

# **INFLUÊNCIA DA COBERTURA FLORESTAL NA QUALIDADE DA ÁGUA EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO DE VIÇOSA, MG**

*Paulo Sant'Anna e Castro*

Orientador: *Walter de Paula Lima*

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Abril, 1980

À memória de meu pai,  
a minha mãe,  
aos meus irmãos,  
a minha esposa,  
a minha filha.

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Walter de Paula Lima, pela orientação, a amizade e estímulo, durante a realização deste trabalho.

A Universidade Federal de Viçosa, por me ter proporcionado a oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos professores Hilton Thadeu Zarate do Couto, Décio Barbin, Paulo Kageyama e Fábio Poggiani, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, pelas valiosas colaborações.

Aos professores José Carlos Ribeiro, Antônio Carlos Ribeiro, Osvaldo Ferreira Valente, Dirceu Teixeira Coelho, Celestino Aspiazú, Roberto da Silva Ramalho, José Flávio Cãndido e Francisco de Paula Neto, da Universidade Federal de Viçosa, pela ajuda inestimável.

Aos técnicos de laboratório Silas e Célia Zen, pela constante colaboração e amizade.

Aos estudantes Isaiás Mota Alves e Fernando Sant'Anna e Castro, pela colaboração na coleta dos dados.

Ao Sr. Raimundo Stanciola de Abreu, pela compreensão e ajuda, durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Sr. Júlio Alberto Cardoso, pela datilografia dos originais deste trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação e demais funcionários do Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo convívio e amizade a mim proporcionados.

Aos colegas e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, pela amizade e incentivo.

As demais pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## ÍNDICE

	Página
1. RESUMO .....	1
2. INTRODUÇÃO .....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
4.1. Descrição Geral da Área .....	17
4.2. Métodos de Campo .....	20
4.3. Métodos de Laboratório .....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
5.1. Regime Hidrológico .....	32
5.2. Características Físico-químicas da Precipitação .....	39
5.3. Características Físico-químicas do Deflúvio...	48
5.3.1. pH .....	48
5.3.2. Condutividade Elétrica .....	54
5.3.3. Turbidez .....	59
5.3.4. Fe .....	62
5.3.5. Ca <sup>++</sup> .....	65
5.3.6. Mg <sup>++</sup> .....	68
5.3.7. K <sup>+</sup> .....	71
5.3.8. Na <sup>+</sup> .....	73
5.4. Considerações Finais .....	76
6. CONCLUSÕES .....	82
7. SUMMARY .....	86
8. LITERATURA CITADA .....	88
APÊNDICE .....	93

## LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Principais espécies florestais existentes na Bacia do Paraíso, com o nome comum, nome científico e família, com indicação das caducifólias ou semi-caducifólias .....	21
2	Dados referentes à Área, ao Índice entre o Comprimento e a Área (Ico), Densidade de Drenagem (Dd), Densidade hidrográfica (Dh), Declividade média (Dm) e a Altitude média (Hm) nas Bacias Hidrográficas do Paraíso e Palmital .....	26
3	Valores médios das análises dos parâmetros de qualidade da água das precipitações, ocorridas nas Bacias do Paraíso e Palmital, em épocas chuvosa e seca .....	40
4	Valores médios mensais dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio nas Bacias do Paraíso e Palmital .....	49

## TABELA

## Página

5	Análise da variância para os dados de pH, Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> e Fe nos solos da Bacia do Paraíso .....	50
6	Análise da variância para os dados de pH, Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , Na <sup>++</sup> , K <sup>+</sup> e Fe nos solos da Bacia do <u>Palmital</u> .....	51
7	Comparação dos parâmetros químicos do solo entre as seguintes seções: topo, convexa, côncava e terraço na Bacia do Paraíso.....	52
8	Comparação dos parâmetros químicos do solo entre as seguintes seções: topo, convexa, côncava e terraço na Bacia do <u>Palmital</u> .....	52
9	Equações de regressão dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio, obtidas durante o período de observação, nas Bacias do Paraíso e <u>Palmital</u> .....	55
10	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e <u>Palmital</u> , durante o mês de outubro de 1978 .....	95
11	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e <u>Palmital</u> , durante o mês de novembro de 1978 .....	96
12	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e <u>Palmital</u> , durante o mês de dezembro de 1978 .....	97
13	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e <u>Palmital</u> , durante o mês de janeiro de 1979 .....	98

## TABELA

## Página

14	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de fevereiro de 1979 .....	99
15	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de março de 1979 .....	100
16	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de abril de 1979 .....	101
17	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de maio de 1979 .....	102
18	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de junho de 1979 .....	103
19	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de julho de 1979 .....	104
20	Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de agosto de 1979 .....	105
21	Valores semanais dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio na Bacia do Paraíso .....	106
22	Valores semanais dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio na Bacia do Palmital.....	107

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Localização da área experimental em relação ao Estado de Minas Gerais e ao Município de Viçosa .....	18
2	Situação das bacias experimentais na Bacia do Córrego de São Bartolomeu .....	19
3	Vista parcial da cobertura florestal existente na Bacia do Paraíso .....	23
4	Aspecto do uso da terra na Bacia do Palmital..	23
5	Mapa plani-altimétrico da Bacia do Paraíso....	24
6	Mapa plani-altimétrico da Bacia do Palmital...	25
7	Aspectos do pluviógrafo coletor de amostras para análise qualitativa da água de chuva e pluviômetro, utilizados nas bacias experimentais.	27
8	Detalhes do vertedor de seção triangular e linígrafo, utilizados na Bacia Hidrográfica do Paraíso .....	29
9	Detalhe do vertedor de seção retangular utilizado na Bacia Hidrográfica do Palmital.....	29

FIGURA		Página
10	Precipitação e vazão diárias na Bacia do Paraíso durante o período experimental .....	33
11	Precipitação e vazão diárias na Bacia do Palmital durante o período experimental .....	34
12	Hidrógrafa na Bacia do Paraíso, produzida por uma precipitação ocorrida no dia 11.01.1979...	35
13	Hidrógrafa na Bacia do Palmital, produzida por uma precipitação ocorrida no dia 20.02.1979...	36
14	Frequência relativa (%) do pH nas Bacias do Paraíso e Palmital .....	42
15	Correlação entre pH e intensidade semanal (mm) da precipitação na Bacia do Paraíso.....	44
16	Correlação entre pH e intensidade semanal (mm) da precipitação, na Bacia do Palmital .....	44
17	Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e pH para as Bacias do Paraíso e Palmital.....	56
18	Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e condutividade elétrica para as Bacias do Paraíso e Palmital .....	58
19	Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e turbidez para as Bacias do Paraíso e Palmital.	61
20	Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e Fe para as Bacias do Paraíso e Palmital.....	64
21	Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e $\text{Ca}^{++}$ para as Bacias do Paraíso e Palmital.....	67
22	Padrões sazonais de precipitação, deflúvio e $\text{Mg}^{++}$ para as Bacias do Paraíso e Palmital.....	69
23	Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e $\text{K}^+$ para as Bacias do Paraíso e Palmital.....	72

FIGURA		Página
24	Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e $\text{Na}^+$ para as Bacias do Paraíso e Palmital.....	75
25	Proporções das concentrações médias mensais em meq/l de Fe, $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{++}$ , $\text{Ca}^{++}$ e $\text{K}^+$ na Bacia do Paraíso .....	77
26	Proporções das concentrações médias mensais em meq/l de Fe, $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{++}$ , $\text{Ca}^{++}$ e $\text{K}^+$ na Bacia do Palmital :.....	78

## "CURRICULUM VITAE"

PAULO SANT'ANNA E CASTRO, filho de José Sant'-Anna e Castro Filho e Auxiliadora Santos de Castro, nasceu em Viçosa, Estado de Minas Gerais, em 20 de março de 1951.

Em 1973, diplomou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa.

Trabalhou, de janeiro a junho de 1974, no Laboratório de Solos da JARI FLORESTAL E AGRO-PECUÁRIA LTDA, de onde se transferiu para FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., na qualidade de chefe da Estação de Piscicultura.

Em 1976, ingressou na Escola Superior de Florestas da UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, como Auxiliar de Ensino do Departamento de Recursos Naturais Renováveis.

## 1. RESUMO

O presente trabalho foi realizado em duas bacias hidrográficas situadas no Município de Viçosa, região da Zona da Mata de Minas Gerais. A primeira bacia, denominada Bacia do Córrego do Paraíso, com 114,1 ha, apresenta-se coberta por mata natural de regeneração secundária, com espécies caducifólias e semi-caducifólias. Na outra, denominada Bacia do Córrego do Palmital, com 192,5 ha, desenvolvem-se atividades agropastoris.

Pelo fato das bacias apresentarem usos diferentes da terra, objetivou-se caracterizar as propriedades físico-químicas das águas de chuva e deflúvio para cada bacia hidrográfica, verificando ainda as diferenças hidrológicas qualitativas e quantitativas entre as duas bacias.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Cwb; a rocha é gnaisse, com solos de textura argilosa e qualificados como distróficos.

As alturas pluviométricas foram medidas através de pluviômetros distribuídos nas bacias, sendo que ao lado de cada um deles instalou-se um coletor de amostras de água de chu

va, para fins de análise físico-química.

Os deflúvios das Bacias do Paraíso e Palmital foram medidos através de vertedores instalados nos cursos d'água. As amostras das águas do deflúvio foram coletadas manualmente, com garrafas de polietileno, a intervalos semanais. Com o objetivo de correlacionar a natureza química do solo com a qualidade das águas do deflúvio, foram retiradas amostras de solo, nas profundidades de 30 e 80 cm.

Os parâmetros analisados neste trabalho foram: pH, condutividade elétrica, turbidez,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e Fe, cujos métodos seguiram as normas descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (A.P.H.A., 1976).

A Bacia do Palmital, devido a ausência de cobertura florestal, apresentou maior escoamento superficial que a Bacia do Paraíso.

A precipitação nas duas bacias apresentou características físico-químicas semelhantes, com baixa concentração de cátions e classificada como ácida, devido apresentar um pH médio igual a 4,5. Pelos valores baixos de pH encontrados, deduz-se que elementos poluidores da atmosfera como o  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{Cl}^-$  estiveram presentes nas precipitações.

As águas do deflúvio da Bacia do Palmital foram significativamente diferentes das do Paraíso quanto aos seguintes parâmetros: pH,  $\text{Ca}^{++}$ , Fe, turbidez e condutividade elétrica. Para os valores de  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  não se observou diferenças significativas entre as bacias.

O Fe e a turbidez na Bacia do Paraíso foram significativamente maiores do que aqueles observados na Bacia do Palmital; e as formas complexadas de Fe na primeira bacia, associadas à matéria orgânica, contribuíram para os maiores valo

res de turbidez.

Durante precipitações de alta intensidade, as concentrações de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  no deflúvio da Bacia do Palmital foram maiores do que na Bacia do Paraíso.

As duas bacias apresentaram, no período seco do ano, valores próximos de condutividade elétrica, indicando a semelhança dos seus solos quanto às características físico-químicas.

Nas águas do deflúvio da Bacia do Paraíso, a seguinte ordem de grandeza catiônica foi encontrada:  $\text{Fe} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{K}^+$ , enquanto que na Bacia do Palmital obteve-se  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{Fe} > \text{K}^+$ .

A cobertura florestal existente na Bacia do Paraíso protegeu o solo das lixiviações dos elementos químicos estudados neste trabalho, ao passo que no Palmital ocorreu o contrário, com o escoamento superficial carreando partículas inorgânicas para os cursos d'água.

## 2. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas em equilíbrio apresentam uma dinâmica interna através da cadeia alimentar e da circulação do ar e da água. Se se degrada um ecossistema como por exemplo através do corte raso de uma floresta natural, expondo o solo a situações desfavoráveis de conservação, haverá um desequilíbrio entre os processos naturais que ligam os compartimentos deste mesmo ecossistema. As características quantitativas e qualitativas do desequilíbrio entre os compartimentos dependem da magnitude do agente degradador e do comportamento do ecossistema com relação ao agente. O homem, na maioria das vezes, é a causa desta situação, embora as consequências venham a se refletir nele próprio.

As bacias hidrográficas constituem unidades naturais para a análise de ecossistemas. Elas apresentam características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra nos ecossistemas. O planejamento do uso da terra deve se basear no conhecimento científico dos recursos existentes na bacia hidrográfica e suas inter-relações.

A água é um recurso peculiar, não somente pela

sua amplitude de utilização, mas também pela sua vantagem como indicadora da manipulação do solo pelo homem. Os rios que drenam uma região apresentam suas águas com características físico-químicas próprias, as quais refletem as atividades de uso do solo nas áreas a montante.

A região de Viçosa caracteriza-se por apresentar remanescentes de florestas naturais apenas no topo das vertentes. Nas outras seções, a agro-pecuária, núcleos habitacionais e construções rurais geralmente se manifestam por carência de práticas conservacionistas, principalmente do solo e dos recursos hídricos. No entanto, é uma região com grande aptidão florestal, mas que, através dos anos, vem sendo devastada pelo homem. A importância do assunto se faz sentir ao se deparar com áreas de baixa produtividade agrícola, fenômenos de erosão, poluição de rios e ocorrência de enchentes.

Este estudo visa conhecer, sistematicamente, algumas características qualitativas das águas do deflúvio de duas bacias hidrográficas vizinhas, situadas no município de Viçosa, região da Zona da Mata de Minas Gerais, com divisores topográficos distintos, e apresentando usos diferentes da terra. A Bacia do Córrego do Paraíso apresenta-se coberta por mata natural de regeneração secundária, enquanto que na Bacia do Córrego do Palmital desenvolvem-se atividades agro-pastoris.

O trabalho teve por finalidade alcançar os seguintes objetivos:

- a) Caracterizar as propriedades físico-químicas das águas do deflúvio de uma bacia hidrográfica coberta por mata natural, em comparação com outra bacia com atividades agro-pastoris.

- b) Correlacionar as medições dos parâmetros físico-químicos do curso d'água com as variações de vazão e precipitação para cada bacia hidrográfica.
- c) Verificar se existem diferenças hidrológicas qualitativas e quantitativas entre as duas bacias hidrográficas.
- d) Qualificar o uso da terra com base nas informações obtidas sobre o comportamento hidrológico das bacias estudadas.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A bacia hidrográfica é um sistema complexo, cuja estabilidade depende do fluxo de nutrientes entre os seres vivos e o ambiente, e da interação com as variações climáticas. O homem, ao fazer uso dos recursos naturais, deve primeiramente conhecer as inter-relações naturais e complexas entre o ciclo de nutrientes e o ciclo hidrológico. Por exemplo, as práticas de manejo florestal podem aumentar ou diminuir as taxas do deflúvio da bacia hidrográfica; por conseguinte, haverá modificações no equilíbrio entre o material dissolvido e o material em suspensão no curso d'água (BORMANN e LIKENS, 1967).

Existem muitas informações na literatura concernentes à influência da exploração florestal nas perdas de nutrientes do ecossistema. Entretanto, para ecossistemas naturais existem poucos dados sobre a entrada e saída de nutrientes (BORMANN e LIKENS, 1967), principalmente nas regiões tropicais (MCCOLL, 1970). BORMANN et alii (1968) verificaram que o corte raso das florestas tende a exaurir os nutrientes do ecossistema. Nesta situação, as perdas de nutrientes ocorrem devido ao bloqueio de um compartimento do ecossistema, que é a absorção

dos nutrientes pelos vegetais. Consequentemente, haverá uma diminuição da taxa de transpiração, acúmulo de detritos orgânicos disponíveis para a mineralização imediata e aumento da quantidade de água escoada. Acrescenta-se ainda a esta perda de nutrientes a remoção dos produtos da floresta pelo homem.

As concentrações dos parâmetros físico-químicos nos cursos d'água estão, portanto, subordinados ao uso da terra. Como avaliar a qualidade das águas em bacias hidrográficas? Como comparar duas bacias sob diferentes usos da terra? LIKENS et alii (1967) salientaram que na comparação de bacias hidrográficas elas devem possuir clima uniforme, limites topográficos e freáticos coincidentes, com rochas impermeáveis e semelhantes.

SAVILL e WEATHERUP (1974) afirmaram a necessidade de se encontrar sítios representativos tais como: área, elevação, orientação e solos, no estabelecimento de experimentos comparativos de regimes hidrológicos em bacias com diferentes usos da terra.

Uma das razões de se ter poucos estudos envolvendo qualidade da água em bacias hidrográficas, são os recursos de técnica e financeiros consumidos para obtenção de coletas contínuas de registros hidrológicos e análise dos parâmetros físico-químicos da água, associados a erros interagidos com a topografia, hidrologia e medições físico-químicas na bacia hidrográfica (LIKENS et alii, 1967), (BORMANN e LIKENS, 1967), (SAVILL e WEATHERUP, 1974).

BARGH (1977) avaliou, durante 1 ano, a quantidade e a qualidade das águas do deflúvio de uma bacia hidrográfica, que apresentava uma cobertura florestal natural em estado de sucessão. Embora o período de medição devesse ser longo pa-

ra minimizar os efeitos de curto prazo (variações climáticas), os resultados forneceram informações úteis sobre o comportamento daquela bacia. Além disso, este experimento pode servir de base para avaliar bacias em estado mais degradado.

A metodologia necessária para medir e avaliar os parâmetros físico-químicos dos cursos d'água deve basear-se nas medições dos vários componentes que afetam o deflúvio da bacia hidrográfica. Quanto maior o número de componentes melhor caracterizado ficará o curso d'água, porém a metodologia se tornará complexa. Deste modo, o sistema é analisado, etapa por etapa, quanto às características físico-químicas da água de chuva, influência da cobertura vegetal, solo e rocha, culminando com a caracterização do curso d'água.

A composição das águas naturais superficiais é determinada por dois grupos de fatores. O primeiro grupo inclui os fatores que agem diretamente na água, como a composição do solo, a composição litológica e os organismos aquáticos. O segundo grupo compreende os fatores que afetam indiretamente a composição química da água, como o clima e a vegetação (VAZHENIN et alii, 1972).

As bacias hidrográficas florestadas têm a composição química dos rios alterada, pela água de chuva que percola através dos solos de diferentes natureza (HATCH, 1976).

BORMANN e LIKENS (1967) concluíram que a entrada de nutrientes no ecossistema, via atmosfera, se faz através da água de chuva, quer pelas substâncias nela dissolvidas, quer pela poeira e outros materiais trazidos pelo vento. ATTIWILL (1966), estudando a composição da água de chuva em relação à ciclagem de nutrientes em florestas de eucalipto, observou que as impurezas químicas contidas na precipitação

são provenientes das partículas atmosféricas, os aerossóis, que podem agir como núcleos de condensação, ou serem removidos da atmosfera pelos pingos da chuva. O autor, no local do experimento, cuja distância do mar é de 161 km, concluiu que a maior parte das partículas atmosféricas provinha do oceano, sendo o restante originado de atividades industriais ou poeiras das estradas. LIKENS et alii (1967) admitiram que os principais cátions encontrados na precipitação podem provir de poeiras carregadas pelo vento. Entretanto, no experimento que realizaram na Floresta Experimental de Hubbard Brook, atribuíram à intrusão do ar marítimo como o fator responsável pelas maiores concentrações de cátions na precipitação. O local dista 116 km do oceano e apresenta relativamente poucas estradas onde o tráfego é escasso.

SWANK e DOUGLASS (1977), estudando a química da água em várias bacias hidrográficas, em Coweeta, Estados Unidos, registraram o pH de precipitação variando de 4,3 a 4,5. Os autores encontraram alta correlação dos fornecimentos mensais de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  com a precipitação mensal. Os aerossóis provenientes do mar foram as principais fontes de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em Coweeta. A variação anual desses íons reflete as diferenças anuais da fonte e trajetória das massas de ar. As concentrações de  $\text{Ca}^+$  e  $\text{K}^+$  tiveram baixa correlação com a precipitação, mas exibiram tendências sazonais, com as máximas ocorrendo na primavera e outono, que foram associadas às atividades do uso da terra, como aração e queima.

A composição iônica da precipitação deve, portanto, ser caracterizada em função da velocidade e direção dos ventos e intensidade da precipitação, associadas às atividades do uso da terra. FELLER e KIMMINS (1979) observaram que

os tipos e a concentração dos constituintes químicos da precipitação são de natureza variável. Os constituintes químicos dependem da fonte e quantidade de poluição industrial, e da direção dos ventos predominantes. Estes fatores são instáveis e, portanto, afetam a química da precipitação. O  $\text{Cl}^-$  estará contido em maiores proporções na precipitação, quando esta se originar de ventos soprados do mar. No caso de  $\text{SO}_4^{--}$ , será maior quando houver poluição do ar provocada por indústrias.

O estabelecimento de proporções iônicas entre si é outro recurso utilizado na procura das origens das partículas atmosféricas contidas na precipitação. Por exemplo, a proporção de  $\text{Na}^+ : \text{K}^+$  na água do mar é de 48 : 1 (ATTIWILL 1966), enquanto que para  $\text{Na}^+ : \text{Cl}^-$ , a proporção é de 8 : 1 (GIBBS, 1972). Qualquer composição iônica da precipitação que apresentar proporções semelhantes à água do mar, leva a crer que a origem dela seja marítima.

JIMENEZ et alii (1973) mencionaram que a precipitação e a sedimentação atmosférica contribuem para a presença de nutrientes na água, em concentrações de 0,2 a 0,9 mg/l de nitrogênio e 0,1 mg/l de fósforo, das quais aproximadamente 60% são proporcionados pela água de chuva e o restante pela deposição de poeiras.

BRINKMANN e SANTOS (1971) encontraram, na Amazônia terciária, valores de pH da água de chuva variando de 4,2 a 5,5, sendo que 75% dos valores observados apresentaram pH entre 4,3 e 4,9. O número médio de partículas atmosféricas na precipitação foi da ordem de  $500/\text{cm}^3$ . Os autores não atribuíram nem ao mar e nem ao solo a origem das partículas atmosféricas.

Sabe-se que a precipitação ácida aumenta a lixi

viação dos nutrientes das árvores e do solo, além de acidificar os rios e lagos, modificando o metabolismo dos seres aquáticos (RICHARDSON, 1976), (NORTON, 1976), (McCOLL, 1970). Uma das fontes principais na acidificação da atmosfera é o  $SO_2$  expelido pelas chaminés das fábricas, que pode se dispersar sobre grandes áreas. Pelo fato do tempo de residência do  $SO_2$  na atmosfera ser de 2 a 4 dias, acredita-se que ele possa ser transportado numa distância maior que 1000 km, antes de se depositar. A conversão de  $SO_2$  para  $H_2SO_4$  se dá, principalmente, quando na atmosfera houver ausência de quantidades equivalentes de álcalis. Os valores baixos de pH numa zona rural de New England foram atribuídos principalmente ao  $SO_2$  proveniente dos centros industriais urbanos, que distam da região estudada centenas de quilômetros (LIKENS e BORMANN, 1974).

A concentração dos íons presentes na água de chuva varia com a época do ano. Por outro lado, as florestas alteram a composição química da água de chuva. Ao interagir com a vegetação, a água de chuva arrasta certa quantidade de nutrientes (LIMA e BARBIN, 1975). Os mesmos autores estudaram a alteração qualitativa da água de chuva causada por plantações de Eucalyptus saligna Smith e Pinus caribaea Morelet var. caribaea na região de Piracicaba, São Paulo. Constataram que a primeira espécie foi em geral, responsável pela maior alteração da qualidade da água de chuva do que a segunda espécie. Atribuíram esta alteração à interação da água de chuva com a vegetação, através do processo de escoamento pelo tronco.

Na Amazônia terciária, as águas dos rios e a precipitação apresentaram concentrações de  $Mg^{++}$  menores do que 0,02 mg/l. Maiores valores ocorreram nas águas de precipita -

ção interna, escoamento pelo tronco e lavagem foliar (BRINKMANN e SANTOS, 1971). A ciclagem rápida do  $Mg^{++}$  pelas florescitas impediu a sua imediata liberação para os cursos d'água, os quais apresentaram traços desse elemento.

