também devido à provável presença de argilas com elevada capacidade de retenção de água.

Os valores de AD do perfil P₆ são bem mais elevados que os do P₂, variando o primeiro de 5,8% a 11,7%, enquanto o segundo varia de 1,9% a 3,1%, como se pode observar nos QUADROS 10 e 14.

Relativamente à profundidade considerada para os solos, o P₆ é o que possui a menor (170 cm), enquanto o P₂ tem a maior (248 cm).

Quanto à Da, seus valores, através do perfil P₆, são inferiores aos do P₂, variando, no P₆, de 1,16 a 1,43 e no P₂, de 1,38 a 1,62.

Diante dos resultados obtidos, fica demonstrado que há uma maior influência da AD sobre a CAD, nos solos estu

dados, que a exercida pela profundidade e pela Da.

Os resultados obtidos evidenciam que, numa relação entre as CAD e as profundidades dos perfis estudados, nem sempre a uma maior profundidade corresponde uma maior CAD, pois existem outras variáveis, tais como AD e Da, influenciando diretamente na CAD dos solos.

10.4 - Camada de solo com e sem água disponível

Com o auxílio dos QUADROS 9, 10, 11, 12, 13 e 14, bem como das Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10, pode-se observar que os perfis de solos não se apresentam totalmente sem AD durante o ano, e que, da maior para a menor profundidade alcançada sem AD, os solos se dispõem nesta seqüência: P₂, com 1887 mm; P₁, com 1064 mm; P₅, com 1022 mm; P₄, com 874 mm; P₃, com 867 mm e P₆, com 719 mm.

Pode-se observar, através dos quadros, que aos maiores resultados de CAD corresponde uma menor profundidade no perfil, durante o ano, sem AD.

10.5 - Seção de controle da umidade dos solos

Os limites e a espessura da seção de controlada umidade de cada perfil de solo estão apresentados no QUADRO 15 e assinalados como linhas pontilhadas nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Observou-se que há uma variação quanto à espessura da seção de controle dos solos estudados, através do QUADRO 15, apresentando-se, da maior para a menor espessura, os seguintes valores, em cm : P₂, com 156,0; P₁, com 106,5; P₅, com 81,8; P₄, com 71,4; P₃, com 68,7 e P₆, com 47,1.

O maior valor foi para o perfil P₂ e o menor para o P₆. Os valores intermediários foram conseguidos pelos perfis P₅, P₄ e P₃, provenientes de rochas eruptivas básicas, e os maiores foram para os perfis P₁ e P₂, desenvolvidos a partir de arenito.

Esses valores vêm corroborar o anteriormente dito: solos com textura mais fina têm maior capacidade de retenção de água.

Através da espessura da seção de controle dos solos estudados, pode-se, indiretamente, estimar a CAD, pois os resultados obtidos mostram que a espessura da seção de controle é inversamente proporcional à capacidade de armazenamento de água do solo.

Comparando-se os valores da seção de controle com a profundidade do perfil sem AD (QUADROS 9, 10, 11, 12, 13 e 14 e Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10), nota-se que para uma maior profundidade sem AD corresponde uma maior espessura da seção de controle.

11 - CONCLUSÕES

Os materiais e métodos, os dados obtidos, analisados e interpretados, conduziram às seguintes conclusões:

- 1 - Os perfis P_1 e P_2 são originados de material retrabalhado.
- 2 - Os perfis P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 e P_6 foram classificados como: Ustorthent típico, Ustochrept típico, Haplustox típico, Paleustalf típico, Paleustalf ródico e Tropaquept típico, respectivamente.
- 3 - De acordo com a classificação, os solos se apresentam, do mais antigo para o mais recente, da seguinte maneira: $P_3 - (P_4, P_5) - (P_2, P_6) - P_1$.