ATTWILL (1966) relacionou a concentração iônica da precipitação com a sua intensidade. A relação inversa e exponencial é caracterizada por uma curva assintótica aos eixos "Y" e "X", onde "Y" representa a concentração de um íon qualquer da precipitação e "X" representa a intensidade de precipitação. Para locais desprovidos de vegetação arbórea, expressa-se a relação através da seguinte equação:

$$\log. y = a - b \log x.$$

A amostragem físico-química da precipitação é feita como sendo o somatório da água de chuva e sedimentação das partículas atmosféricas. O dispositivo de coleta consta de um funil adaptado a um recipiente de polietileno, em que o volume da precipitação é tomado em intervalos semanais para posterior análise. Um pluviógrafo instalado na área permitirá relacionar quantidade de nutrientes que chegam na região por unidade de tempo. A amostragem físico-química das águas do de flúvio é feita em intervalos semanais. O local de coleta depende do tamanho da bacia hidrográfica; se for pequena, a coleta é feita na foz do curso d'água principal. Para isto, constrói-se um vertedor, que instalado com um linígrafo, permitirá relacionar quantidades de nutrientes liberados da bacia por unidade de tempo (LIKENS et alii, 1967), (FELLER e KIMMINS, 1979), (JOHNSON e SWANK, 1973), (SWANK e DOUGLASS, 1977).

A composição físico-química dos cursos d'água está relacionada com os parâmetros hidrológicos tais como: variações sazonais e diurnas da vazão dos rios, padrões sazo-

nais da precipitação e variações individuais da precipitação. Portanto, é possível relacionar a concentração dos parâmetros físico-químicos de um curso d'água com a taxa de deflúvio ao longo do tempo (BORMANN e LIKENS, 1967).

HATCH (1976) estudou no oeste da Austrália algumas propriedades das águas de quatro rios drenando regiões florestadas. A finalidade do estudo foi verificar quais as características comuns às localidades consideradas, assim como verificar as variações sazonais na qualidade da água. Os parâmetros considerados no trabalho foram: condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, pH,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{--}$ . O autor observou que as diferenças de condutividade elétrica entre os rios de uma mesma bacia foram menores na época de maior deflúvio. Na época seca, a condutividade elétrica aumentou seu valor, devido ao maior contato entre os íons do solo e a água. Deduz-se que os rios que drenam solos cujos perfís apresentam heterogeneidade química tendem a possuir valores diferentes de condutividade elétrica. Este caráter é facilmente observado durante a época seca, porque em época chuvosa a condutividade elétrica atinge valores menores, devido ao efeito de diluição, quando as águas do deflúvio acusam muito mais características das águas da precipitação do que do solo. A composição iônica encontrada por HATCH (1976) foi independente da estação e variação do deflúvio. As proporções catiônicas nos rios apresentaram a seguinte ordem de grandeza:  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{K}^+$ . McCOLL (1970), comparando várias bacias hidrográficas entre si, observou, naquela coberta por floresta, uma menor amplitude de variação nos valores de condutividade elétrica.

A decomposição da matéria orgânica, ou os mine

rais dissolvidos como o Fe e Mn, conferem aos rios uma coloração escura. Esta coloração decresce com o aumento do deflúvio. Em pH baixo, o ferro fica em estado solúvel, principalmente se as condições do meio forem anaeróbicas, favorecendo o aparecimento de colóides orgânicos (VERRY, 1975). O ferro é transportado para os cursos d'água quase que exclusivamente na forma complexada, através dos escoamentos superficial e sub-superficial (VAZHENIN et alii, 1972), (JONES, 1974).

FELLER e KIMMINS (1979) realizaram em Haney, Canadá, um estudo da química da água em bacias hidrográficas florestadas. Os cursos d'água apresentaram valores baixos de pH, que os autores atribuíram à decomposição e lavagem dos constituintes químicos da serrapilheira. As relações entre a concentração dos parâmetros físico-químicos e a taxa do deflúvio dos rios podem ser usadas para caracterizar o deflúvio quanto a sua origem. Os parâmetros que se correlacionam positivamente com as taxas de deflúvio devem também assim se proceder com a camada orgânica superficial do solo, inclusive o horizonte A.

TAYLOR et alii (1971) compararam duas bacias hidrográficas, uma com uso agrícola e a outra com uso florestal. Observaram que a bacia agrícola apresentou perdas de nutrientes superiores a bacia florestal. Explicaram que a diferença foi causada pela maior variação no volume do escoamento superficial da bacia agrícola. Não houve correlação entre a concentração de nutrientes e o deflúvio, e nenhuma mudança sazonal foi observada na concentração de nutrientes.

BORMANN e LIKENS (1970) conduziram em New Hampshire, U.S.A., na Floresta Experimental de Hubbard Brook, um experimento constituído de seis bacias hidrográficas. Numa

das bacias, de 15,6 ha, cuja rocha é gnaisse, eliminaram toda a vegetação florestal e compararam-na com outra bacia não desmatada. Os autores observaram que a bacia que sofreu corte da vegetação apresentou aumento do deflúvio e da concentração de nutrientes no curso d'água. Após o corte da vegetação arbórea, com o passar do tempo, as partículas orgânicas diminuíram no curso d'água. Por outro lado, as partículas inorgânicas aumentaram em razão dos fenômenos de erosão e maior correnteza do rio. As perdas de  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $Na^+$  na bacia desmatada foram de 2, 10, 7 e 3 vezes mais, respectivamente, que na bacia preservada. As concentrações de  $Na^+$  foram inversamente correlacionadas com o deflúvio. As concentrações de  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $K^+$  foram relativamente independente do deflúvio. Os autores concluíram que a química dos rios está sob controle dos processos inerentes ao ecossistema florestal.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.1. Descrição Geral da Área

A área em estudo localiza-se no Município de Viçosa, nas coordenadas geográficas de  $20^{\circ}45'$  de latitude sul e  $42^{\circ}51'$  de longitude oeste. A Figura 1 mostra a situação da área experimental em relação ao estado de Minas Gerais e ao Município de Viçosa.

As áreas experimentais, fazem parte da Bacia do Córrego de São Bartolomeu, o qual drena a cidade de Viçosa (Figura 2).

A rocha é gnaisse, mesocrática, bastante lineada, sendo a geologia referida ao Precambriano D (Precambriano inferior ou indiviso) (REZENDE, 1971).

A fisiografia da região segue as informações de REZENDE (1971), com vales cujo fundo corresponde a um leito maior periodicamente inundável, seguido de traços assimétricos. As vertentes desenvolvem-se segundo uma linha côncavo-convexa-tôpo.

Os solos são de textura argilosa, sendo classi-

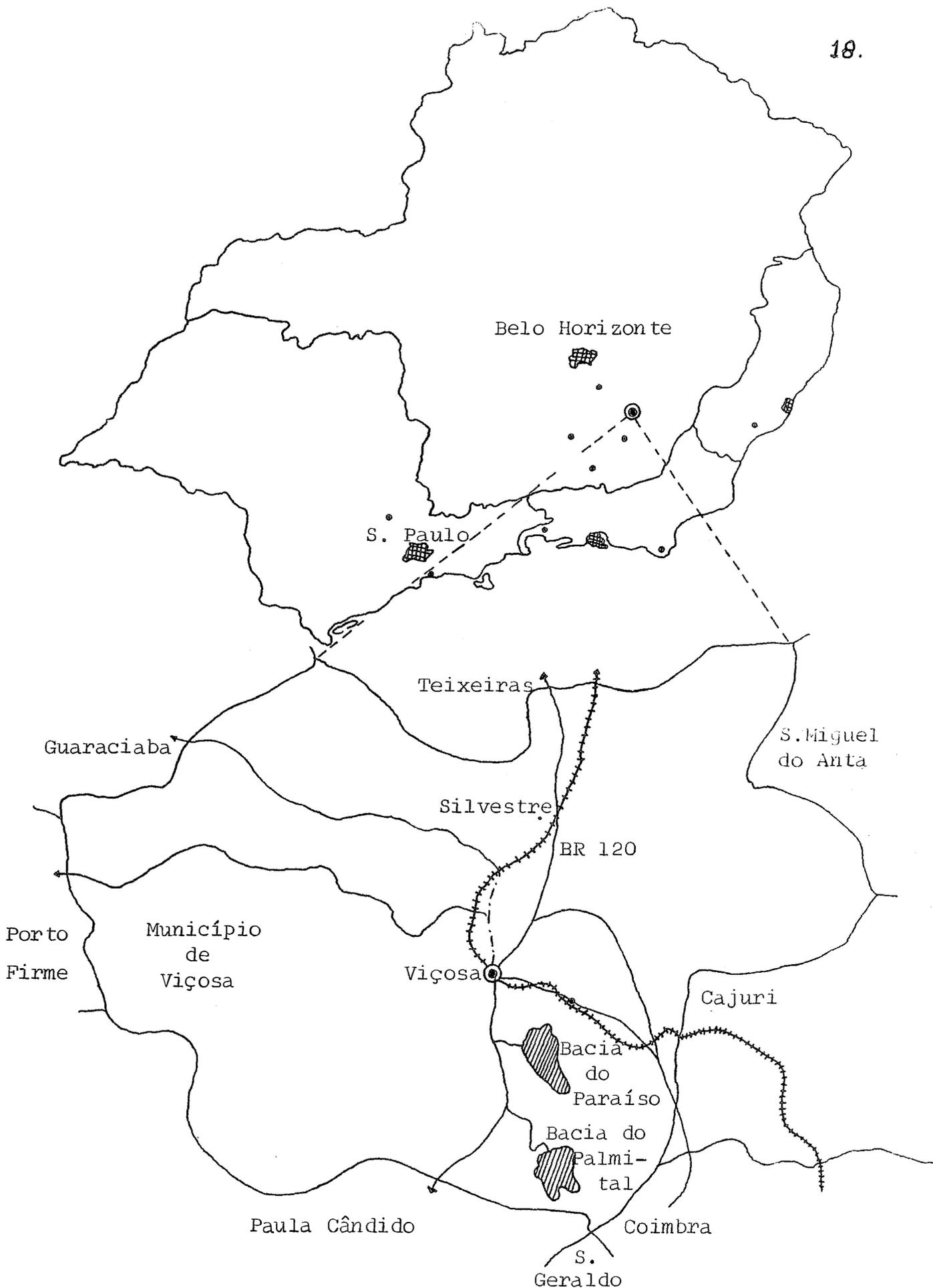
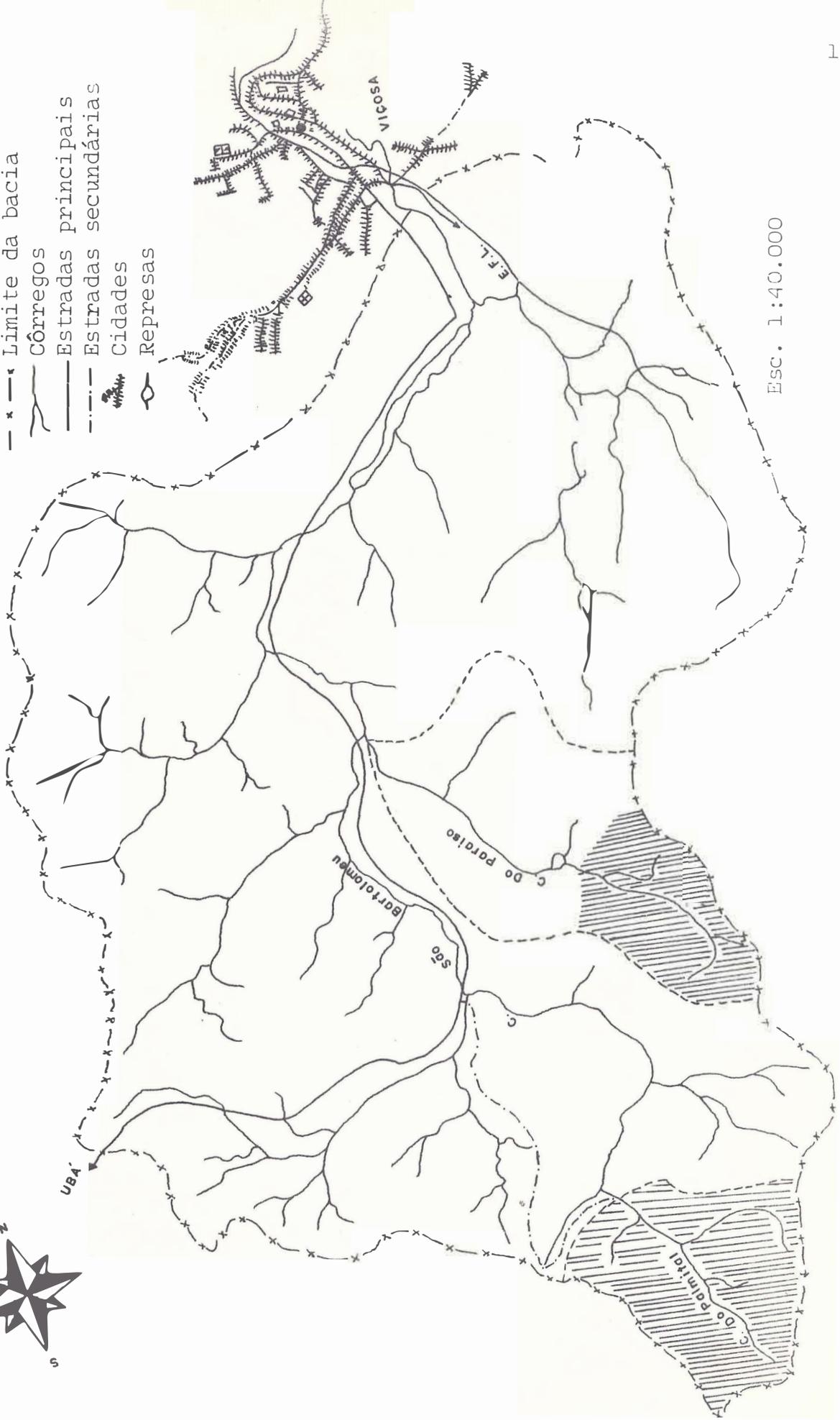


Fig. 1. Localização da área experimental em relação ao Estado de Minas Gerais e ao Município de Viçosa.

Convenções

- x — Limite da bacia
- Córregos
- Estradas principais
- - - Estradas secundárias
- ▣ Cidades
- Represas



Esc. 1:40.000

Fig. 2. Situação das bacias experimentais na Bacia do Córrego de São Bartolomeu.

ficados como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico nas seções côncavas, convexas e topos do perfil topográfico. No terço o solo é tido como Podzólico Vermelho Amarelo Câmbico (COSTA, 1973).

O clima da região é do tipo Cwb (Köppen), tropical de altitude, com verões brandos e temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C.

GALVÃO (1967), utilizando a classificação climática de Gaussen, assinalou que a região de Viçosa situa-se na região Bioclimática Xeroquimênica (seca de inverno tropical), sub-região Submesaxérica (temperatura do mês mais frio menor que 15°C), com caráter de transição denominado Tropical Brando e Sub-seco.

#### 4.2. Métodos de Campo

Foram escolhidas duas bacias hidrográficas situadas ao sul da cidade de Viçosa. A primeira, denominada Bacia do Paraíso, dista aproximadamente 5,4 km da cidade de Viçosa, via estrada que segue em direção à cidade de Paula Cândido. A outra bacia, denominada Bacia do Palmital, dista 5,4 km da primeira via estrada secundária (Figura 2).

A Bacia do Paraíso apresenta formações estacionais tropicais, em parte caducifólias, com clima tropical úmido e estações chuvosas e seca bem definidas (VELOSO, 1966). As principais espécies existentes na Bacia do Paraíso são mostradas na Tabela 1. Conforme a espécie, poderá haver variação na queda das folhas, de meados de maio até praticamente fins de outubro (RAMALHO, 1979).

A mata existente na Bacia do Paraíso é de regeneu

Tabela 1. Principais espécies florestais existentes na Bacia do Paraíso, com o nome comum, nome científico e família, com indicação das caducifólias ou semi-caducifólias.

Espécie		Família
Nome Comum	Nome Científico	
Unha-de-boi	<u>Bauhinia</u> sp.*	Leguminosae Caesalpinioideae
Espeto	<u>Caesaria</u> * sp	Flacourtiaceae
Mata pau	<u>Ficus</u> sp	Moraceae
Pau-de-leite	<u>Sapium lanceolatum</u> (Muell.Arg.)Huber*	Euphorbiaceae
Jequitibá branco	<u>Cariniana legalis</u> (Mart.)O.Ktze	Lecythidaceae
Canela	<u>Ocotea</u> sp	Lauraceae
Três folhas vermelhas	<u>Allophylus</u> sp*	Sapindaceae
Pessegueiro	<u>Prunus</u> sp	Rosaceae
Casca doce	<u>Alchornea</u> sp	Euphorbiaceae
Jacaré	<u>Piptadenia communis</u> Benth*	Leguminosae Mimosoideae
Niquerana	<u>Hieronyma alchorneoides</u> Fr.All.	Euphorbiaceae
Imbirussu	<u>Pseudobombax dodecaphyllum</u> (Vell.)Robb*	Bombacaceae
Bico-de-pato	<u>Machaerium</u> sp	Leguminosae Papilionatae
Angico vermelho	<u>Piptadenia peregrina</u> (L.)Benth.*	Leguminosae Mimosoideae
Garapa	<u>Apuleia leiocarpa</u> (Vog.)Macbr.*	Leguminosae Caesalpinioideae
Brauna	<u>Melanoxylon brauna</u> Schott*	Leguminosae Caesalpinioideae

\* espécies caducifólias ou semi-caducifólias.

FONTE: RAMALHO (1979)

ração secundária, onde as maiores árvores (15 a 20 m de altura) se concentram ao sul da bacia. A Figura 3 mostra uma vista parcial da cobertura arbórea da Bacia do Paraíso.

A Bacia do Palmital representa uma unidade típica da atividade agro-pecuária na região de Viçosa. As manchas de florestas existentes nos topos das vertentes são de caráter secundário, constatadas pela presença de Cecropia sp (Figura 4). A maior parte da área é utilizada com pastagem sendo que o capim-gordura (Melinis minutiflora Beauv) é predominante.

Os solos de terraço na Bacia do Palmital têm tipo, continuamente, uso agrícola dos mais intensivos, com culturas de milho, feijão, hortaliças e café. Sinais de erosão podem ser observados na Bacia do Palmital, conforme mostra a Figura 4.

Em virtude da existência de uma represa na Bacia do Paraíso, que impede a manifestação natural do regime hidrológico por toda a extensão da sua área, houve-se por bem considerar no estudo apenas a região situada à montante da represa (Figura 5). A área da Bacia do Paraíso ficou portanto, restrita a uma dimensão de 114,1 ha, enquanto a área da Bacia do Palmital é de 192,5 ha (Figura 6). As características físicas das duas bacias em estudo são apresentadas na Tabela 2.

As alturas pluviométricas diárias foram medidas através de 4 pluviômetros instalados em cada bacia hidrográfica. Os pluviômetros, com área de captação de  $121 \text{ cm}^2$ , foram distribuídos na Bacia do Paraíso numa altitude aproximada de 740 m (Figura 5). Nesta bacia, a distribuição dos pluviômetros ficou dependente da ausência de cobertura arbórea. Daí a razão dos pluviômetros se concentrarem na parte terminal da



Fig. 3. Vista parcial da cobertura florestal existente na Bacia do Paraíso.

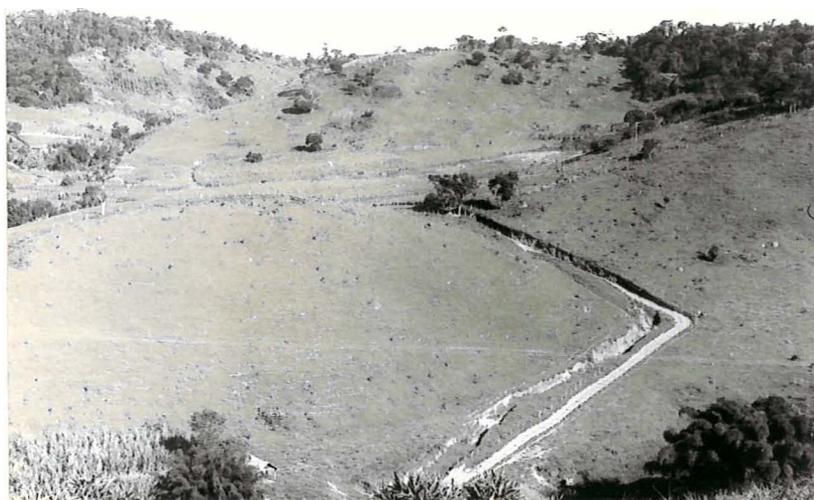
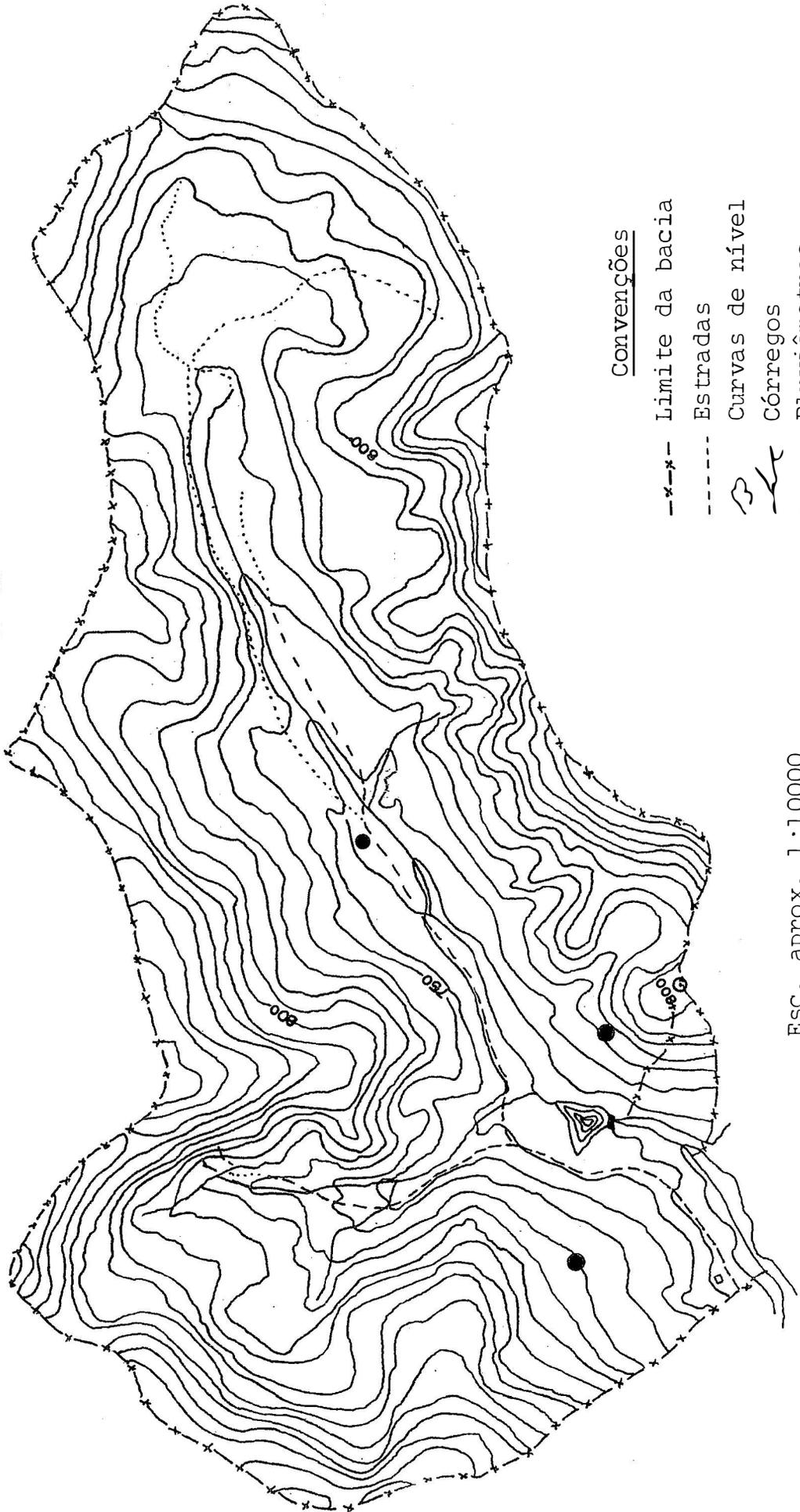


Fig. 4. Aspecto do uso da terra na Bacia do Palmital.