- 4 - Todos os solos estudados apresentam períodos idênticos de armazenamento, de excedente e de utilização de água disponível.
- 5 - Não há remoção total da água disponível armazenada nos solos.
- 6 - A quantidade total de AD utilizada identifica - se com o P-EP negativo acumulado.
- 7 - A capacidade de água disponível dos solos estudados foi sempre maior do que o P-EP negativo acumulado.
- 8 - Dos solos da catena estudada, os de textura mais fina foram os que apresentaram valores maiores de capacidade de armazenamento de água disponível.
- 9 - Aos maiores valores de CAD de um determinado solo corresponde uma menor profundidade no perfil , sem AD durante o ano.
- 10 - A espessura da seção de controle é inversamente proporcional à capacidade de armazenamento de água do solo.
- 11 - Pode-se estimar indiretamente a capacidade de armazenamento de água disponível de um solo através da espessura da seção de controle da umidade.

12 - RESUMO

Uma catena de solos de ocorrência no Município de Botucatu, Estado de São Paulo, foi estudada para se avaliar a variação anual em água disponível que ocorre nos perfis. Os solos da catena foram formados, respectivamente, de material de origem provavelmente derivado de Arenito Bauru retrabalhado no Cenozóico, rocha eruptiva básica e um depósito aluvial (hidromórfico). Foram amostrados seis perfis para representarem a catena, distribuídos da seguinte maneira:

Perfis 1 e 2 - material de origem: Arenito Bauru;

Perfis 3, 4 e 5 - material de origem: rocha eruptiva básica;

Perfil 6 - material de origem: depósito aluvial.

Foram feitas uma descrição morfológica e análises física e química dos seis perfis. Obtiveram-se também os dados climáticos de temperatura e precipitação para a região. Estas informações foram utilizadas para a classificação dos solos e a determinação de seus respectivos balanços hídricos.

A análise e discussão dos resultados obtidos possibilitou as seguintes conclusões:

1 - Os seis perfis tiveram períodos de armazenamento, excesso e utilização de água idênticos e expressos em espessura de camada de água disponível.

2 - Não ocorre déficit em água disponível nos perfis durante o ano.

3 - Quanto à capacidade de água disponível (CAD), observou-se a seguinte ordem decrescente para os solos: P₆ , P₄ , P₃ , P₅ , P₁ e P₂, com estes valores, em mm : 177,14; 176,89; 157,71; 131,57; 115,33 e 92,44, respectivamente.

4 - A análise dos dados disponíveis conduziu à seguinte classificação dos perfis ao nível de subgrupo (tentativa):

- P₁ - Ustorthent típico;
- P₂ - Ustochrept típico;
- P₃ - Haplustox típico;
- P₄ - Paleustalf típico;
- P₅ - Paleustalf ródico;
- P₆ - Tropaquept típico.

5 - Comparando-se o valor de capacidade de água disponível (CAD) e a espessura da seção de controle, conclui-se que quanto maior for a CAD, menor será a espessura da seção de

controle da umidade do solo.

6 - Os métodos utilizados permitem estimar, indiretamente, a capacidade de armazenamento de água disponível de um solo através da espessura da seção de controle da umidade.

13 - SUMMARY

A soil catena occurring in the Botucatu Municipality , State of São Paulo, was studied to evaluate the annual variation of available water in the catena profiles. The soils of the catena were formed, respectively, from parent material probably derived from Bauru sandstone reworked in the Cenozoic, basic eruptive rock and an alluvial deposit . Six soil profiles were sampled to represent the catena as follows:

- Profiles 1 and 2 - Bauru sandstone parent material;
- Profiles 3, 4 and 5 - Basic eruptive rock parent material;
- Profile 6 - alluvial deposit parent material.

A morphological description and physical and chemical analysis of the six profiles were elaborated. Climatic data were also obtained. These were used to classify the soils and determine their hydrological regime .