Convenções

- x-x- Limite da bacia
- - - Estradas
- ~ Curvas de nível
- ☐ Córregos
- Pluviômetros
- ☐ Casas

Esc. aprox. 1:10000

Fig. 5. Mapa plani-altimétrico da Bacia do Paraiso.

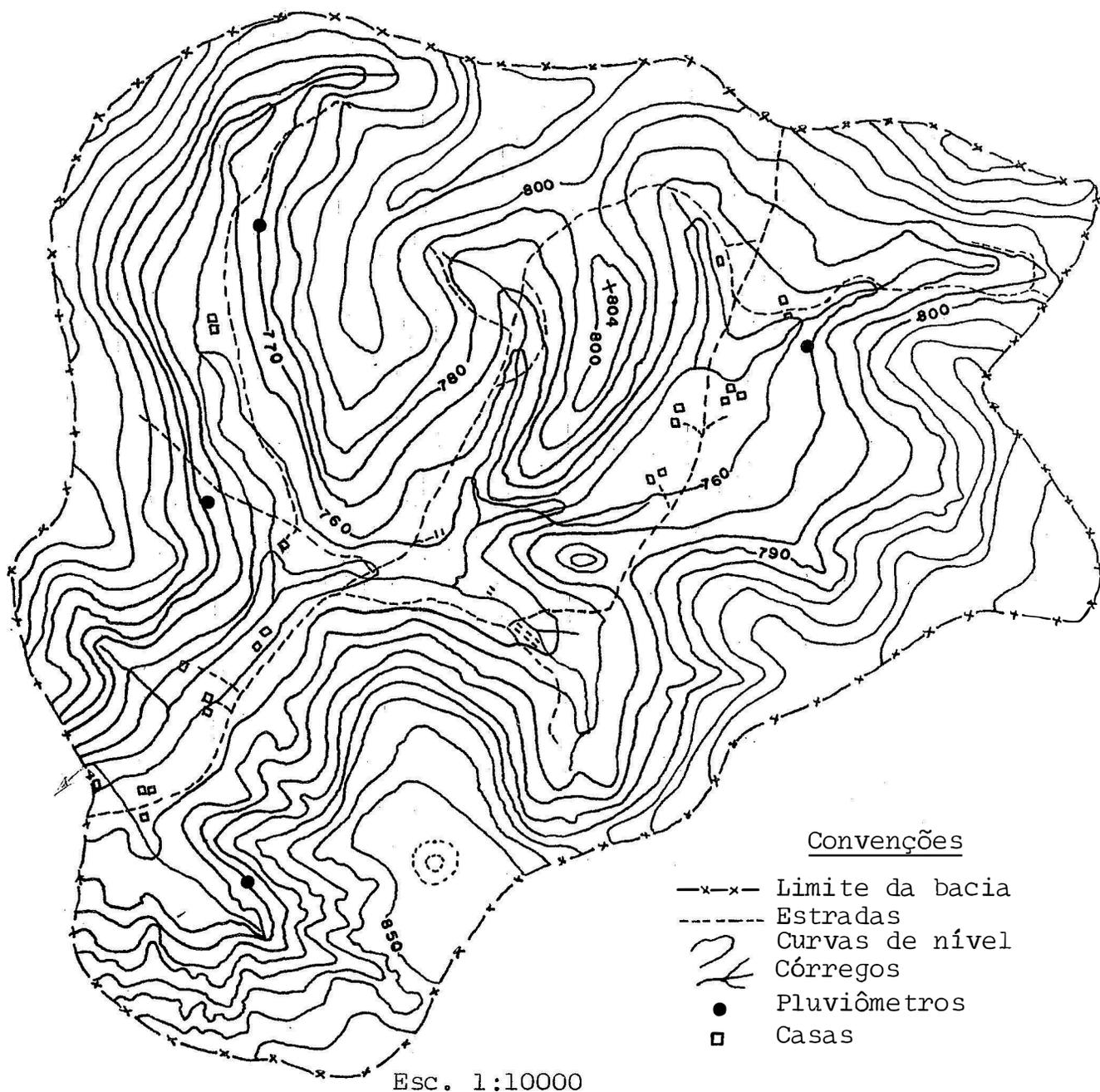


Fig. 6. Mapa plani-altimétrico da Bacia do Palmital.

bacia.

Tabela 2. Dados referentes à Área, ao Índice entre o Comprimento e a Área (Ico), Densidade de drenagem (Dd), Densidade hidrográfica (Dh), Declividade média (Dm) e a Altitude média (Hm) nas Bacias Hidrográficas do Paraíso e Palmital.

Bacia Hidrográfica	Parâmetros Morfométricos					
	Área ha	Ico	Dd km/km <sup>2</sup>	Dh canaís/km <sup>2</sup>	Dm %	Hm m
Paraíso	114,1	1,73	1,38	2,63	27,08	729,70
Palmital	192,5	1,22	2,42	4,15	28,05	786,73

Na Bacia do Palmital, os pluviômetros foram distribuídos numa altitude aproximada de 770 m (Figura 6). Utilizou-se a média aritmética para expressar a precipitação média em cada bacia.

Em ambas as bacias, ao lado de cada pluviômetro instalou-se um coletor de amostras da água de chuva para fins de análise físico-química (Figura 7). Este coletor consiste de um funil com área de captação de 256 cm<sup>2</sup>, ligado por meio de um tubo a um recipiente de polietileno com capacidade de 5 litros (LIKENS et alii, 1967).

As amostras da água de chuva foram coletadas em intervalos semanais, durante o período de 16 de outubro de 1978 a 05 de agosto de 1979.



Fig. 7. Aspectos do pluviógrafo, coletor de amostras para análise qualitativa da água de chuva e pluviômetro, utilizados nas bacias experimentais.

Por intermédio de um pluviógrafo, algumas intensidades de precipitação foram registradas durante o período experimental. Na Bacia do Paraíso, registraram-se intensidades de precipitação entre o período de 17 de dezembro de 1978 e 12 de fevereiro de 1979. Após este período transferiu-se o pluviógrafo para a Bacia do Palmital, permanecendo aí até o dia 19 de junho de 1979. Desejou-se com isso obter informações do comportamento das duas bacias em relação a determinadas chuvas individuais.

Instalou-se na Bacia do Paraíso um vertedor de seção triangular (Figura 8). Dados de vazão foram medidos diariamente. Algumas hidrógrafas foram registradas através de um linígrafo entre o período de 17 de dezembro de 1978 e 12 de fevereiro de 1979.

As amostras do curso d'água, em ambas as bacias,



Fig. 8. Detalhes do vertedor de seção triangular e linígrafo utilizados na Bacia Hidrográfica do Paraíso.



Fig. 9. Detalhe do vertedor de seção retangular utilizado na Bacia Hidrográfica do Palmital.

foram coletadas em intervalos semanais, utilizando-se recipientes de polietileno de capacidade de 300 ml. Os recipientes eram embebidos com HCl 6 N e enxaguados várias vezes com água destilada antes de se proceder a coleta, tanto da água de chuva como do curso d'água.

Instalou-se na Bacia do Palmital um vertedor de seção retangular (Figura 9). Também os dados de vazão foram registrados diariamente. Algumas hidrógrafas através de linígrafo foram registradas a partir do dia 19 de fevereiro de 1979 até o dia 17 de junho de 1979.

Para cada bacia hidrográfica foram escolhidos 4 perfis topográficos. Em cada perfil, constituído dos segmentos tôpo, convexo, côncavo e terraço, foram retiradas amostras múltiplas de solo, nas profundidades de 30 cm e 80 cm. Cada amostra múltipla foi constituída por 4 amostras simples.

#### 4.3. Métodos de Laboratório

As amostras da água de precipitação e dos cursos d'água foram trazidas para o laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Viçosa, MG. Procederam-se às análises de pH imediatamente, segundo método eletrométrico. Em seguida, parte das amostras foi armazenada a 4°C para análises posteriores de turbidez e condutividade elétrica. Ao restante das amostras adicionou-se H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado até obtenção de pH ≤ 2, sendo em seguida armazenadas a 4°C. Nestas amostras realizaram-se análises totais de Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Fe. Os métodos analíticos empregados seguiram as normas descritas em A.P.H.A. (1976).

Até a data de 04 de março de 1979, os cátions foram analisados no Laboratório de Química Analítica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP. Após essa data, os cátions foram analisados no Laboratório de Hidrologia e Ecologia do Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (E.S.A.L.Q.), Piracicaba. Todas as análises de turbidez e condutividade elétrica foram realizadas neste último laboratório. As análises foram feitas em Espectrofotômetro de Absorção Atômica da PERKIN-ELMER, para os seguintes elementos:  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e Fe. As análises de turbidez foram executadas no turbidímetro modelo 2100A, fabricado pela HACH. Para a análise de condutividade elétrica, utilizou-se um condutivímetro modelo 2511, também da HACH.

Os teores de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e Fe no solo, foram determinados diretamente do percolado de  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1N (pH = 7), através do mesmo espectrofotômetro utilizado na análise de água. Usou-se para a determinação do pH do solo, a relação 1 : 2,5 (solo : água, respectivamente), após 60 minutos de repouso (REZENDE, 1971).

Através do processo designado por Estimacão de Regressão Passo-a-passo (S.T.R.A.P. - Stepwise Regression Analysis Procedure) (GIRÃO e BARROCAS, 1968), procurou-se obter para cada parâmetro de qualidade de água a melhor equação de regressão. Este procedimento foi executado para cada bacia hidrográfica, considerando os dados globais do período de observação.

Utilizou-se o teste de Mann-Whitney, ao nível de 5% de probabilidade (SIDDIQUI e PARIZEK, 1972), para verificar diferenças entre bacias, quanto aos valores de pH,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , Fe, turbidez e condutividade elétrica.

Para a interpretação dos resultados da análise química dos solos, utilizou-se para cada bacia o delineamento experimental de parcelas subdivididas. Para verificar diferenças entre as médias de seções ou de profundidades, utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Regime Hidrológico

As chuvas que caíram sobre a região de Viçosa atingiram, nos meses de outubro de 1978 a agosto de 1979, valores médios de 1873 mm e 1880 mm, referentes às Bacias do Paraíso e Palmital, respectivamente. As chuvas mostraram uma distribuição irregular ao longo dos meses de medição, em que as máximas precipitações ocorreram em janeiro e fevereiro.

As duas bacias hidrográficas apresentaram o mesmo padrão de precipitação, que serviu para mostrar o comportamento hidrológico das mesmas, conforme visto nas Figuras 10 e 11.

A Bacia do Palmital apresentou maior deflúvio que a Bacia do Paraíso, além de ascender sua hidrógrafa bruscamente, causando, às vezes, inundações das margens do curso d'água principal. As Figuras 12 e 13 mostram o comportamento hidrológico das Bacias do Paraíso e Palmital, respectivamente, em relação a ocorrência de duas chuvas isoladas de padrões semelhantes. Observou-se neste caso, na Bacia do Paraíso, um vo

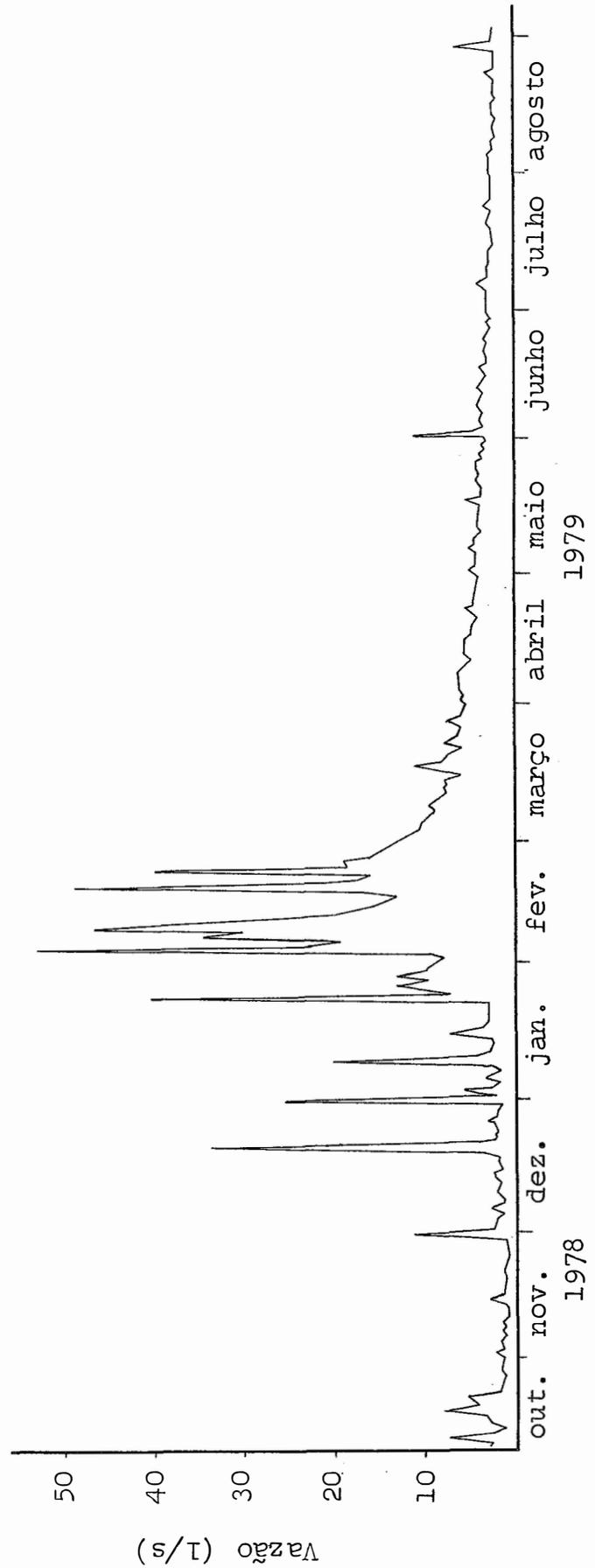
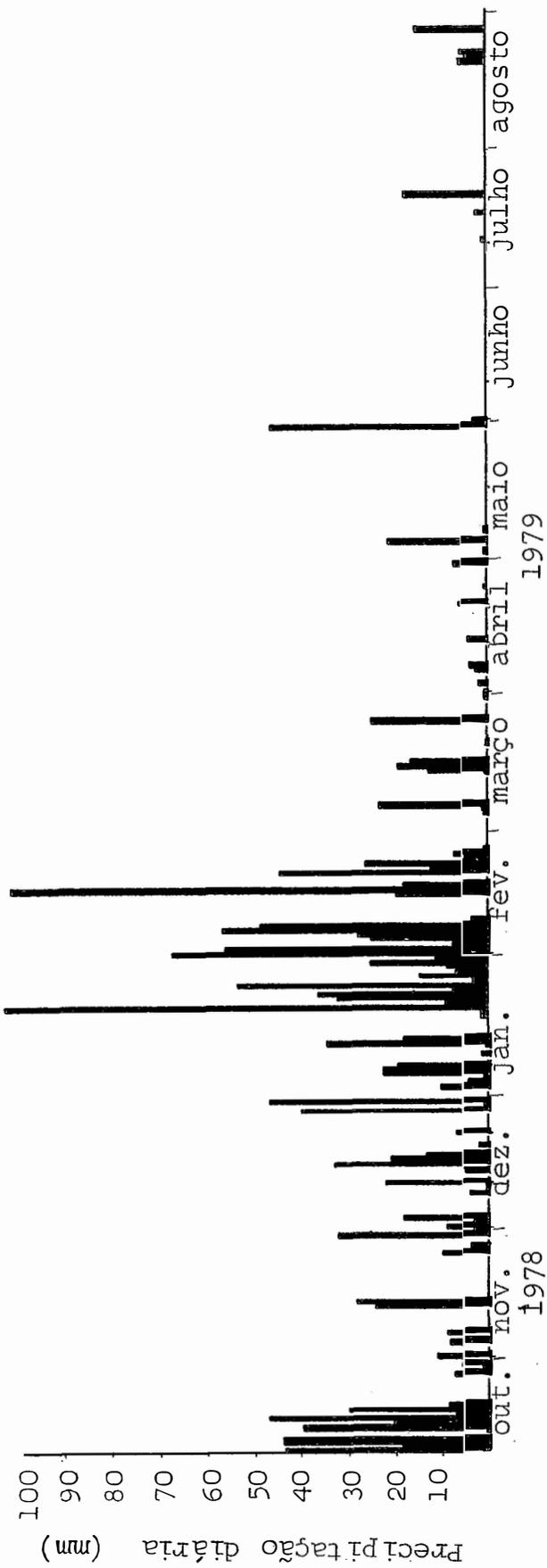


Fig. 10. Precipitação e vazão diárias na Bacia do Paraíso durante o período experimental.

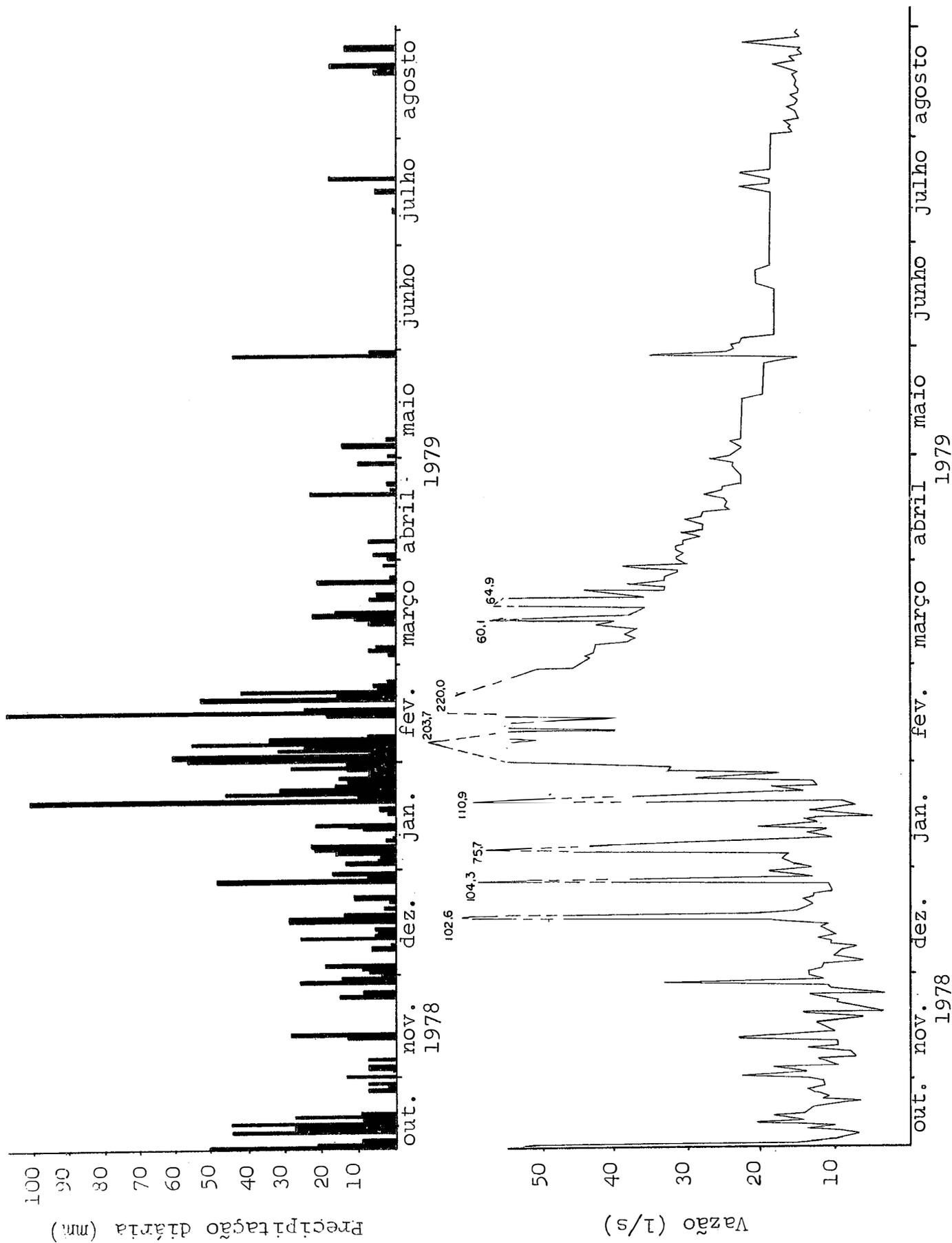


FIG. 11. Precipitação e vazão diárias na Bacia do Palmital durante o período experimental.

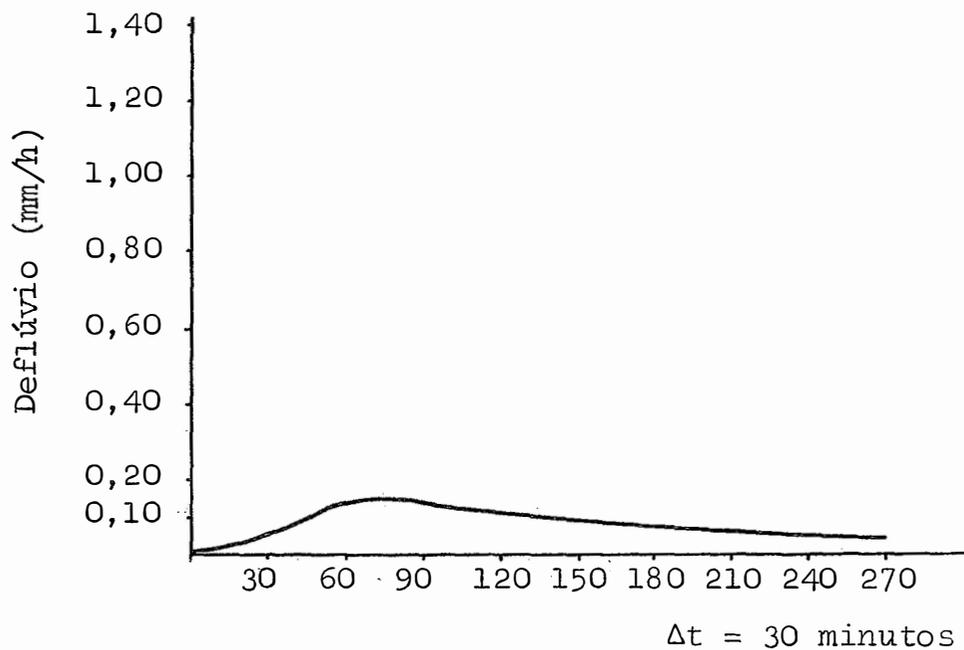
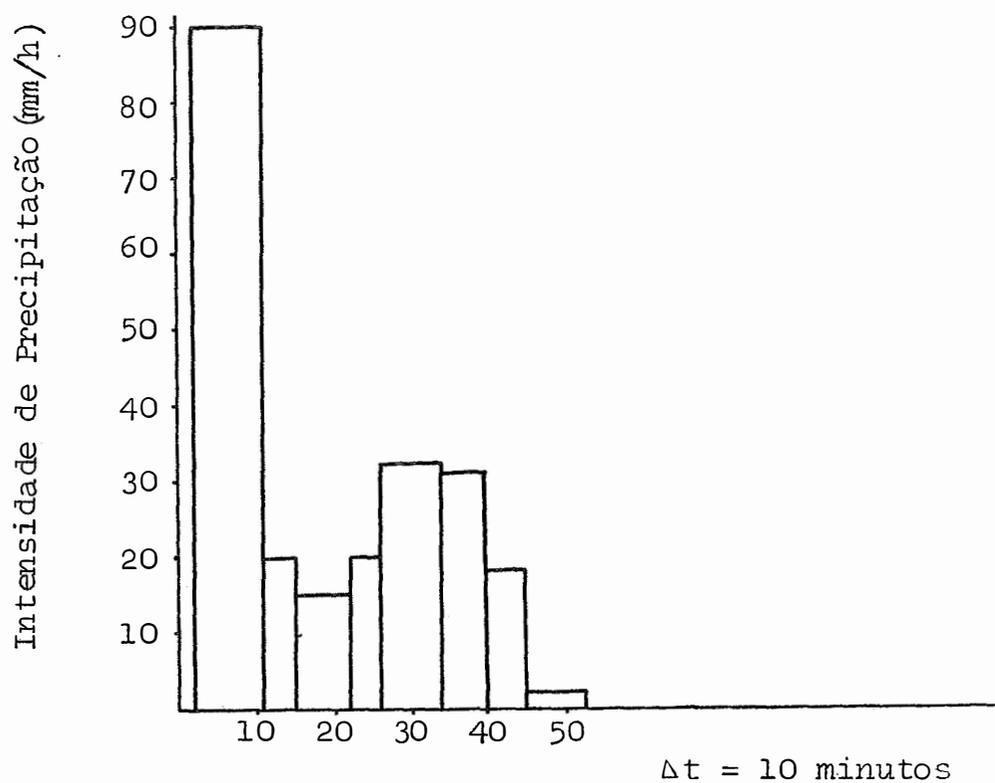


Fig. 12. Hidrógrafa na Bacia do Paraíso produzida por uma precipitação ocorrida no dia 11.01.1979.

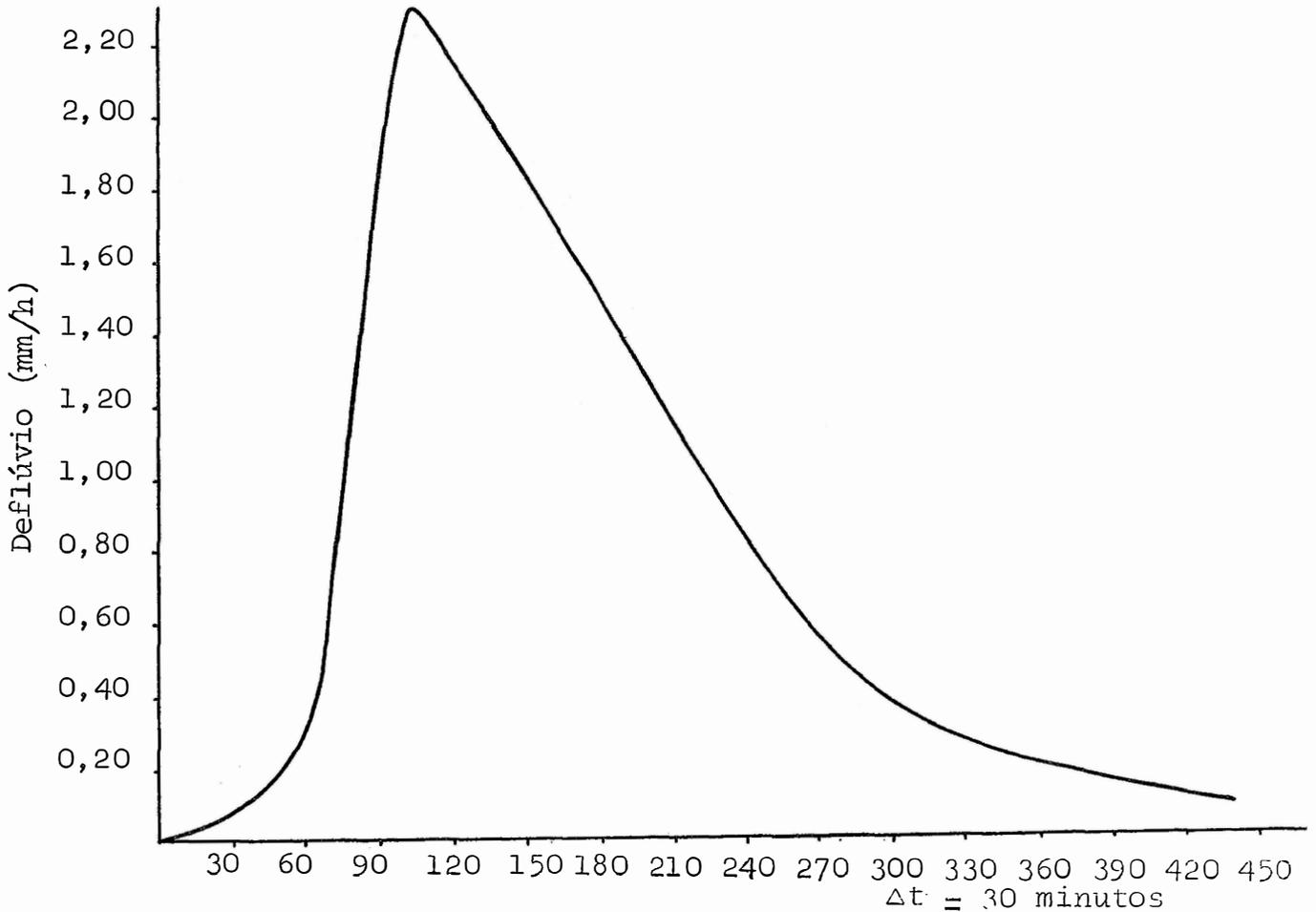
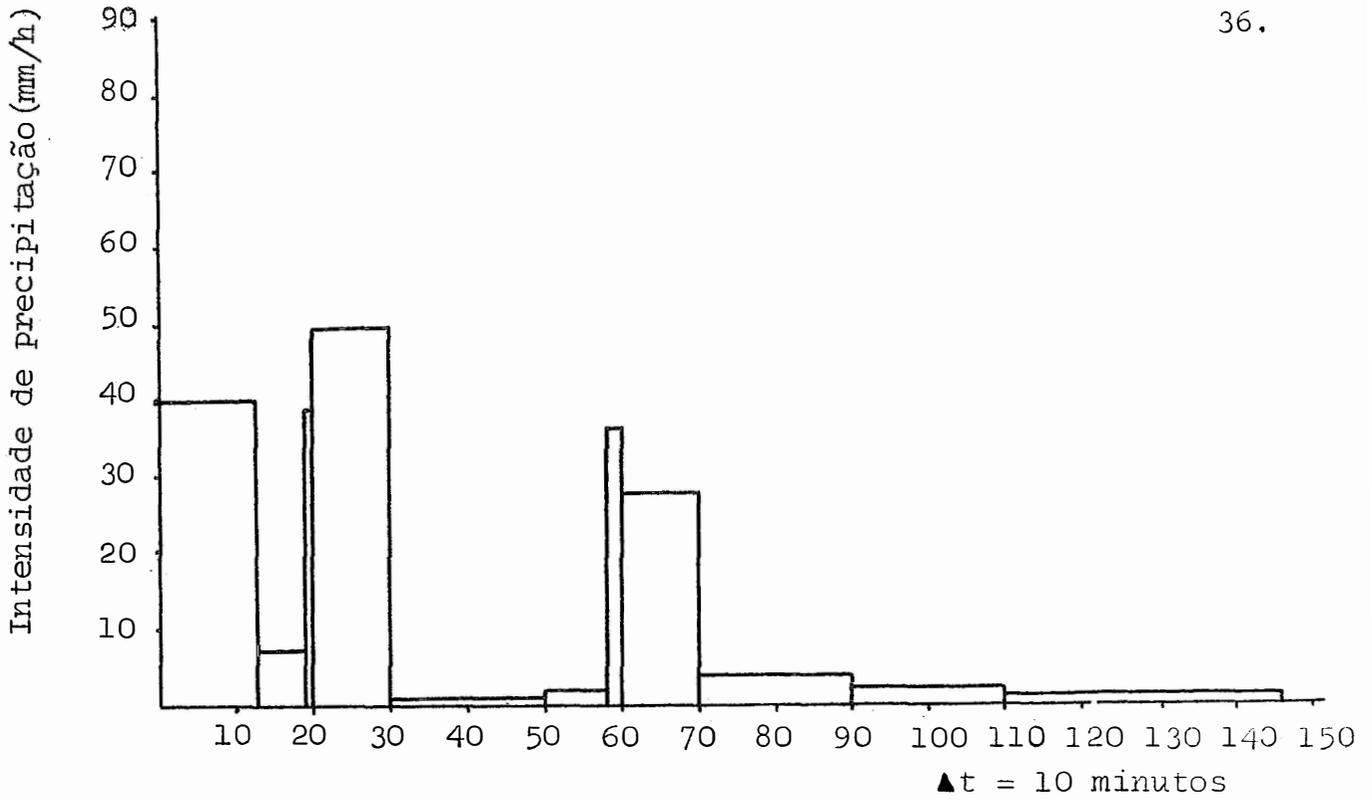


Fig. 13. Hidrógrafa na Bacia do Palmital produzida por uma precipitação ocorrida no dia 20.02.1979.

lume de escoamento superficial menor que na Bacia do Palmital.

As alturas de chuva de 1873 mm (Bacia do Paraíso) e 1880 mm (Bacia do Palmital), medidas neste trabalho, não representam uma situação típica do que comumente ocorre anualmente na região de Viçosa, MG. Por exemplo, COSTA (1973) resumindo os dados climáticos do Município de Viçosa, de 1931 a 1960, encontrou a precipitação média anual de 1341,2 mm. Não obstante, a Bacia do Paraíso respondeu diferentemente da Bacia do Palmital, quanto às chuvas caídas sobre as mesmas.

Observa-se, através da Figura 10, que a variação do deflúvio na Bacia do Paraíso, em resposta a chuvas individuais, é comparativamente menor do que ocorreu na Bacia do Palmital (Figura 11). A existência da mata natural na primeira bacia, interceptando parte da chuva, o processo dinâmico da transpiração das árvores e a capacidade de infiltração da água no solo, são os fatores que explicam a pouca ascensão do nível do Córrego do Paraíso. Acrescente-se ainda o fato desta hidrógrafa ter sido gerada através de medidas diárias, permitindo que houvesse um lapso de tempo entre a ocorrência de precipitação e deflúvio.

O deflúvio anual de um rio depende principalmente dos seguintes fatores: precipitação, características geológicas da bacia, topografia e cobertura vegetal. As hidrógrafas dos Córregos do Paraíso e Palmital foram diferentes entre si; conseqüentemente, as duas bacias apresentam características também diferentes.

O Córrego do Palmital (Figura 11) apresentou um deflúvio maior que o Córrego do Paraíso. Pelas características físicas das bacias, apresentadas na Tabela 2, vê-se que a área da Bacia do Palmital é maior que a do Paraíso. Como o

padrão de precipitação sobre as duas bacias foi um só, deduz-se que a Bacia do Palmital captou maior volume de água da chuva que a Bacia do Paraíso.

O índice entre o comprimento e a área da Bacia do Palmital (1,22), sendo menor que o do Paraíso (1,73); indica que a primeira bacia é mais propensa às enchentes que a segunda. A Bacia do Paraíso apresenta uma forma semelhante ao retângulo, com o curso d'água principal direcionado na maior extensão da bacia. É mais provável, neste caso, que o volume de água da chuva se concentre em diferentes pontos da bacia, concorrendo para amenizar intensidades de chuva que poderiam causar enchentes. A forma da Bacia do Palmital assemelha-se a um quadrado, sendo mais provável a concentração do volume da água da chuva em toda a área da bacia, simultaneamente.

Dois outros parâmetros morfométricos contribuem para a ocorrência de enchentes na Bacia do Palmital: o primeiro refere-se à densidade de drenagem (Dd). O segundo refere-se à declividade média da bacia (Dm). Estes parâmetros atingiram valores maiores que no Paraíso (vide Tabela 2). Quanto maior a Dd, menor será a extensão do escoamento superficial, indo este se concentrar rapidamente nos cursos d'água, provocando picos de inundação. Quanto maior a declividade da bacia, maior será a velocidade do escoamento superficial. LIMA (11)

A cobertura vegetal é fator preponderante na regularização dos cursos d'água em bacias hidrográficas. A hidrográfica do Córrego da Bacia do Palmital apresentou uma variação de deflúvio irregular, em consequência, principalmente, da ausência de cobertura florestal.

As hidrográficas das Figuras 12 e 13, Paraíso e Palmital, respectivamente, embora geradas em épocas diferen -

tes, a primeira em 11 de janeiro de 1979 e a segunda em 20 de fevereiro de 1979, permitem comparações entre as bacias estudadas. Como os dias de janeiro e fevereiro foram marcados por chuvas contínuas, admite-se que os solos das duas bacias apresentavam alto conteúdo de umidade naquela época. Utilizou-se para a confecção das Figuras 12 e 13 duas precipitações semelhantes em relação à quantidade de chuva, embora não tenha sido possível encontrar semelhança também no que diz respeito à intensidade e à distribuição ao longo do tempo.

O padrão da hidrógrafa do Córrego do Paraíso (Figura 12), apresentando pouco escoamento superficial e achatamento do pico, evidencia o papel desempenhado pelas florestas na regularização dos cursos d'água. As florestas melhoram a porosidade dos solos e, portanto, facilitam a infiltração da água da chuva. O segmento de recessão da hidrógrafa na Figura 12 permite inferir que o solo cede água lentamente para o curso d'água. Essa água provavelmente originou-se, em grande parte, do escoamento subsuperficial, indicando boas condições de infiltração da água da chuva.

A interceptação da água da chuva pelas copas das árvores na Bacia do Paraíso é outro processo que contribui para a redução do volume de água que chega na superfície do solo e, conseqüentemente, diminuição do escoamento superficial.

Na Bacia do Palmital (Figura 13), a ascensão do hidrograma além de abrupta, ocorreu em menor espaço de tempo.

## 5.2. Características físico-químicas da precipitação

A Tabela 3 mostra, para cada bacia hidrográfica, as médias das análises dos parâmetros físico-químicos estuda-

dos na precipitação, em relação a época chuvosa (outubro a março) e época seca (abril a agosto).

Tabela 3. Valores médios das análises dos parâmetros de qualidade da água das precipitações, ocorridas nas Bacias do Paraíso e Palmital, em épocas chuvosa e seca. Os valores representam médias de 31 determinações com 4 repetições.

Parâmetro	Bacia do Paraíso		Bacia do Palmital	
	Época		Época	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
pH	4,4	4,7	4,6	4,5
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$ )	18,6	26,5	15,7	25,0
Turbidez (FTU)	1,1	2,8	1,1	3,4
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	<0,10	0,29	<0,10	0,18
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Na <sup>+</sup> (mg/l)	<0,10	0,15	<0,10	0,19
K <sup>+</sup> (mg/l)	<0,10	0,65	<0,10	0,28
Fe (mg/l)	<0,10	0,34	<0,10	0,61

A precipitação, através de sua quantidade e intensidade, induz as bacias hidrográficas a desenvolverem todo um processo de captação e redistribuição da água.

Do ponto de vista das características químicas da água da chuva, a formação e trajetória das massas de ar são as responsáveis pela caracterização da precipitação.

A química da precipitação depende das quantidades relativas de várias substâncias na atmosfera. O pH da precipitação, quando a atmosfera é isenta de poluentes ( $\text{SO}_4^{--}$  e  $\text{NO}_3^-$ ), atinge o valor ao redor de 5,6, o qual resulta da concentração de equilíbrio do  $\text{CO}_2$  atmosférico pela água da chuva. Denomina-se precipitação ácida aquela que apresenta pH menor que 5,6.

A precipitação média medida neste estudo apresentou caráter ácido, como ilustra a Figura 14. A precipitação na Bacia do Paraíso apresentou o pH com a frequência máxima relativa igual a 4,4, enquanto que na Bacia do Palmital foi igual a 4,5.

Observa-se na Figura 14, em ambas as bacias, poucos valores de pH acima de 5,6, sendo que, neste caso, a Bacia do Palmital apresentou uma precipitação levemente mais básica que a Bacia do Paraíso. Explica-se o ocorrido em razão da Bacia do Palmital apresentar um maior número de estradas, com tráfego mais intenso, e com atividades do uso da terra responsáveis por maior formação de poeiras, as quais são varridas pelo vento e eventualmente vão ser arrastadas pela chuva. As partículas de solo são geralmente básicas, que, em contacto com a água da chuva, resultam em solução contendo cátions como  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ , os quais contribuem para a alteração do pH da água da chuva (LIKENS *et alii*, 1979).

Os maiores valores de pH observados na Figura 14 ocorreram justamente após períodos relativamente grandes sem chuva. Em contrapartida, períodos prolongados de chuva fizeram com que o pH alcançasse valores baixos.

Observou-se existir correlação entre o pH e a intensidade de precipitação semanal, expressa pela seguin-

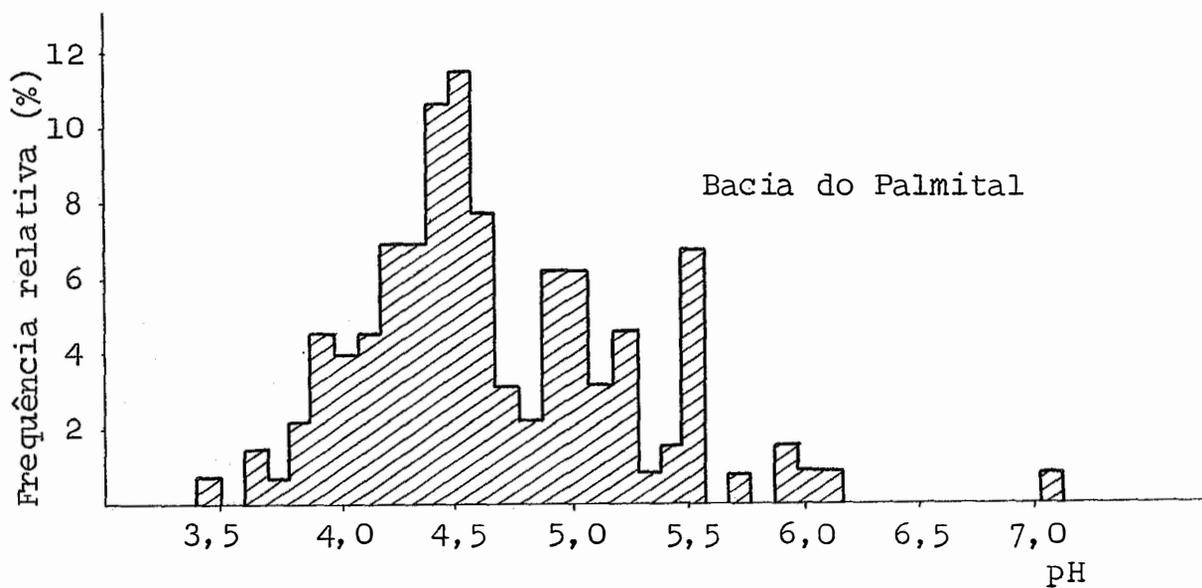
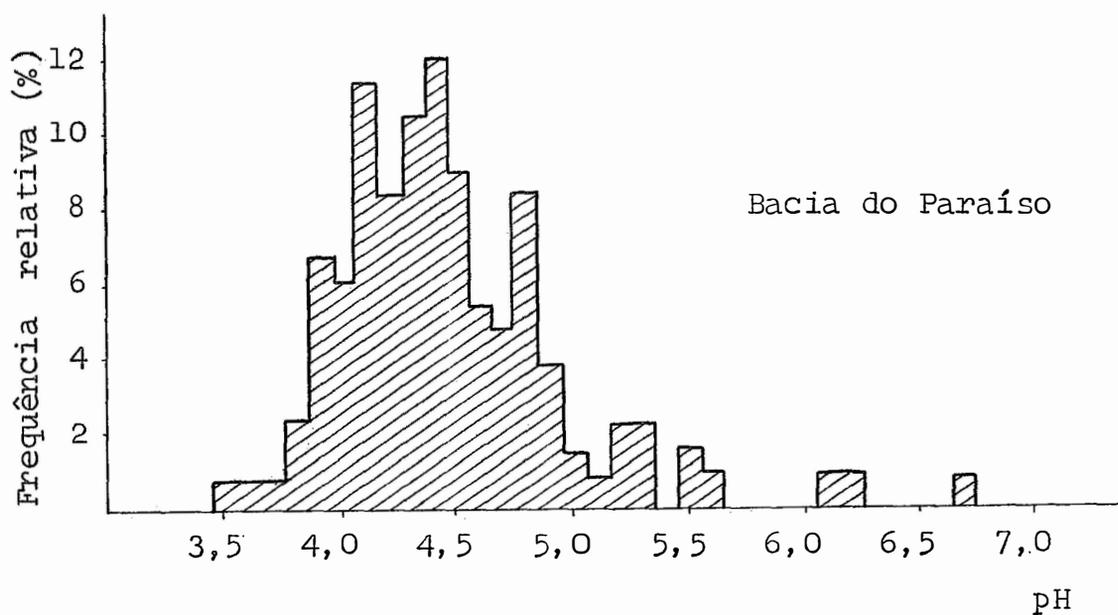


Fig. 14. Frequência relativa (%) do pH nas Bacias do Paraíso e Palmital.

te equação:

Bacia do Paraíso:

$$pHP = 2,35902 + 1,897664 \log P - 0,01463 P$$

Bacia do Palmital:

$$pHP = 1,36727 + 2,705570 \log P - 0,01780 P$$

onde:

pHP: pH da precipitação semanal.

P: precipitação semanal em mm.

As duas equações parecem explicar a remoção de aerossóis pelas gotas da chuva. A medida que aumenta a intensidade de precipitação semanal, maior quantidade de partículas é retirada da atmosfera, contribuindo para o aumento do pH (diminuição da acidez). Em determinado instante, inicia-se o fenômeno da diluição, quando as partículas atmosféricas tornam-se rarefeitas, imperando, a partir daí, as características físico-químicas das precipitações mais intensas. Estas apresentaram pH baixo, o que induz estar ocorrendo poluição da atmosfera, mais provavelmente fora do local da área experimental.