The analysis and discussion of the results obtained led to the following conclusions:

- 1 - The six profiles had equal periods of water storage, surplus and utilization expressed as thickness of available water layer.
- 2 - No deficit in available water occurs in the profiles throughout the year.
- 3 - Available water capacity (AWC) was higher for profile 6 (P₆) followed by P₄, P₃, P₅, P₁ and P₂. Their respective values were: 177.14, 176.89, 157.71, 131.57, 115.33 and 92.44.
- 4 - The analysis of the available data led to the following tentative classification of the profiles at the sub - group:

P₁ - typique ustorthent

P₂ - typique ustochrept*

P₃ - typique haplustox

P₄ - typique paleustalf

P₅ - rhodic paleustalf

P₆ - typique tropaquept

- 5 - Comparing AWC with the control layer thickness for each profile led to the conclusion that the higher the AWC the smaller the control layer thickness and the soil moisture control.

- 6 - The methods utilized led to estimate indirectly the available water capacity (AWC) of a soil through the control layer thickness and the soil moisture.

14 - BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1 - ALMEIDA, F.F.M. de. Grupo São Bento: Geologia do Estado de São Paulo. Bolm. Inst. geogr. geol. Est. S. Paulo, São Paulo, (41):85-101, 1946.
- 2 - ANDRADE, S.S. Gênese e classificação de solos de três catenas nos municípios de Piracicaba e Rio Claro. Piracicaba, 1971. 74p. (Diss. (Mestre) - ESALQ).
- 3 - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 7. ed. Washington, D.C., 1950. 910p.
- 4 - AVELAR, B.C. Gênese e classificação de solos de uma catena da região de São Manuel. Piracicaba, 1971. 95 p. (Diss. (Mestre) - ESALQ).

- 5 - BRIGGS, L.J. & SHANTZ, H.L. The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. Bull. U. S. Dep. Agric., Washington, D.C., (230):1-83, 1913.
- 6 - BUNTING, A.H. The catena: A contribution to a discussion. Soils. Fertil., Harpenden, 16 (5):331-5, May 1953.
- 7 - BUSHNELL, T.M. Some aspects of the soil catena concept. Proc. Soil Soc. Am., Ann Arbor, 7:466-76, 1942.
- 8 - CASTRO, A.J. A terra dos bons ares: Interpretação geográfica do Município de Botucatu. Botucatu, 1966. 71p.
- 9 - CATANI, R.A.; GALLO, J.R.; GARGANTINI, H. Amostragem de solos: Métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bolm. Inst. agron. Campinas, Campinas, (69):1-28, 1955.
- 10 - COMISSÃO DE SOLOS. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim n. 12).
- 11 - DEMATTE, J. L. I. Gênese e classificação de solos originados de sedimentos do grupo geológico Estrada Nova, Município de Piracicaba. Piracicaba, 1970. 123 p. {Tese (Livre Doc.) - ESALQ}.
- 12 - ESCOBAR, H. E. Gênese e classificação de alguns solos da bacia do Ribeirão Tijuco Preto. Piracicaba, 1969. 59 p. {Tese (Mestre) - ESALQ}.

- 13 - EUA. Department of Agriculture. A glossary of special terms used in the soil yearbook. Yb. Agric. U. S. Dep. Agric., Washington, D.C.: 1164, 1938.
- 14 - _____. _____. Yb. Agric. U. S. Dep. Agric. , Washington, D.C.: 754, 1957.
- 15 - _____. Soil Survey Staf . Soil survey manual Washington, D.C., 1951. 503p. (Agricultural hand-book, 18).
- 16 - _____. Soil Taxonomy. Washington, D.C., 1970. 488 p.
- 17 - FREITAS, R.O. de. Grupo Bauru:Geologia do Estado de São Paulo. Bolm. Inst. geogr. geol. Est. S. Paulo, São Paulo, (41):126-47, 1946.
- 18 - GLORIA, N.; CATANI, R.A.; MATUO, T. Método do EDTA na determinação do cálcio e magnésio "trocável" do solo. An. Esc. sup. Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba , 21:220-8, 1964.
- 19 - GREENE, H. Soil formation and water movement in the tropics. Soils Fertil., Harpenden, 10:253-6, Mar. 1947.
- 20 - GRIFFITH, G. Catena. Soils Fertil., Harpenden, 15(3): 169-71, Mar. 1952.
- 21 - GROHMANN, F. & MEDINA, H.P. Características de umidade dos principais solos do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 21 (18):285-95, mar. 1962.