Observa-se pela Figura 15 que o valor do  $R^2$  (0,42), referente a equação da Bacia do Paraíso, é a metade do valor do  $R^2$  (0,83) da equação da Bacia do Palmital (Figura 16). O fato de haver uma maior correlação entre o pH e a intensidade de precipitação na Bacia do Palmital talvez seja devido a ausência de cobertura florestal. Na Bacia do Palmital deve existir maior número de partículas atmosféricas. Na Bacia do Paraíso, a cobertura florestal modifica a troposfera, de tal maneira que sua influência se faz numa maior am-

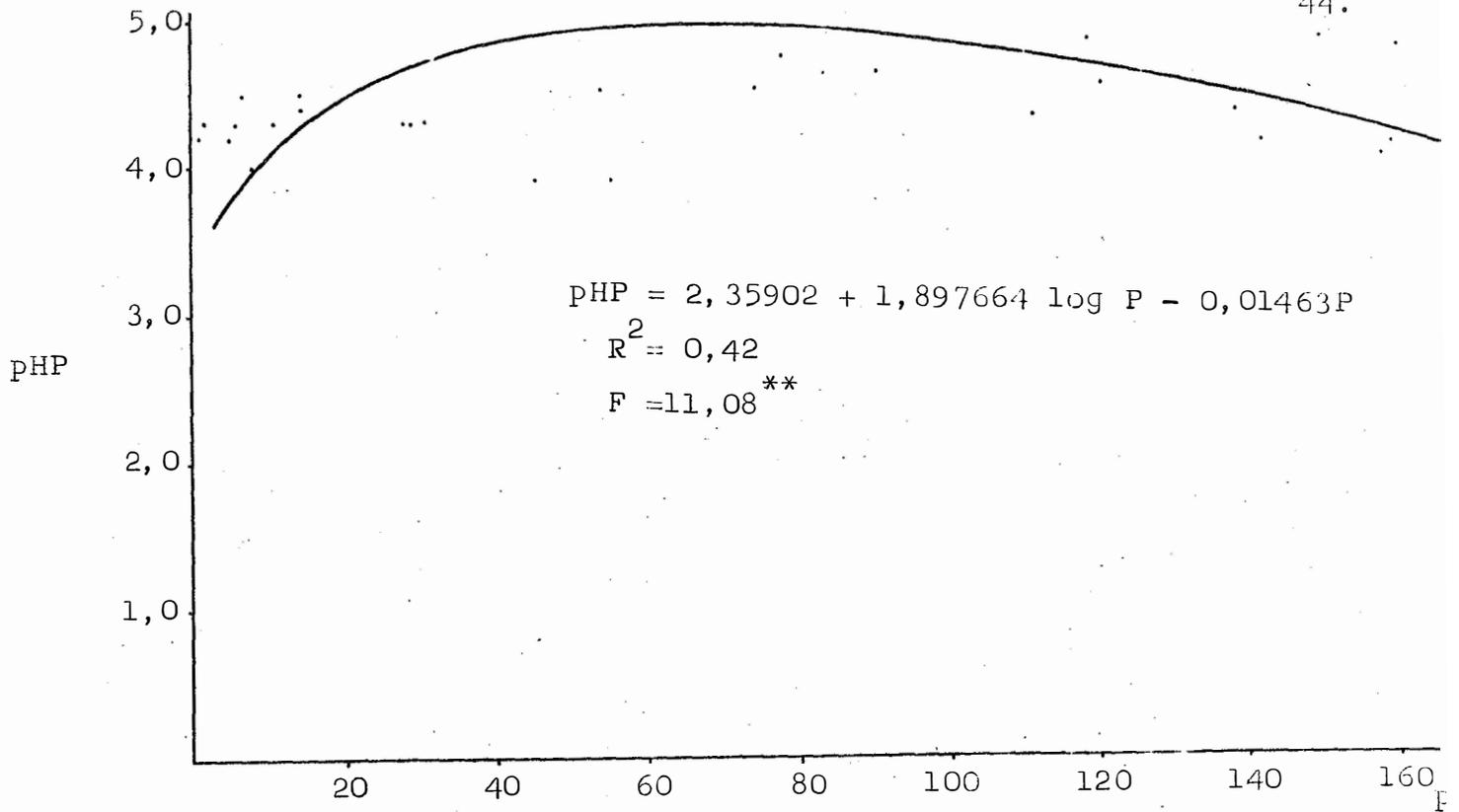


Fig. 15. Correlação entre pH e intensidade semanal (mm) da precipitação, na Bacia do Paraíso.

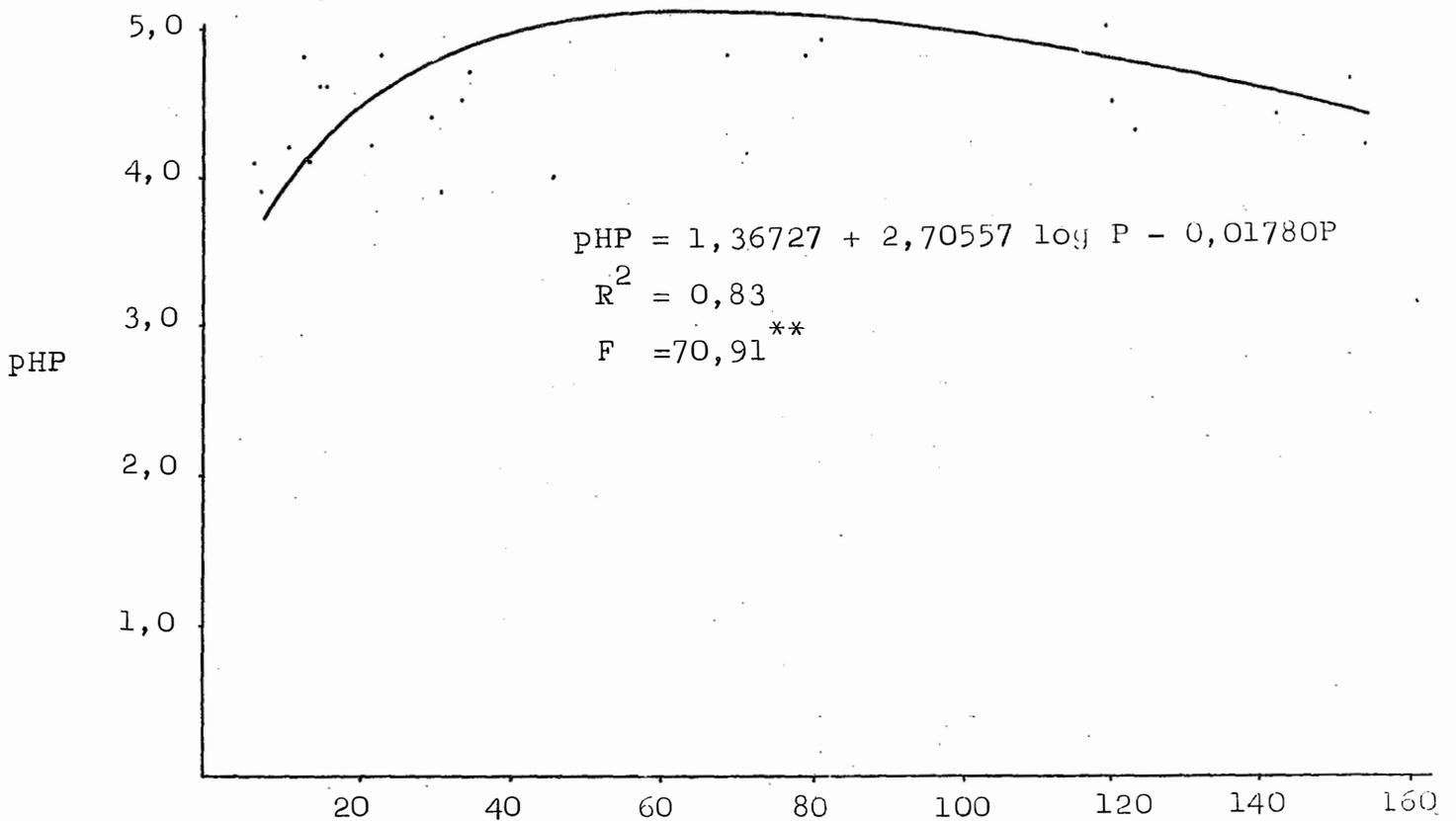


Fig. 16. Correlação entre pH e intensidade semanal (mm) da precipitação, na Bacia do Palmital.

plitude. As florestas, agindo como barreiras, interceptam partículas atmosféricas as quais são depositadas nas folhas e ramos, e posteriormente lavadas pelas chuvas, exercendo as sim um papel de purificação da atmosfera. Consequentemente, por haver maior número de partículas em suspensão, é de se esperar maior correlação entre pH e intensidade de precipitação na Bacia do Palmital em comparação com a do Paraíso.

A condutividade elétrica da água expressa a sua habilidade em conduzir a corrente elétrica. A condutividade elétrica está diretamente relacionada com a concentração da solução, pois quanto maior a quantidade de íons dissolvidos na água, maior capacidade terá a solução de conduzir corrente elétrica. A água destilada apresenta condutividade elétrica ao redor de  $1,0 \mu\text{mhos.cm}^{-1}$  (HEM, 1970). Os valores de condutividade elétrica (Tabela 3) encontrados nas duas bacias indicam a presença de partículas atmosféricas na precipitação. Em ambas houve aumento dos valores da condutividade elétrica quando se passou da época chuvosa para a seca. Isso in dica ter ocorrido um acúmulo de partículas suspensas na atmosfera.

Neste trabalho a precipitação coletada para fins de análise físico-química constituiu-se de água de chuva e deposição seca de partículas atmosféricas. Nos períodos de estiagem prolongada, houve deposição de partículas sobre os funis dos coletores de precipitação. Acredita-se que essa deposição originou-se dentro da bacia, quer pela queda de detritos provenientes das árvores, quer pelo revolvimento do solo.

Os maiores valores de turbidez medidos durante a época seca confirmam o acúmulo de partículas sobre as Bacias

as do Paraíso e Palmital. A turbidez é causada pela presença de materiais em suspensão na água, tais como: argila, silte matéria orgânica e microrganismos (CARRANZA e BEMBEN, 1973).

As precipitações ocorridas em época chuvosa nas Bacias do Paraíso e do Palmital apresentaram traços nas concentrações de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e Fe (Tabela 3). O caráter ácido dessas precipitações ( $\text{pH} < 5,6$ ) está ligado à poluição da atmosfera, a qual, geralmente, abrange uma extensa área. A precipitação ácida é devido a influência antropogênica, pela emissão industrial de  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$ , os quais são hidrolizados e oxidados para ácidos fortes ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{HNO}_3$ ). Os ácidos fortes se dissociam completamente em solução aquosa (chuva), liberando  $\text{H}^+$  ao meio.

As chuvas ocorridas entre dezembro de 1978 e fevereiro de 1979, medidas durante a realização deste trabalho, assemelharam-se aquelas ocorridas no ano de 1948. VALVERDE (1958) afirmou que tais chuvas são típicas de frentes estacionárias, onde a Massa Equatorial Continental choca-se com a Massa Tropical Atlântica ou Massa Polar Atlântica.

Admitiu-se, então, que as precipitações ácidas observadas neste trabalho tiveram trajetória continental, devido aos cátions apresentarem, em grande parte, quantidades traços, além de não se obter proporções iônicas entre eles típicas do mar, como é o caso da relação  $\text{Na}^+ : \text{K}^+$ , que deveria se igualar a 48 : 1.

Não se fez determinações contínuas de  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{Cl}^-$ , e nem estudos de direção e velocidade dos ventos, os quais poderiam fornecer informações mais concretas a respeito da origem das precipitações ácidas que caíram sobre as Bacias do Paraíso e Palmital. Mas os valores baixos de

pH encontrados indicam que esses elementos estavam contidos na precipitação (LIKENS et alii, 1979).

LIKENS et alii (1979) afirmam que os efeitos da precipitação ácida no ambiente ainda não são totalmente compreendidos. As águas de rios pobres em íons dissolvidos apresentam baixo poder tampão; com isso tornam-se susceptíveis a alterações causadas pela adição da precipitação ácida, o que resulta em modificação na produtividade primária, especialmente no fitoplâncton e zooplâncton, alterando o metabolismo dos seres aquáticos.

Os solos existentes nas Bacias do Paraíso e Palmital geralmente apresentam baixas saturação de bases e capacidade de troca catiônica. São solos ácidos, profundamente intemperizados, que não apresentam condições de neutralizar os  $H^+$  provenientes da precipitação.

Neste trabalho não houve medição físico-química da precipitação escoada pelo tronco das árvores, mas admite-se que as árvores na Bacia do Paraíso alteraram a composição físico-química da precipitação. As árvores protegeram o solo de influências diretas da precipitação ácida, não somente devido a alteração do escoamento pelo tronco, mas também através da serrapilheira, que, possuindo bases trocáveis, pode amenizar o processo de acidificação do solo. A vegetação florestal, através da reciclagem de bases trocáveis, assegura o surgimento de forças neutralizantes do processo de acidificação do solo (McFEE et alii, 1976).

É possível que a precipitação ácida reduza o crescimento florestal, ou modifique o equilíbrio ecológico, como, por exemplo, através da redução da capacidade de certas espécies florestais de resistirem ao ataque de praga e

doenças (LIKENS et alii, 1977).

### 5.3. Características físico-químicas do deflúvio

Através do teste de Mann-Whitney, ao nível de 5% de probabilidade, a Bacia do Paraíso diferiu da Bacia do Palmital para os seguintes parâmetros estudados nas águas do deflúvio: pH, condutividade elétrica, turbidez,  $\text{Ca}^{++}$  e Fe. Para os valores de  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  aceitou-se a hipótese de nulidade, ou seja, não houve diferença significativa entre bacias.

A Tabela 4 contém os valores médios mensais de pH, condutividade elétrica, turbidez,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e Fe, relativos as águas do deflúvio da Bacia do Paraíso e Palmital. Os valores médios mensais foram obtidos através das amostragens semanais.

Com a finalidade de complementar a interpretação dos resultados das análises de qualidade das águas do deflúvio, utilizou-se as Tabelas 5 e 6 referentes às análises estatísticas dos solos das Bacias do Paraíso e Palmital, respectivamente, para os seguintes parâmetros: pH,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e Fe. A comparação das médias dos parâmetros químicos do solo, feita pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, nas Bacias do Paraíso e Palmital, é mostrada nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

#### 5.3.1. pH

O pH da água resulta do equilíbrio químico dos elementos nela presentes. Em águas naturais, isentas de po-

Tabela 4. Valores médios mensais dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio nas Bacias do Paraíso e Palmital.

Parâmetro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro												
	Par. Pal.																							
CE <sub>μ</sub> nhos. cm <sup>3</sup>	46,0	51,5	60,7	63,7	54,0	50,7	44,7	43,7	44,7	53,2	46,2	47,7	45,4	48,2	43,0	47,0	38,2	44,7	36,2	45,4	38,7	48,7	43,0	51,0
Turbidez	6,5	8,5	59,7	50,1	34,6	3,0	18,5	5,5	25,0	12,8	12,5	4,6	13,3	3,6	14,4	4,1	10,7	3,3	11,0	4,1	15,5	4,3	10,6	5,20
Fe (mg/l)	4,54	1,52	33,1	0,58	9,76	1,90	4,69	0,93	3,77	1,11	4,31	1,27	4,79	1,19	4,61	1,02	2,74	0,49	1,70	0,34	3,09	0,88	2,63	0,61
Na <sup>+</sup> (mg/l)	3,40	3,12	2,75	1,73	0,72	2,33	1,69	1,64	1,68	1,95	1,94	2,46	1,96	2,18	2,34	2,87	2,68	2,89	2,73	3,02	2,92	2,90	3,31	3,10
K (mg/l)	1,92	1,72	1,72	1,25	1,27	1,16	1,02	0,98	1,02	1,08	0,78	0,90	0,78	0,79	0,44	0,65	0,66	0,75	0,52	0,58	0,54	0,94	0,92	1,51
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	0,99	1,12	1,55	1,05	1,46	0,75	1,14	1,03	1,01	1,28	1,35	1,48	1,41	1,34	1,35	1,19	1,02	1,06	0,94	1,03	1,05	1,16	1,13	1,11
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	1,02	1,13	3,50	3,90	3,01	2,57	1,69	1,95	0,56	0,87	0,76	1,18	0,82	0,99	0,92	1,15	0,79	1,02	0,75	1,08	0,97	1,35	0,97	0,71
pH	6,1	6,5	5,7	6,5	5,9	6,6	5,7	5,5	5,8	5,8	5,7	6,0	5,9	6,2	6,5	6,8	6,1	6,5	5,7	6,3	5,6	6,1	5,9	6,2

Tabela 5. Análise da variância para os dados de pH, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Fe nos solos da Bacia do Paraíso.

Causa de Variação	GL	pH		Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Fe	
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Bloco	3	0,47*	16621,55 <sup>n.s.</sup>	1858,46 <sup>n.s.</sup>	214,35 <sup>n.s.</sup>	1775,97 <sup>n.s.</sup>	19,35 <sup>n.s.</sup>						
Seções (s)	3	1,00**	91590,65**	7874,67**	6468,17**	3532,97*	131,35 <sup>n.s.</sup>						
Resíduo (a)	9	0,12	9574,90	670,62	402,14	930,12	201,67						
Parcela	15												
Profundidade (P)	1	0,02 <sup>n.s.</sup>	6555,12 <sup>n.s.</sup>	1368,69 <sup>n.s.</sup>	810,03 <sup>n.s.</sup>	1711,13*	910,69*						
Interação s x P	3	0,03 <sup>n.s.</sup>	2132,94 <sup>n.s.</sup>	479,72 <sup>n.s.</sup>	308,47 <sup>n.s.</sup>	200,56 <sup>n.s.</sup>	214,30 <sup>n.s.</sup>						
Resíduo (b)	12	0,03	3441,48	372,18	265,59	347,53	114,87						
Total	31												

Tabela 6. Análise da variância para os dados de pH, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Fe nos solos da Bacia do Palmital.

Causa de Variação	GL	pH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe
Bloco	3	0,42 <sup>n.s.</sup>	7093,65 <sup>*</sup>	1334,72 <sup>n.s.</sup>	9,05 <sup>n.s.</sup>	1876,61 <sup>n.s.</sup>	73,44 <sup>n.s.</sup>
Seções (s)	3	1,04 <sup>*</sup>	48551,42 <sup>**</sup>	6241,32 <sup>n.s.</sup>	3580,45 <sup>**</sup>	5277,09 <sup>n.s.</sup>	163,49 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (a)	9	0,19	1375,59	1874,11	13,90	2013,48	181,48
Parcela	15						
Profundidade (p)	1	0,02 <sup>n.s.</sup>	47,24 <sup>n.s.</sup>	18,00 <sup>n.s.</sup>	2057,61 <sup>**</sup>	77,72 <sup>n.s.</sup>	511,36 <sup>n.s.</sup>
Interação s x p	3	0,02 <sup>n.s.</sup>	4230,36 <sup>**</sup>	182,81 <sup>n.s.</sup>	3718,18 <sup>**</sup>	209,70 <sup>n.s.</sup>	385,81 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (b)	12	0,02	690,70	118,26	15,55	144,31	143,75
Total	31						

Tabela 7. Comparação dos parâmetros químicos do solo entre as seguintes seções: topo, convexa, côncava e terraço na Bacia do Paraíso. As médias que não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade estão indicadas por um mesmo tipo de letra.

Seções	pH	Ca <sup>++</sup> ppm	Mg <sup>++</sup> ppm	Na <sup>+</sup> ppm	K <sup>+</sup> ppm	Fe ppm
Topo	5,1 a	9,67 b	7,41 c	13,98 b	15,10 b	32,73 a
Convexa	4,3 b	17,46 b	14,40 bc	17,35 b	23,06 ab	34,06 a
Côncava	4,8 a	151,41 ab	49,56 ab	19,13 b	25,02 ab	39,63 a
Terraço	5,0 a	229,41 a	74,75 a	75,53 a	62,21 a	40,94 a

Tabela 8. Comparação dos parâmetros químicos do solo entre as seguintes seções: topo, convexa, côncava e terraço na Bacia do Palmital. As médias que não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade estão indicadas por um mesmo tipo de letra.

Seções	pH	Ca <sup>++</sup> ppm	Mg <sup>++</sup> ppm	Na <sup>+</sup> ppm	K <sup>+</sup> ppm	Fe ppm
Topo	5,1 a	32,25 b	14,88 a	15,30 b	15,18 a	35,38 a
Convexa	4,6 ab	31,62 b	14,34 a	9,00 c	14,74 a	24,95 a
Côncava	4,3 b	45,24 b	25,44 a	9,50 c	15,95 a	32,98 a
Terraço	5,0 a	191,67 a	73,14 a	53,20 a	66,65 a	32,57 a

lução, o pH varia de 6,5 a 8,5 (HEM, 1970).

O pH das águas do Córrego da Bacia do Paraíso (Tabela 4) variou de 5,5 a 6,5, apresentando, portanto, caráter ácido. A decomposição da serrapilheira, seguida da lavagem dos constituintes químicos pela precipitação ácida, contribuíram para a diminuição do pH das águas do Córrego da Bacia do Paraíso.

A análise de variância (Tabela 5) revelou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre seções, para os valores de pH do solo. A parte convexa apresentou menor valor de pH do que as demais seções (Tabela 7). Esta diferença foi significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os maiores valores de pH nas seções côncavas e terraços, levam a admitir a ocorrência de lixiviação de bases da parte superior para a inferior do perfil topográfico.

A Bacia do Paraíso apresenta solos ácidos, de baixa capacidade de troca catiônica, que não oferecem meios de neutralizar os íons  $H^+$  provenientes da precipitação. O maior valor de pH do Córrego do Paraíso, quando comparado ao pH da precipitação, se deve, quase que exclusivamente, ao pouco de bases que ainda restam no solo, e que são lixiviadas para os cursos d'água, quando não são aproveitadas pela floresta existente.

O pH do Córrego do Palmital (Tabela 4) variou de 5,7 a 6,8, sendo levemente menos ácido que o pH do Córrego do Paraíso.

Os solos da Bacia do Palmital foram expostos diretamente à precipitação ácida, pela razão da quase inexistência de cobertura florestal. A lixiviação dos nutrientes

do solo, nesse caso, se fez com maior intensidade. A análise de variância (Tabela 6) mostrou diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, entre as seções do perfil topográfico. Através da Tabela 8, vê-se que a seção côncava diferiu significativamente das seções do terraço e topo. Ocorreram lixiviações nas seções convexas e côncavas.

Pela razão do pH do Córrego da Bacia do Palmital ser significativamente superior ao do Paraíso, deduz-se que a primeira bacia esteja cedendo maior quantidade de bases aos cursos d'água.

Através da Tabela 9, pode-se observar que o pH da água em ambas as bacias foi influenciado pela precipitação ácida.

Observa-se pela Figura 17 que os valores de pH da água dos Córregos do Paraíso e Palmital variaram inversamente com o deflúvio. Nos meses chuvosos, a maior parte da água do deflúvio originou-se da precipitação ácida, sendo que nos meses de pouca ou nenhuma chuva, o escoamento sub-superficial e a percolação profunda da água, em contacto direto com o perfil do solo, propiciaram a elevação do pH dos cursos d'água. Nota-se que as curvas de recessão das hidrógrafas correspondem a uma elevação dos valores de pH. É claro que o tempo de ocorrência entre uma e outra precipitação e sua intensidade afetam o pH dos cursos d'água.

### 5.3.2. Condutividade elétrica

As águas das Bacias do Paraíso e Palmital apresentaram baixas concentrações de sólidos totais dissolvidos, em razão dos baixos valores de condutividade elétrica observados.

Tabela 9. Equações de regressão dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio obtidas durante o período de observação, nas Bacias do Paraíso e Palmital.

PARÂMETRO*	BACIA DO PARAÍSO		R <sup>2</sup>	F**
PHV =	1,60928	+ 2,83770 Ln PHP	0,46	24,74
Ln CE =	3,69791	+ 0,06674 Ca <sup>++</sup> + 0,04382 Ln Fe	0,82	65,13
T =	- 10,71349	+ 1,48141 Fe + 6,09456 Ln P	0,48	13,08
Ln Fe =	- 108,15590	+35,06957 Ln CE - 0,53840 CE	0,64	25,15
Na <sup>+</sup> =	2,48220	+ 0,81526 K <sup>+</sup> - 0,52880 Ln T	0,30	6,07
Ca <sup>++</sup> =	- 3,67308	+ 0,12094 CE - 0,39918 Ln V	0,77	46,35
Mg <sup>++</sup> =	0,41499	+ 0,02118 CE - 0,00252 P	0,58	19,88
Ln K <sup>+</sup> =	- 8,86800	+ 2,35665 Ln CE + 0,00904 Fe - 1,17991 Ln Mg <sup>++</sup>		
BACIA DO PALMITAL				
Ln PHV =	1,06799	+ 0,60687 Ln PHP - 0,04394 Ln P	0,69	29,15
CE =	28,83515	+16,79813 Mg <sup>++</sup> - 7,60093 Log Fe	0,39	8,46
Ln T =	0,82801	+ 0,67158 Fe + 1,50100 Ln K <sup>+</sup>	0,70	31,38
Fe =	- 0,24788	+ 0,74583 Log Na <sup>+</sup> + 1,62121 Log T	0,56	16,47
Na <sup>+</sup> =	- 2,65792	+ 0,80669 PHV - 0,01347 T	0,57	17,59
Ln Ca <sup>++</sup> =	3,75966	+ 0,30746 Na <sup>+</sup> - 0,42432 K <sup>+</sup> - 0,72810 Ln V	0,60	12,76
Ln Mg <sup>++</sup> =	- 2,21545	+ 0,62952 Ln CE - 0,26163 Ln K <sup>+</sup>	0,52	14,11
K <sup>+</sup> =	- 1,29186	+ 0,25272 Ln T + 0,43320 PHV	0,65	25,15

\* PHV = PH do deflúvio ; T = Turbidez ; Na<sup>+</sup> = Sódio ; Mg<sup>++</sup> = Magnésio ; CE = Condutividade elétrica; Fe = Ferro Total; Ca<sup>++</sup> = Cálcio ; K<sup>+</sup> = Potássio.

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

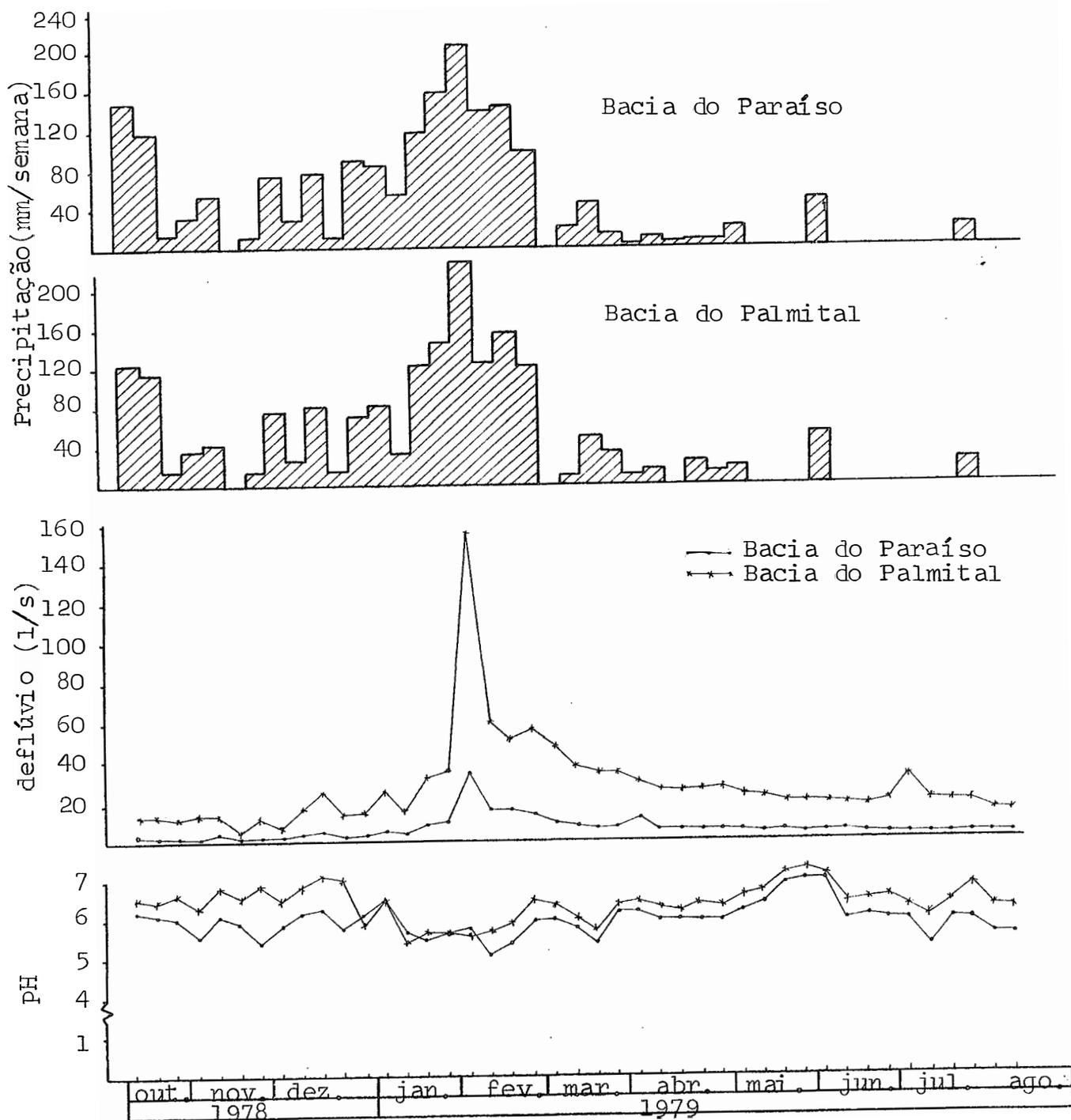


Fig. 17. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e pH para as Bacias do Paraíso e Palmital.

Na Bacia do Paraíso, os valores médios mensais variaram de 36,2 a  $60,7 \mu\text{mhos.cm}^{-1}$ , enquanto que na Bacia do Palmital, os valores ficaram compreendidos entre 43,7 e 63,7 (Tabela 4).

Para que a condutividade elétrica de um curso d'água seja classificada como baixa, torna-se necessário que ela apresente um valor próximo a  $50 \mu\text{mhos.cm}^{-1}$ . Nessa situação, a precipitação deve ser baixa em solutos, e a rocha deve apresentar resistência à intemperização (HEM, 1970).

As equações de regressão apresentadas na Tabela 9 mostram que o Fe e o  $\text{Ca}^{++}$  foram os elementos mais correlacionados com a condutividade elétrica na Bacia do Paraíso. Na Bacia do Palmital, a condutividade elétrica correlacionou-se com o Fe e  $\text{Mg}^{++}$ . Admite-se que pequenas diferenças mineralógicas e químicas entre os produtos da intemperização da Bacia do Paraíso e Bacia do Palmital possam explicar a razão das diferenças de uma equação para outra, na correlação de um mesmo elemento.

Observa-se na Figura 18 que as diferenças existentes entre os valores de condutividade elétrica do córrego da Bacia do Paraíso e os do córrego da Bacia do Palmital foram menores para o período compreendido entre dezembro e janeiro, quando a condutividade elétrica retratou muito mais as características da precipitação. O mês de fevereiro, caracterizado por ocorrência de chuvas violentas, acusou valores de condutividade elétrica na Bacia do Palmital superiores aos da Bacia do Paraíso. A Bacia do Palmital, destituída de cobertura florestal, propiciou que os efeitos das precipitações intensas fossem prejudiciais ao solo. Houve desagregação das partículas do solo que, levadas sob a forma de enxurradas, conferiram ao córrego da Bacia do Palmital maiores valores de condutividade elétrica. A cobertura florestal na Bacia do Paraíso protegeu o

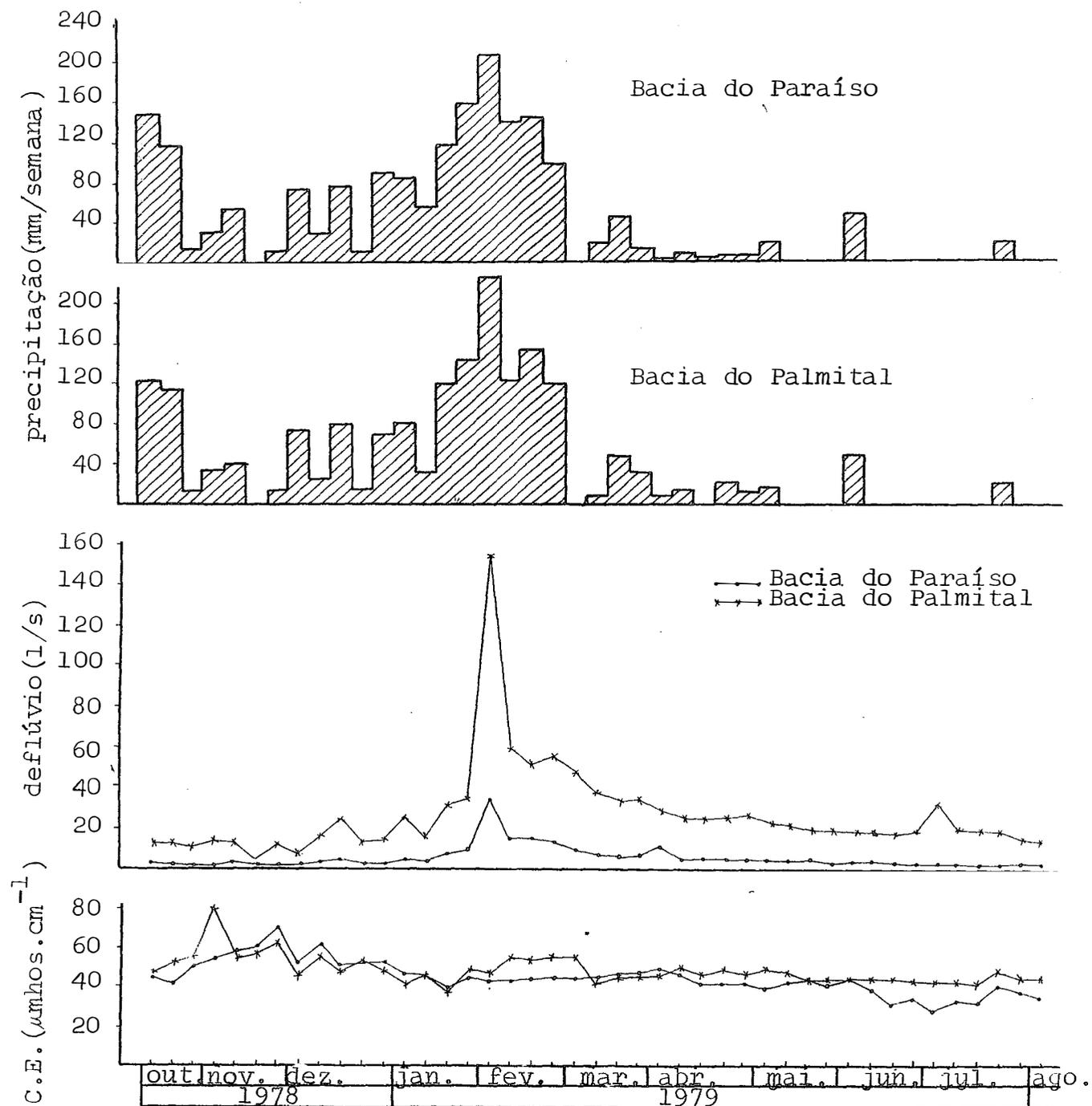


Fig. 18. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e condutividade elétrica para as Bacias do Paraíso e Palmital.

solo dos efeitos perniciosos das enxurradas, e por isso os valores de condutividade elétrica ficaram, praticamente, inalterados.

De outubro a novembro, houve aumento da condutividade elétrica no deflúvio da Bacia do Paraíso, explicado pelo acúmulo de detritos orgânicos sobre o solo, dos quais grande parte dos nutrientes foram carregados para os cursos d'água pelas primeiras chuvas. No caso da Bacia do Palmital, foram as atividades do uso do solo que contribuíram para o aumento da condutividade elétrica, devido a presença de partículas inorgânicas do solo nos cursos d'água.

No período mensal correspondente ao período de depleção das hidrógrafas, nota-se, a partir de março e início de junho, uma maior aproximação entre os valores de condutividade elétrica das Bacias do Paraíso e Palmital. Deduz-se que os perfis dos solos das duas bacias sejam semelhantes entre si quanto às características físico-químicas, pois a condutividade elétrica medida no período seco caracteriza as águas subsuperficiais que drenam pelos perfis dos respectivos solos. As águas subsuperficiais, ao percolarem através do perfil do solo, passam a adquirir as características físico-químicas desse perfil.

### 5.3.3. Turbidez

A turbidez na Bacia do Paraíso alcançou valores médios mensais variando de 6,5 a 59,7 FTU, ao passo que na Bacia do Palmital a variação foi de 3,0 a 50,1 FTU (Tabela 4.). A turbidez é altamente correlacionada com a cor aparente e características do material em suspensão. A turbidez é um pa-

râmetro de qualidade de água que por si só não estabelece a origem das partículas em suspensão. Como exemplo, citam-se os valores encontrados para as Bacias do Paraíso e Palmital, onde, na primeira bacia, as partículas em suspensão foram de origens orgânicas, enquanto que na segunda predominaram as partículas inorgânicas. Isso significa que a Bacia do Palmital perdeu maior quantidade de nutrientes do solo que a Bacia do Paraíso, devido à intensidade e duração das precipitações e velocidade dos ventos.

CARRANZA e BEMBEN (1973) afirmam que a turbidez da água é fortemente relacionada com o Fe e compostos orgânicos, e que o extrato aquoso do húmus reveste as partículas inorgânicas, provocando a estabilização de sua dispersão, sugerindo uma forte ligação de tanino ou lignina com o Fe. Observa-se na Tabela 9 que a Bacia do Paraíso apresentou a turbidez da água correlacionada com o Fe e a precipitação.

Para a Bacia do Palmital, além do Fe, também o  $K^+$  correlacionou-se com a turbidez. HEM (1970) observou que o  $K^+$  é difícil de ser liberado dos minerais silicosos, e exibe tendência de se reincorporar aos produtos sólidos da intemperização. Como as partículas responsáveis pela turbidez na Bacia do Palmital foram de origem inorgânica, deduz-se que o  $K^+$  seja proveniente das partículas dos produtos de feldspato e biotita presentes na água. As queimadas e práticas de fertilização nas roças da Bacia do Palmital também contribuíram para o acréscimo de  $K^+$  no curso d'água.

As primeiras precipitações de outubro fizeram com que os córregos das duas bacias alcançassem níveis elevados de turbidez, em consequência do material acumulado na área de drenagem (Figura 19). Os picos de turbidez foram maio-

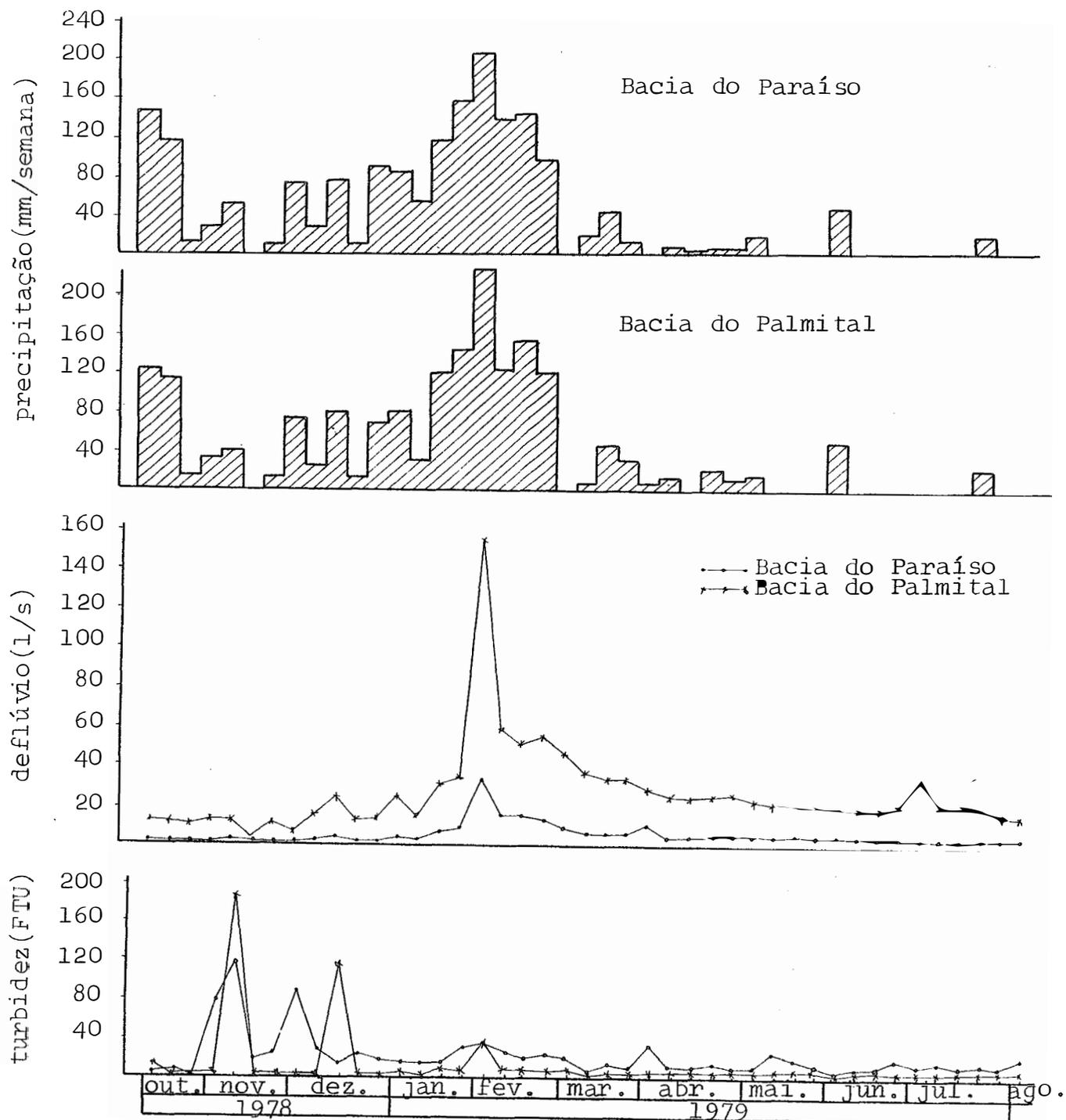


Fig. 19. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e turbidez para as Bacias do Paraíso e Palmital.

res na Bacia do Palmital e caracterizaram-se por apresentar grande volume de terra carregado para os cursos d'água. Os picos de turbidez do Córrego do Paraíso foram mais suaves e sensíveis às precipitações, e caracterizaram-se por apresentar material de detritos orgânicos, protegendo assim o solo contra os fenômenos da erosão. O teor antecedente de umidade do solo e o instante de coleta das amostras foram outros fatores que caracterizaram os padrões sazonais da turbidez nos Córregos do Paraíso e Palmital.

A A.P.H.A. (1976) recomenda que a água tratada para consumo humano deve possuir os níveis de turbidez entre 0 a 5 FTU; caso venha a ser utilizada para fins domésticos, a água dos córregos das Bacias do Paraíso e Palmital deverão antes ser submetidas a tratamento para a eliminação da turbidez.

#### 5.3.4. Fe

Os valores médios mensais da concentração de Fe na água do deflúvio da Bacia do Paraíso variaram de 1,70 a 33,1 mg/l, enquanto que na Bacia do Palmital a amplitude de variação foi de 0,34 a 1,90 mg/l (Tabela 4).

O Fe foi o íon que guardou maior correlação com a condutividade elétrica na Bacia do Paraíso, significando estar presente em concentrações elevadas (Tabela 9).

HEM (1970) atribuiu à formação de complexos de  $Fe^{++}$  e  $Fe^{+++}$  pela matéria orgânica como explicação para a ocorrência de valores elevados de Fe em águas naturais. O Fe associa-se fortemente com as substâncias húmicas, para formar complexos organo-metálicos (quelatos), emprestando os cursos

d'água uma tonalidade marrom - amarelada (CARRANZA e BEMBEN, 1973), (KONONOVA, 1966).

O Fe na Bacia do Palmital correlacionou-se com o  $\text{Na}^+$  e a turbidez, comprovando ter a sua origem das partículas inorgânicas do solo, ou melhor, dos produtos de intemperização, como os óxidos de ferro, produzidos a partir da biotita.

A Tabela 5 mostra que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, somente entre as profundidades de 30 e 80 cm do solo, na Bacia do Paraíso. A concentração de Fe a 30 cm do solo (42,17 ppm), sendo maior que a 80 cm (31,51 ppm), vem mostrar a influência da matéria orgânica na formação de complexos ferruginosos. O pH ácido e a matéria orgânica, na Bacia do Paraíso, favoreceram a estabilização dos complexos ferruginosos, que foram conduzidos para os cursos d'água através do escoamento superficial. As substâncias húmicas são colóides dispersantes e podem estar conduzindo os óxidos ou hidróxidos de ferro nos cursos d'água (HEM, 1970).

Vê-se na Tabela 6 que não houve diferenças significativas para as seções e profundidades, quanto ao teor de Fe na Bacia do Palmital. A ausência de cobertura florestal nessa bacia impediu a formação de Fe complexado. As formas de Fe não complexado presentes nos cursos d'água estão em concentrações menores que nas formas complexadas, daí a razão da Bacia do Palmital apresentar menor teor de Fe que a Bacia do Paraíso.

Na Bacia do Paraíso, o acúmulo de material orgânico sobre a superfície do solo possibilitou, após a ocorrência de precipitações, o enriquecimento de Fe nos cursos d'água. Observa-se através da Figura 20 que os picos de concen-

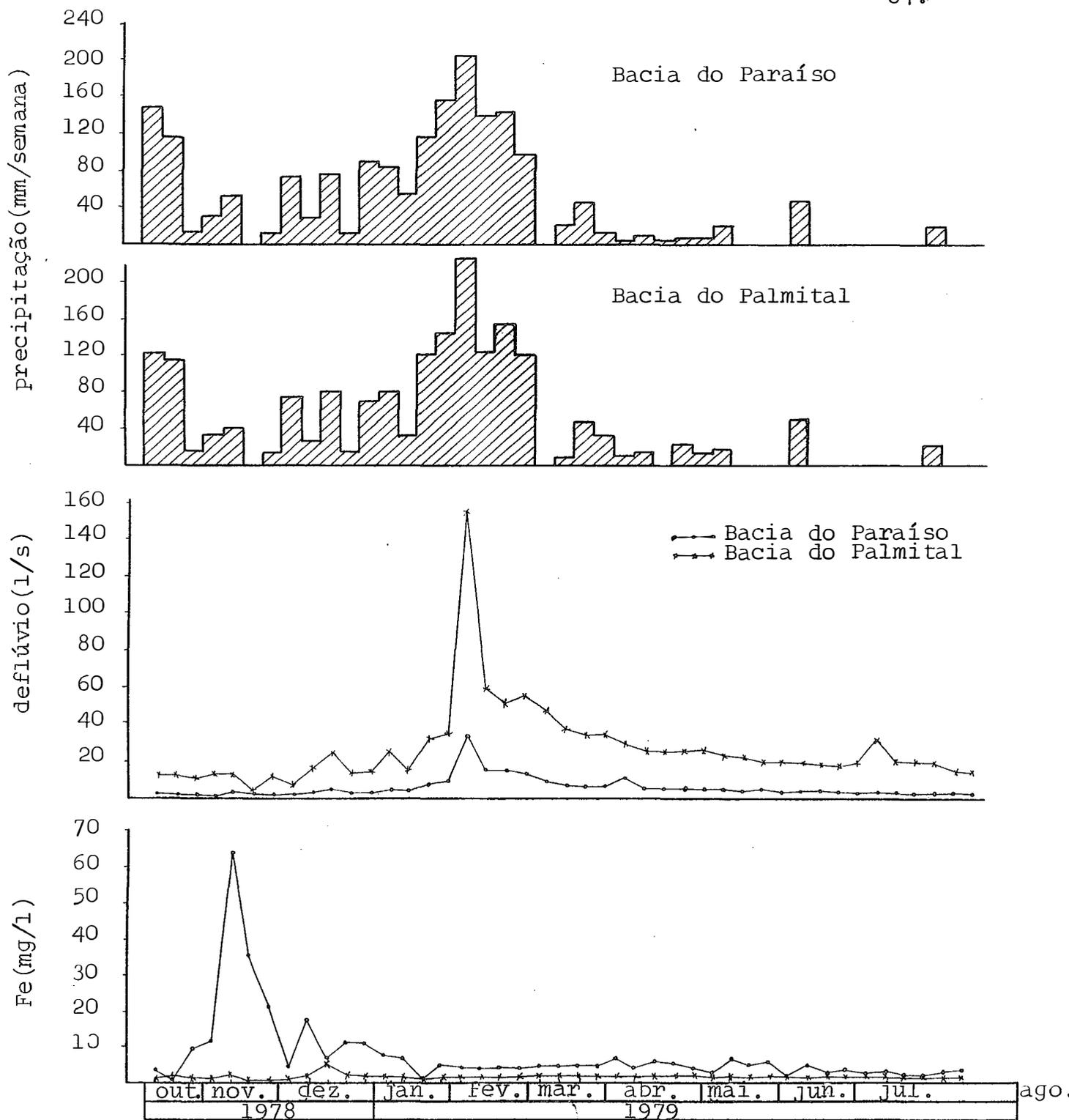


Fig. 20. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e Fe para as Bacias do Paraíso e Palmital.

tração de Fe ocorreram após períodos de estiagem, em que as primeiras chuvas foram suficientes para lixiviar parte do material orgânico acumulado. As precipitações ocorridas em janeiro e fevereiro fizeram com que as concentrações de Fe diminuíssem nos cursos d'água, devido ao efeito de diluição. As concentrações de Fe na Bacia do Palmital foram praticamente constantes durante o período de observação indicando que as formas de Fe, nesse caso, originaram-se de partículas inorgânicas, e apresentaram baixa solubilidade em água.