- 22 - GUERRA, A.T. Dicionário geológico-geomorfológico. 7.ed. Rio de Janeiro, IBGE, Cons. Nac. de Geografia, 1966. p.87.
- 23 - INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, 1963. 1:1.000.000.
- 24 - KILMER, V.J. & ALEXANDER, L. T. Method of making mechanical analysis of soils. Soil Sci., New Brunswick, 68 (1):15-26, June 1949.
- 25 - LEMOS, P. & CASTRO, A.F. Capacidade de armazenamento da água das chuvas em solos da série Itaguaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 5., Pelotas, 1955. Anais. Pelotas, 1959. p. 49-67.
- 26 - MEDINA, H.P. & GROHMANN, F. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. Bragantia, Campinas, 25(6): 65-75, jun. 1966.
- 27 - MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite - citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays Clay Miner., Washington, D.C., 7:317-27, 1960.
- 28 - MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping particularly for East African soils. Soil Res., Berlin, 4:183-98, 1935.
- 29 - _____. Normal erosion as a factor in soil profile development. Nature, London, 138:548-9, 1936.
- 30 - MONIZ, A.C. Mineralogia do solo. In: _____. Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, 1972. p.391-408.

- 31 - RANZANI, G. Capacidade de água disponível do solo. Bolm. tec.-cient. Esc. sup. Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba, (18):1-5, 1963.
- 32 - _____. Pequeno guia para levantamento de solos. Piracicaba, ESALQ, 1969. 28p.
- 33 - _____. Marcha anual da água disponível no solo. Piracicaba, ESALQ, Centro de Estudos de Solos, 1971. 14p.
- 34 - RICHARDS, L.A. Pressure membrane apparatus: construction and use. Agric. Engng., St. Joseph, 28:451-4, 1947.
- 35 - _____. Methods of measuring soil moisture tension. Soil Sci., New Brunswick, 68 (1):95-112, July 1949.
- 36 - RUHE, R.V. Stone lines in soils. Soil Sci., New Brunswick, 87 (4):223-31, Apr. 1959.
- 37 - _____. Elements of the soil landscape. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 7., Madison, 1960. Transactions. Amsterdam, Elsevier, 1961. v. 4, p. 165-70.
- 38 - SALTER, P.J. & WILLIAMS, J.B. The influence of texture on the moisture characteristics of soil. J. Soil Sci., Oxford, 20 (1):126-31, Mar. 1969.
- 39 - SOUZA, D.M.P. Hidrologia de solos. Piracicaba, 1966. 33p. [Tese (Mestre) - ESALQ].
- 40 - THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. Publs. Clim. Drexel Inst. Technol., Centerton, N. J., 8 (1):1-104, 1955.

- 41 - TREWARTHA, G.T. An introduction to weather and climate.
2. ed. New York, McGraw-Hill, 1943. 545p.
- 42 - VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. The moisture
equivalent as measure of the field capacity of soils.
Soil Sci., New Brunswick, 32, (3):181-93, May 1930.
- 43 - VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; ORTOLANI, A.A. Princi-
pais métodos climáticos de estimativa e de medida da
perda de água de superfícies naturais. Piracicaba ,
ESALQ, Cad.de Física e Meteorologia, 1968. 57p.
- 44 - WATSON, P.J. Soil catenas. Soils Fertil., Harpenden ,
28 (4):307-10, Apr. 1965.
- 45 - WOHLERS, R.O. de. Cenozóico: Geologia do Estado de São
Paulo. Bolm. Inst. geogr. geol. Est. S. Paulo, (41):
148-61, 1946.