As concentrações de Fe acima de 1,0 meq/l conferem à água um sabor adstringente, odor desagradável e manchas de modo geral (A.P.H.A., 1976). As águas, principalmente as do Córrego do Paraíso, precisam de tratamento corretivo das concentrações de Fe, pois apresentaram níveis bem acima do desejado, caso venham a ser utilizadas para usos domésticos e abastecimentos públicos.

#### 5.3.5. Ca<sup>++</sup>

A Tabela 4 apresenta valores da concentração de Ca<sup>++</sup> na água do deflúvio da Bacia do Paraíso variando entre 0,56 e 3,50 mg/l, enquanto que na Bacia do Palmital a variação foi de 0,77 a 3,90 mg/l.

O Ca<sup>++</sup> em ambas as áreas originou-se, principalmente, dos produtos gerados pelos feldspatos, como por exemplo, o Ca(OH)<sub>2</sub>. No caso da Bacia do Paraíso, o Ca<sup>++</sup> pode formar complexos com a matéria orgânica, mas as concentrações de Ca<sup>++</sup> complexado são insignificantes nos cursos d'água (HEM, 1970).

O Ca<sup>++</sup> apresentou correlação inversa com o de-

flúvio nas Bacias do Paraíso e Palmital. Aos maiores picos de deflúvio corresponderam os menores de concentração de  $\text{Ca}^{++}$ . Os deflúvios dos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro apresentaram maior teor de  $\text{Ca}^{++}$ , em virtude das Bacias do Paraíso e Palmital acumularem partículas orgânicas e inorgânicas sobre o solo (Figura 21). As precipitações provocaram um efeito de diluição do  $\text{Ca}^{++}$  nas duas bacias estudadas. Nos meses correspondentes ao período de depleção do deflúvio, o teor de  $\text{Ca}^{++}$  foi maior no Palmital, que no Paraíso. Deduz-se que a floresta na Bacia do Paraíso esteja reciclando parcialmente o  $\text{Ca}^{++}$ , ao passo que no Palmital ocorre uma imediata liberação para os cursos d'água.

Observa-se na Tabela 5 que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre as seções para os teores de  $\text{Ca}^{++}$  observados nos solos da Bacia do Paraíso. Conforme mostra a Tabela 7, houve um acréscimo das concentrações de  $\text{Ca}^{++}$  da parte superior para a inferior, o que sugere enriquecimento interno desse elemento (REZENDE, 1971). Para a Bacia do Palmital (Tabela 6), observou-se também diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre as seções do perfil topográfico, para as concentrações de  $\text{Ca}^{++}$ . Semelhantemente à Bacia do Paraíso, os solos da Bacia do Palmital apresentaram nas seções côncavas e terraços enriquecimento interno de  $\text{Ca}^{++}$  (Tabela 8). Houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para a interação seção com profundidade do solo (s x p), justificada pelo fato dos solos do terraço se comportarem de maneira diferente das demais seções, em relação à profundidade. No terraço, as concentrações de  $\text{Ca}^{++}$ , a 80 cm de profundidade, foram maiores que a 30 cm. A perda por erosão das camadas superiores do solo, lixiviando  $\text{Ca}^{++}$  para os cursos

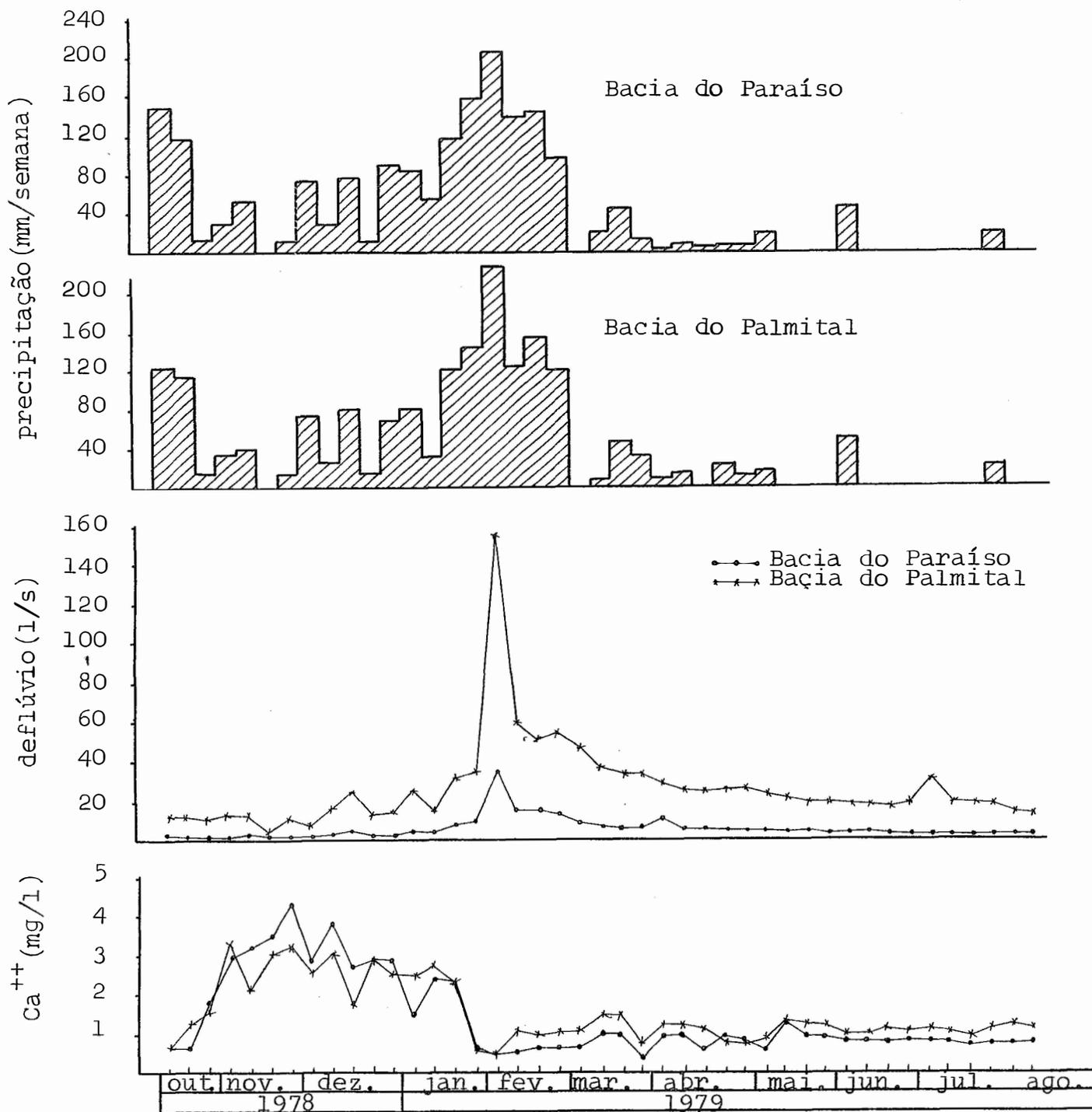


Fig. 21. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e  $\text{Ca}^{++}$  para as Bacias do Paraíso e Palmital.

d'água, e o cultivo agrícola intensivo no Palmital explicam, em parte, a razão para os teores de  $\text{Ca}^{++}$  serem maiores a 80 cm do que a 30 cm.

Na Bacia do Paraíso, o  $\text{Ca}^{++}$  é circulado no com-partimento florestal, o qual impede a sua liberação para os cur-sos d'água. Os solos das duas Bacias apresentaram teores de  $\text{Ca}^{++}$  considerados como baixos, o que justifica as pe-quenas con-centrações desse elemento nos cursos d'água.

Os teores de  $\text{Ca}^{++}$  nas águas dos Córregos do Pa-raíso e Palmital, sendo baixos, não oferecem efeitos prejudici-ais para o uso doméstico (A.P.H.A., 1976).

#### 5.3.6. Mg<sup>++</sup>

A concentração de  $\text{Mg}^{++}$  na água do deflúvio da Ba-cia do Paraíso apresentou uma amplitude de variação entre 0,94 e 1,55 mg/l, enquanto que no Palmital a variação foi de 0,75 a 1,48 mg/l (Tabela 4).

Observa-se na Tabela 9 para a Bacia do Paraíso, correlação inversa entre os teores de  $\text{Mg}^{++}$  e a precipitação, sugerindo efeito de diluição desse elemento nos cursos d'água após ocorrência de precipitações. Porém as concentrações de  $\text{Mg}^{++}$  tiveram poucas variações durante o período de observação (Figura 22), a não ser nos meses de outubro, novembro e dezem-bro, em que as concentrações alcançaram maiores valores, devi-do ao acúmulo de detritos orgânicos e lavagem foliar.

O  $\text{Mg}^{++}$  apresentou correlação positiva com a con-ductividade elétrica em ambas as bacias. Já para o  $\text{K}^+$  houve cor-relação negativa no caso da Bacia do Paraíso, devido esse íon se apresentar em maior quantidade na superfície do que no inte-

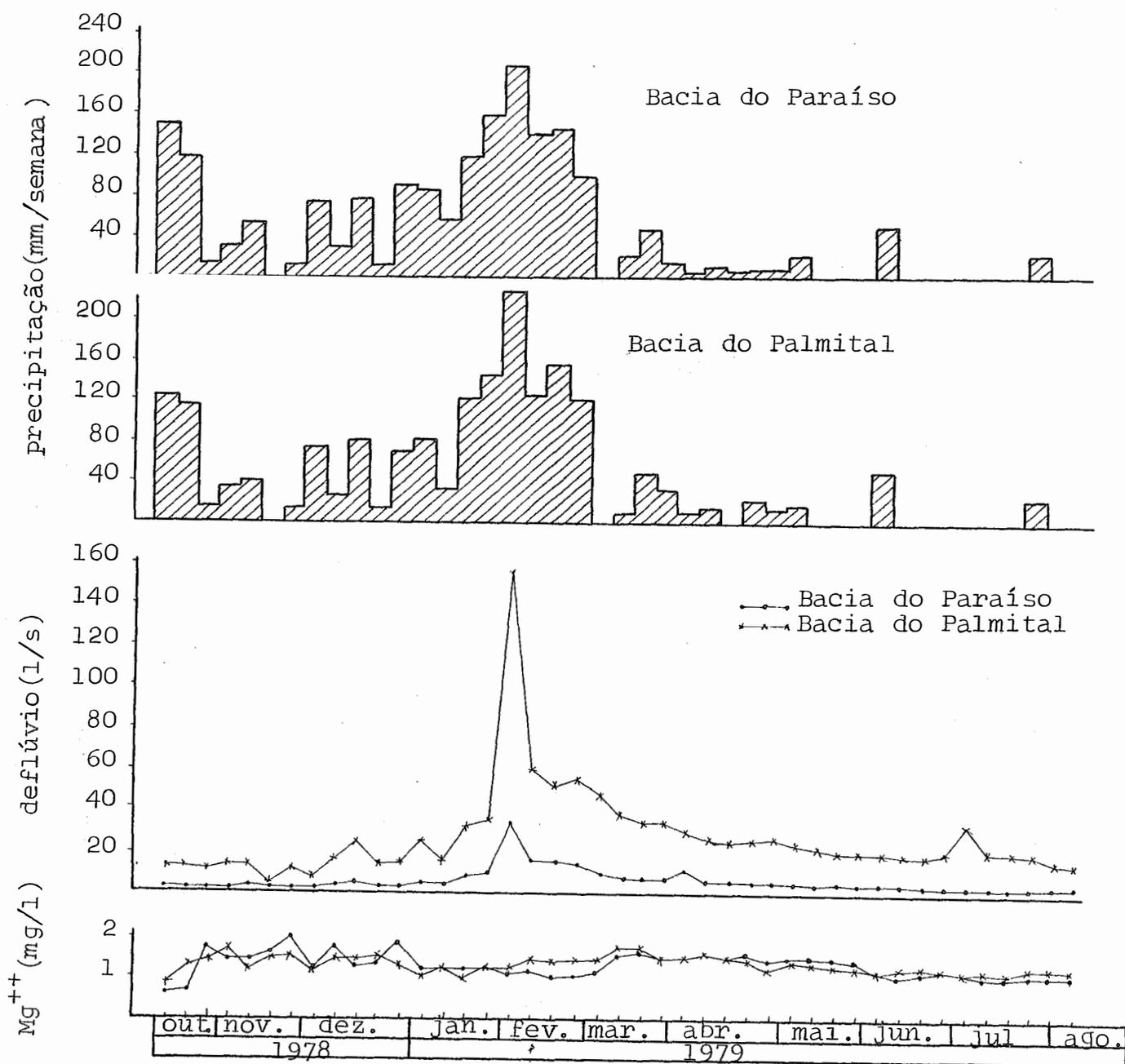


Fig. 22. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e  $Mg^{++}$  para as Bacias do Paraíso e Palmital.

rior do solo, sendo, portanto, facilmente lixiviável em época chuvosa e pouco desprendido em época seca.

As concentrações de  $Mg^{++}$  na água do deflúvio da Bacia do Palmital tiveram pequenas flutuações. Nos meses iniciais do experimento, as concentrações foram menores que as verificadas na Bacia do Paraíso. O solo e a rocha na Bacia do Palmital são os que mais caracterizam os níveis de  $Mg^{++}$  nos cursos d'água. Na Bacia do Paraíso, a floresta exerce uma influência benéfica de proteção ao solo, impedindo que as precipitações intensas removam as partículas inorgânicas contendo  $Mg^{++}$ , ainda que em pequena quantidade em direção aos canais de drenagem. Vê-se através da Figura 22 que no mês de fevereiro as concentrações de  $Mg^{++}$  na Bacia do Palmital foram maiores que as do Paraíso, em decorrência da falta de cobertura florestal na primeira bacia.

A biotita, gerando bases solúveis de  $Mg^{++}$ , é uma fonte desse elemento nas duas bacias, mas os solos, por serem profundamente intemperizados, não mais apresentam teores elevados desse elemento. Como se vê na Tabela 5, para os solos da Bacia do Paraíso houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre as seções para as concentrações de  $Mg^{++}$ , onde os níveis encontrados nas seções côncavas e terraços sugerem a ocorrência de enriquecimento interno (Tabela 7). No caso da Bacia do Palmital, as seções se comportaram de modo semelhante quanto às concentrações de  $Mg^{++}$  (Tabela 6); entretanto, observou-se tendência de valores mais elevados nas seções côncavas e terraços (Tabela 8).

Segundo a A.P.H.A. (1976), o  $Mg^{++}$  na água em concentrações superiores a 125 mg/l causa efeitos diuréticos e purgativos. Além disso, o  $Mg^{++}$  e o  $Ca^{++}$  são importantes con

tribuidores para a dureza da água. As concentrações de  $Mg^{++}$  observadas nas duas bacias não conferiram à água quaisquer problemas de dureza.

### 5.3.7. $K^+$

Conforme se observa na Tabela 4, os teores de  $K^+$  na água do deflúvio da Bacia do Paraíso variaram de 0,44 a 1,92 mg/l, enquanto que na Bacia do Palmital as concentrações de  $K^+$  variaram de 0,65 a 1,72 mg/l.

Na Bacia do Paraíso (Tabela 9), a equação de regressão para o  $K^+$  mostrou correlação positiva com a condutividade elétrica e o Fe, o que indica que a maior proporção do  $K^+$  originou-se da lixiviação dos componentes da floresta, como a folha, tronco e serrapilheira. Para a Bacia do Palmital, o  $K^+$  correlacionou-se positivamente com a turbidez, mostrando que as partículas em suspensão continham esse elemento. Vê-se que as fontes de  $K^+$  foram provenientes da superfície das bacias, comprovando a afirmação de HEM (1970) de que o  $K^+$ , através da ação da água, é liberado com dificuldade dos minerais silicosos, como por exemplo o feldspato.

Nas duas bacias consideradas neste trabalho, as variações dos teores de  $K^+$  apresentaram duas características básicas: a primeira refere-se ao aumento das concentrações logo após a ocorrência de precipitações, e a segunda diz respeito ao declínio das concentrações à medida que se aproxima a época seca (Figura 23).

Houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre seções para as concentrações de  $K^+$  nos solos da Bacia do Paraíso, assim como entre as profundida

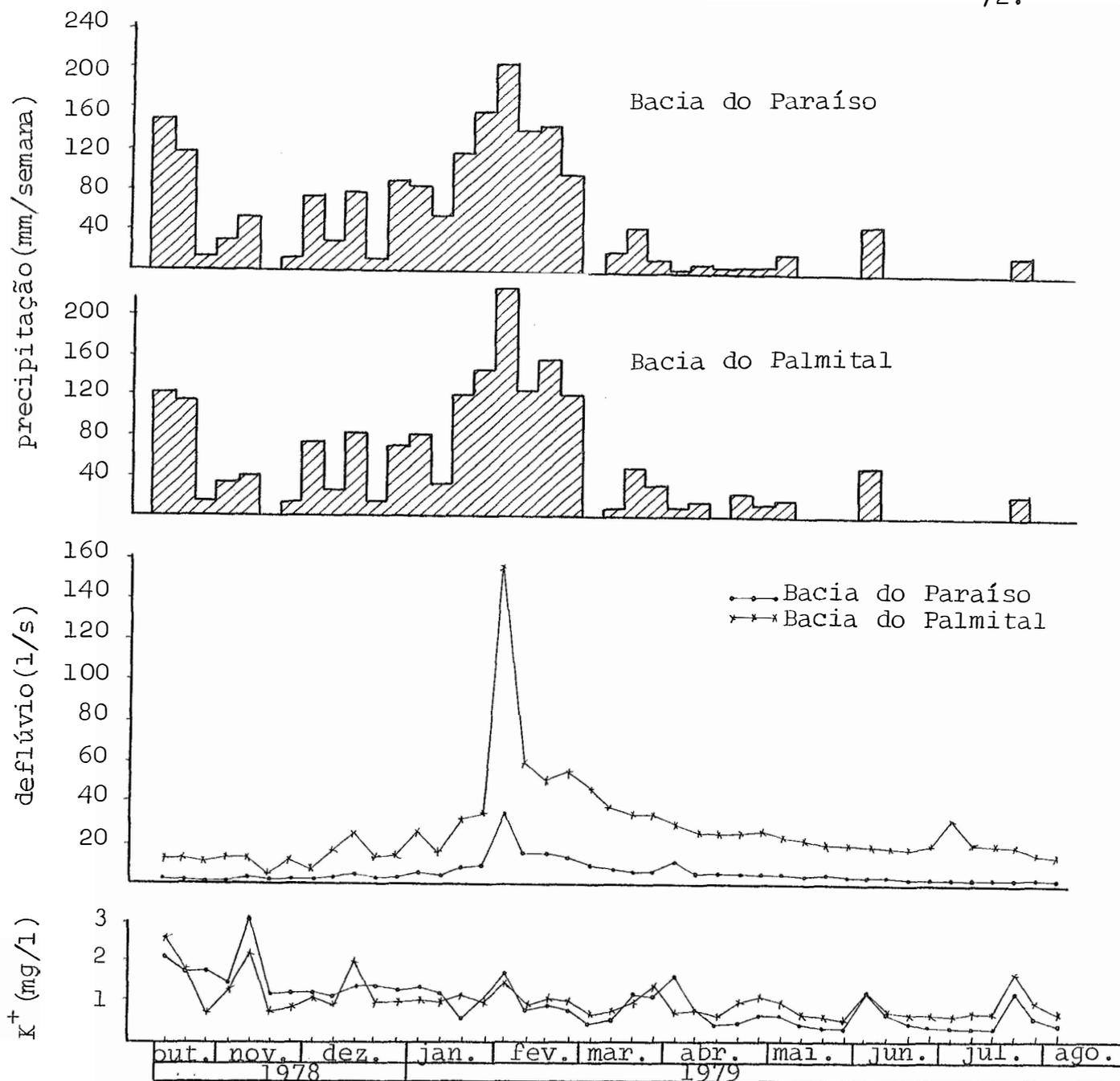


Fig. 23. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e  $K^+$  para as Bacias do Paraíso e Palmital.

des de 30 cm e 80 cm (Tabela 5). Observam-se na Tabela 7 (Bacia do Paraíso) diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, entre as seções do topo e terraço. Ocorreram, ainda, diferenças significativas entre as profundidades de 30 e 80 cm do solo. A 30 cm do solo, a concentração média de  $K^+$  foi igual a 38,66 ppm, sendo que a 80 cm encontrou-se o valor de 24,03 ppm. Aparentemente, parte do  $K^+$  presente no Córrego do Paraíso originou-se da lixiviação do material orgânico contido nas camadas superficiais do solo.

Não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre seções para as concentrações de  $K^+$  no solo da Bacia do Palmital (Tabela 6). A ausência de cobertura florestal nessa bacia expõe o solo às perdas de  $K^+$  da camada superficial, através do impacto das gotas das chuvas intensas, e do carreamento das partículas em suspensão nas enxurradas para os cursos d'água. As concentrações de  $K^+$  no terraço foram maiores que nas demais seções, apesar da diferença não ser significativa (Tabela 8).

As concentrações de  $K^+$  nos cursos d'água raramente alcançam 20 mg/l, sendo que águas salgadas podem apresentar concentrações acima de 100 mg/l (A.P.H.A., 1976). As águas dos Córregos do Paraíso e Palmital não apresentaram níveis altos de concentração de  $K^+$  que pudessem classificá-las como salobras.

#### 5.3.8. Na<sup>+</sup>

As concentrações médias mensais de  $Na^+$  na água do deflúvio da Bacia do Paraíso oscilaram entre 0,72 a 3,40 mg/l, enquanto que na Bacia do Palmital a variação foi de 1,64 a

3,12 mg/l (Tabela 4).

Dos cátions estudados neste trabalho, o  $\text{Na}^+$  foi o mais solúvel em água, correlacionando-se inversamente com a turbidez, tanto na Bacia do Paraíso, como na do Palmital (Tabela 9). Admite-se que o  $\text{Na}^+$  presente nos córregos das duas bacias originou-se das camadas inferiores do solo, através do desprendimento dos produtos solúveis da intemperização dos feldspatos (HEM, 1970). Obteve-se correlação positiva entre  $\text{Na}^+$  e pH do deflúvio da Bacia do Palmital, demonstrando que a solubilidade desse cátion é maior em valores de pH básico. Na Bacia do Paraíso, o  $\text{Na}^+$  apresentou correlação positiva com o  $\text{K}^+$ , sugerindo que parte deste originou-se como produto solúvel da intemperização.

As precipitações ocorridas nos primeiros meses do experimento em ambas as áreas de estudo fizeram com que as concentrações de  $\text{Na}^+$  diminuíssem bruscamente, devido ao efeito de diluição provocado pelas chuvas (Figura 24). Observa-se nas duas bacias, um aumento gradativo das concentrações de  $\text{Na}^+$  à medida que se avança para o período seco. Observa-se ainda que as duas curvas são concomitantes, com pequenas diferenças no período seco, evidenciando a semelhança dos solos das duas bacias no que diz respeito as concentrações de  $\text{Na}^+$ .

Houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre seções para as concentrações de  $\text{Na}^+$  nos solos da Bacia do Paraíso (Tabela 5). Nesta bacia, o terraço diferiu significativamente das demais seções quanto ao teor de  $\text{Na}^+$ , conforme mostra a Tabela 7. Acredita-se que os solos do terraço e as águas subterrâneas foram os principais responsáveis pelos acréscimos de  $\text{Na}^+$  nas águas superficiais das bacias estudadas.

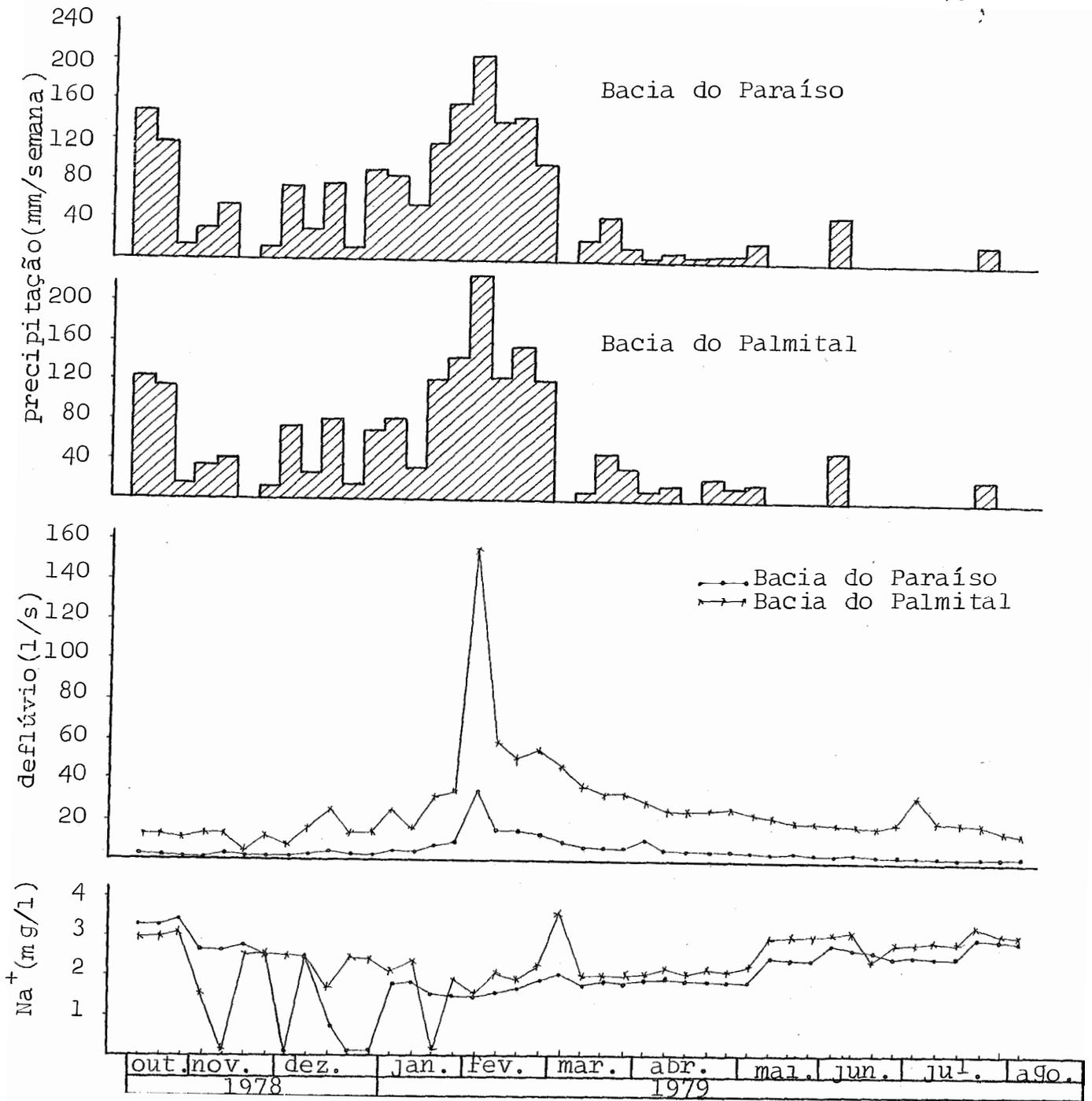


Fig. 24. Padrões sazonais da precipitação, deflúvio e Na<sup>+</sup> para as Bacias do Paraíso e Palmital.

Conforme se observa na Tabela 6, houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre as seções nos solos da Bacia do Palmital (Tabela 6). Houve ainda diferença significativa entre as concentrações de  $\text{Na}^+$  nas profundidades de 30 e 80 cm. A 30 cm, a concentração média de  $\text{Na}^+$  foi igual a 13,71 ppm, e a 80 cm o valor médio foi de 29,75 ppm. A interação encontrada na Bacia do Palmital entre profundidade e seção foi devida ao fato de o terraço apresentar concentrações de  $\text{Na}^+$  maiores a 80 cm do que a 30 cm de profundidade. O  $\text{Na}^+$  apresentou-se como elemento facilmente solúvel em água; e o solo desprotegido nessa bacia acelerou o escoamento subsuperficial e a percolação profunda da água, o que possibilitou o arraste de  $\text{Na}^+$  para os cursos d'água.

As concentrações de  $\text{Na}^+$  nos cursos d'água variam desde valores inferiores a 1,0 mg/l, em água diluídas por intensas precipitações, até 100.000 mg/l, em águas salobras (HEM, 1970). Os níveis observados neste trabalho assemelham-se à primeira condição.

#### 5.4. Considerações finais

Em que pese o fato do período experimental ter sido relativamente curto, aliado ao fato deste período não representar um ano hidrológico típico da região de Viçosa, os resultados obtidos permitiram definir algumas particularidades das bacias estudadas.

Observou-se que as proporções catiônicas do Córrego da Bacia do Paraíso, com exceção do Fe, foram semelhantes às do Córrego do Palmital, conforme ilustram as Figuras 25 e 26, respectivamente. Resumindo os valores de meq/l, em

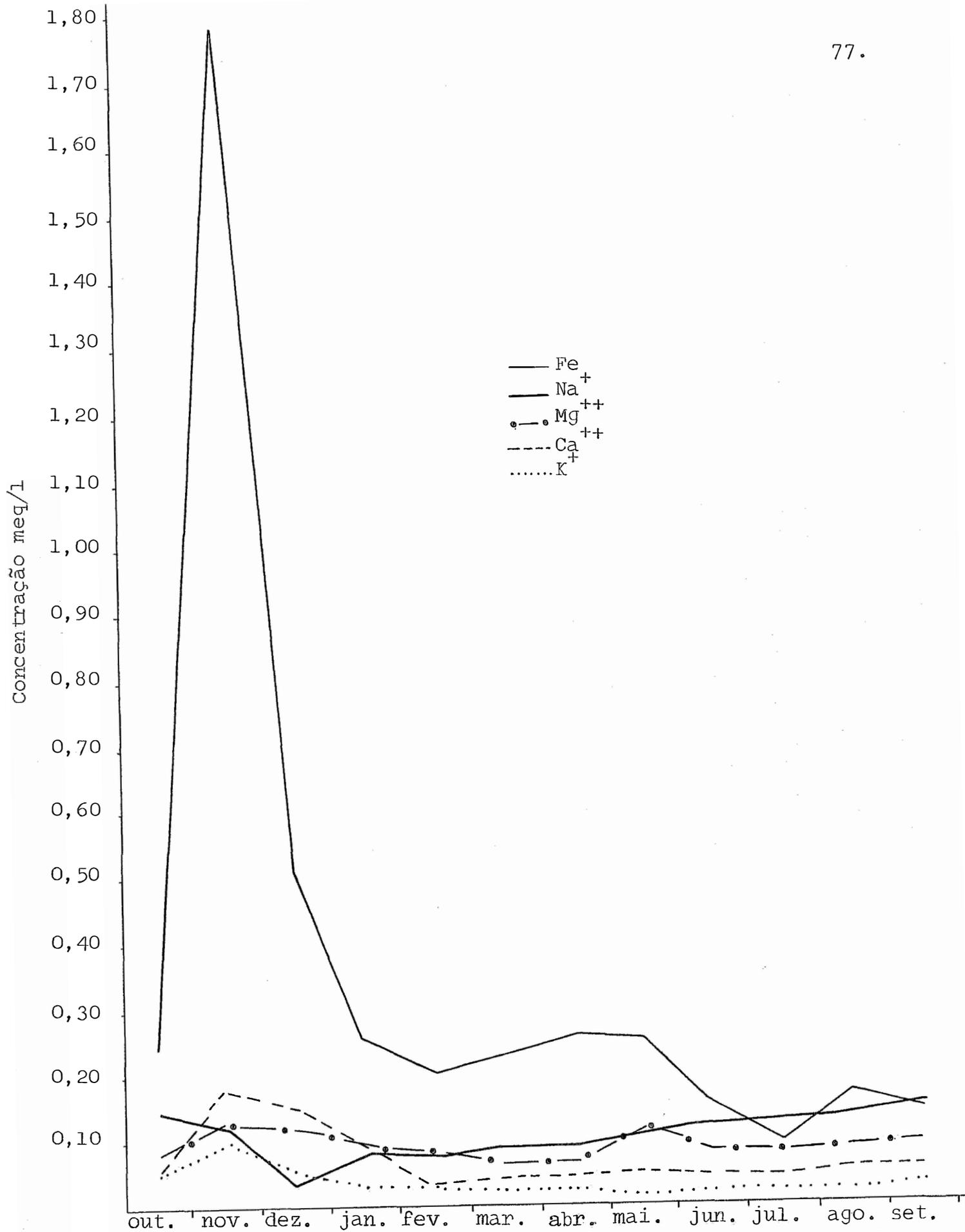


Fig. 25. Proporções das concentrações médias mensais, em meq/l, de Fe, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup> e K<sup>+</sup> na Bacia do Paraíso.

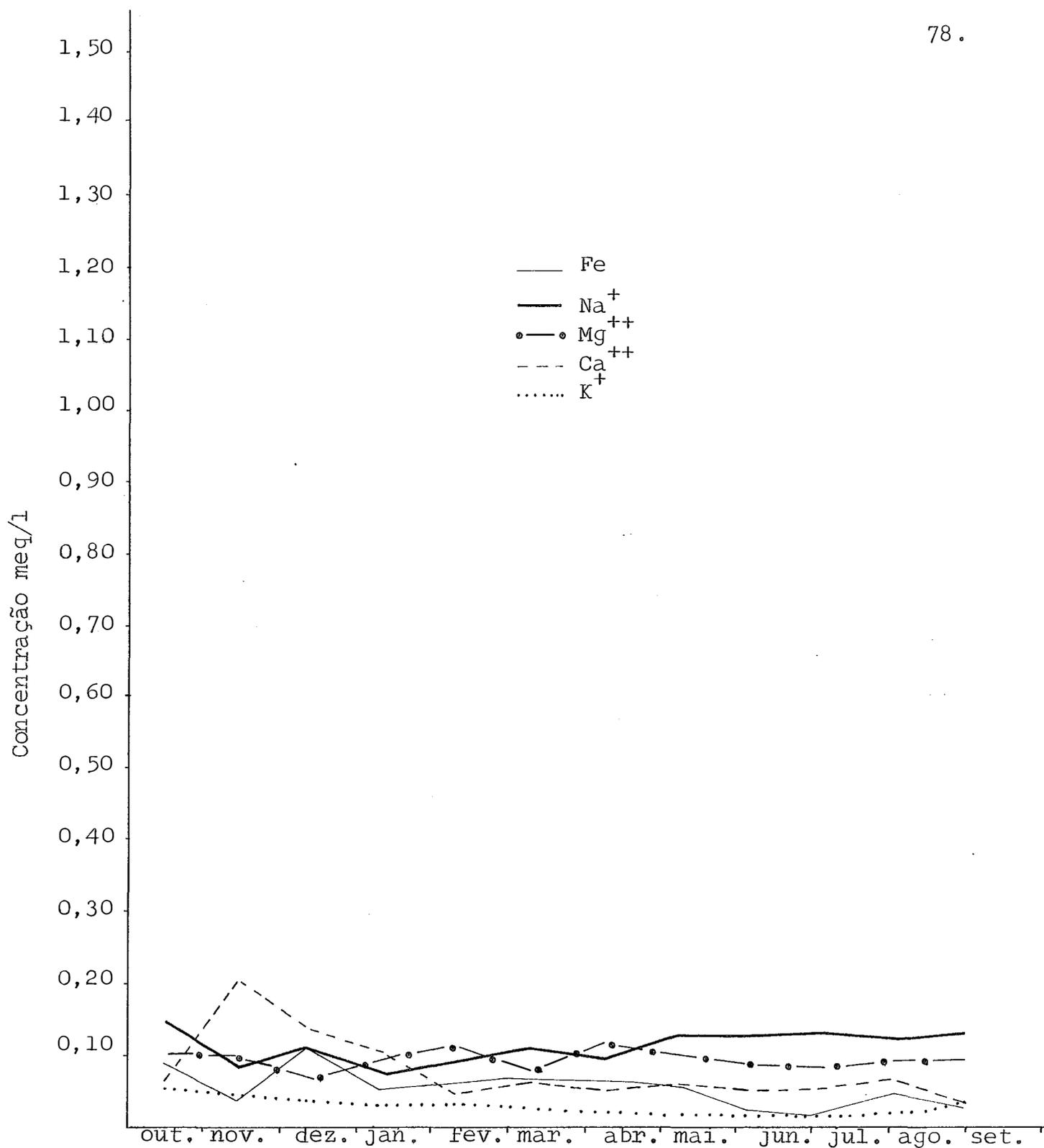


Fig. 26. Proporções das concentrações médias mensais, em meq/l de Fe, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup> e K<sup>+</sup> na Bacia do Palmital

termos de média global, encontrou-se para a Bacia do Paraíso, a seguinte proporção:  $\text{Fe} : \text{Na}^+ : \text{Mg}^{++} : \text{Ca}^{++} : \text{K}^+$  igual a 41,53 : 4,14 : 4,02 : 2,66 : 1,00, enquanto para a Bacia do Palmital obteve-se  $\text{Na}^+ : \text{Mg}^{++} : \text{Ca}^{++} : \text{Fe} : \text{K}^+$  igual a 4,06 : 3,49 : 2,77 : 1,98 : 1,00.

As diferenças significativas entre as Bacias do Paraíso e Palmital para o pH, condutividade elétrica, turbidez, Fe e  $\text{Ca}^{++}$  foram atribuídas às diferenças do uso da terra.

A Bacia do Paraíso, por estar coberta por mata natural, não apresentou partículas inorgânicas em suspensão nos cursos d'água. As árvores caducifólias ou semi-caducifólias, acumulando detritos orgânicos sobre o solo, conferiram aos cursos d'água uma turbidez que do ponto de vista de conservação do solo foi benéfica.

Na Bacia do Paraíso, a influência florestal sobre o ciclo hidrológico modificou quantitativamente e qualitativamente os cursos d'água, sendo motivo para que o pH, condutividade elétrica, turbidez, Fe e  $\text{Ca}^{++}$  fossem significativamente diferentes da Bacia do Palmital.

A Bacia do Palmital apresentou grande volume de escoamento superficial durante as precipitações intensas, possibilitando chegar aos cursos d'água grande quantidade de partículas inorgânicas desagregadas do solo. As voçorocas já estão presentes nessa bacia, como produto da falta de cobertura florestal e declividade elevada das encostas.

As concentrações de  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  na Bacia do Paraíso não foram significativamente diferentes daquelas encontradas na Bacia do Palmital, pelo fato desses elementos estarem mais fortemente ligados ao solo, o qual apresentou ca-

racterísticas químicas comuns às duas bacias.

Os terraços da Bacia do Palmital estão sujeitos ao assoreamento pela deposição de terras advindas das seções superiores e inundações causadas pelos cursos d'água. Como as culturas agrícolas e as habitações rurais são encontradas nos terraços, frequentemente ocorrem prejuízos financeiros e sociais. A Bacia do Palmital deveria ter o topo e a parte convexa cobertos por florestas, de tal maneira que não mais ocorressem perdas de solo, sendo que haveria menor escoamento superficial. Nessa condição, o terraço e a parte côncava poderiam ser utilizadas para a agricultura sem consequências desastrosas.

A cobertura florestal na Bacia do Paraíso fez com que os nutrientes ficassem retidos em maiores proporções no ecossistema. Além disso, ocorreu menor escoamento superficial, e conseqüentemente maior infiltração de água no solo, garantindo uma regularização do regime hidrológico da Bacia.

As observações feitas neste trabalho sugerem a necessidade das seguintes pesquisas:

- a) Estudos sobre balanço de nutrientes nas duas bacias envolvendo maior número de elementos químicos e durante período suficientemente longo para minimizar os efeitos de curto prazo;
- b) Estudos sobre a físico-química das precipitações, relacionando os resultados obtidos com os dados de direção e velocidade dos ventos.
- c) Estudos de qualidade das águas da precipitação interna e do escoamento pelo tronco.
- d) Estudos da qualidade da água utilizando aparelhos adequados os quais permitam detectar variações instantâneas das

concentrações de elementos químicos em função das variações do deflúvio.

- e) Estudos sobre a qualidade da água do escoamento superficial antes de atingir os cursos d'água.
- f) Estudos sobre a variação da cor da água do Córrego do Paraíso, procurando correlacioná-la com o Fe e produtos orgânicos da floresta.

## 6. CONCLUSÕES

- a) A Bacia do Palmital, em virtude da ausência de cobertura florestal, apresentou maior escoamento superficial das águas de chuva do que a Bacia do Paraíso, coberta por mata natural.
- b) As precipitações apresentaram caráter ácido, atribuído à presença de substâncias poluidoras da atmosfera, as quais se originaram de locais fora da área experimental. As precipitações prolongadas ou de grande intensidade foram mais ácidas do aquelas de baixa intensidade ou curta duração ocorridas após um longo período de estiagem.
- c) Os valores de pH dos Córregos do Paraíso e Palmital foram dependentes do pH das precipitações e da intensidade das mesmas. O pH do Córrego do Palmital foi significativamente superior ao do Córrego do Paraíso, devido à maior lixiviação de bases do solo; mas em ambas as bacias houve correlação inversa com o deflúvio.
- d) As águas das Bacias do Paraíso e Palmital apresentaram baixos valores de condutividade elétrica, significando que elas são pobres em sólidos totais dissolvidos. A condutivi-

dade elétrica medida nos cursos d'água está condicionada à natureza química do solo. Deduz-se então que os solos das duas bacias são deficientes em nutrientes. Apesar dos baixos valores observados, houve diferença significativa entre as Bacias do Paraíso e Palmital. Nesta última, os valores foram maiores devido à maior lixiviação de nutrientes do solo. Nos meses secos, os valores de condutividade elétrica das duas bacias foram semelhantes entre si, indicando solos também semelhantes do ponto de vista químico.

- e) A turbidez na Bacia do Paraíso foi significativamente diferente da Bacia do Palmital. Enquanto na primeira este parâmetro caracterizou-se por apresentar material orgânico em suspensão, na segunda, foi devido às partículas inorgânicas. Se por um lado o material detrítico, orgânico, promoveu uma maior turbidez no Córrego do Paraíso, por outro lado protegeu o solo dos fenômenos de erosão.
- f) O Fe medido na Bacia do Paraíso esteve associado às substâncias húmicas, adquirindo formas complexadas, que se fizeram presentes na água em maiores proporções do que na Bacia do Palmital.
- g) Na Bacia do Paraíso, as concentrações de  $\text{Ca}^{++}$  após as primeiras chuvas do ano foram maiores do que na Bacia do Palmital, por causa da lixiviação do material orgânico acumulado sobre o solo. Entretanto, no período seco as concentrações de  $\text{Ca}^{++}$  na Bacia do Palmital foram maiores do que na Bacia do Paraíso. As precipitações violentas fizeram a Bacia do Palmital perder mais  $\text{Ca}^{++}$  que a do Paraíso, devido à ausência de cobertura florestal.

- h) As concentrações de  $Mg^{++}$  nas duas bacias estudadas apresentaram pequenas variações durante o período de observação, e se comportaram de maneira semelhante. Entretanto, nos meses de intensas precipitações, a Bacia do Palmital liberou maior quantidade de  $Mg^{++}$  aos cursos d'água.
- i) O  $K^+$  caracterizou-se como um elemento facilmente lixiviável. Apesar de não ter ocorrido diferenças significativas entre as bacias, observou-se maior desprendimento de  $K^+$  na Bacia do Paraíso, na entrada do período chuvoso, enquanto que para as precipitações intensas a Bacia do Palmital liberou maior quantidade de  $K^+$ . Este elemento, nos Córregos do Paraíso e Palmital, foi diminuindo gradativamente sua concentração, à medida que se avançava para o período seco.
- j) O  $Na^+$  caracterizou-se como elemento altamente solúvel em água. No início do período chuvoso, as concentrações de  $Na^+$  diminuíram bruscamente, devido ao efeito de diluição. Nos meses de intensas precipitações, a Bacia do Palmital apresentou maior desprendimento de  $Na^+$  do que a Bacia do Paraíso, apesar das diferenças não serem estatisticamente significativas. No período seco, houve aumento das concentrações de  $Na^+$  nas duas bacias estudadas, indicando que a maior parte do  $Na^+$  presente nos cursos d'água originou-se do escoamento subsuperficial e percolação profunda.
- k) Observou-se a seguinte ordem de grandeza dos cátions no deflúvio da Bacia do Paraíso:  $Fe > Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++} > K^+$ ; na Bacia do Palmital, obteve-se:  $Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++} > Fe > K^+$ . Vê-se que o Fe foi o único cátion que se comportou diferentemente nas duas bacias, quanto à magnitude. Atribui-se essa di

ferença ao papel desempenhado pela matéria orgânica na formação de complexos ferruginosos.

- l) A floresta existente na Bacia do Paraíso protegeu o solo das lixiviações dos elementos químicos estudados. O material orgânico protegeu o solo dos fenômenos de erosão provocados pelas precipitações intensas. A Bacia do Palmital apresentou os cursos d'água carregados de partículas de solo em suspensão, em que a velocidade e o volume do escoamento superficial foram acelerados pela falta de cobertura florestal e declividade elevada da região.
- m) As diferenças significativas entre as Bacias do Paraíso e Palmital, para o pH, condutividade elétrica, turbidez, Fe e  $\text{Ca}^{++}$  foram atribuídas às diferenças do uso da terra.
- n) A Bacia do Paraíso, por estar coberta por mata natural, não apresentou partículas inorgânicas em suspensão nos cursos d'água. As árvores caducifólias ou semi-caducifólias, acumulando detritos orgânicos sobre o solo, conferiram aos cursos d'água uma turbidez, que do ponto de vista de conservação do solo foi benéfica.
- o) Na Bacia do Paraíso, a influência florestal sobre o ciclo hidrológico, modificou quantitativamente e qualitativamente os cursos d'água, sendo motivo para que o pH, condutividade elétrica, turbidez, Fe e  $\text{Ca}^{++}$  fossem significativamente diferentes da Bacia do Palmital.

## 7. SUMMARY

This study was carried out on two small watersheds located near Viçosa, Minas Gerais. Each watershed had a different land-use, the Córrego do Paraíso watershed with an area of 114.1 ha, is covered with natural forest; the other, the Córrego do Palmital watershed of 192.5 ha, consists mainly of pasture land.

Because of the difference in land use, the main objective of the study was to determine the influence of forest cover on some qualitative aspects of streamflow. Measurements of streamflow also permitted some hydrological analyses.

The following parameters have been considered for both precipitation and streamflow: pH, electrical conductivity, turbidity and the concentrations of  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  and Fe.

Surface runoff was greater in the Córrego do Palmital watershed. Precipitation was similar in both watersheds, both quantitatively and with regards to physical-chemical characteristics, having generally very low cation concentrations. The average precipitation pH was 4.5.

Streamflow pH, turbidity, electrical conductivity and concentrations of  $\text{Ca}^{++}$  and Fe of Córrego do Palmital watershed were significantly different from the Córrego do Paraíso watershed. The streamflow concentrations of  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  and  $\text{Na}^+$  were similar for both watersheds. The higher concentration of Fe and turbidity value found in the streamflow of the Córrego do Paraíso watershed was associated with higher organic matter content in the soil.

For the time of heavy rainfall in the rainy season, concentrations of  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  and  $\text{Na}^+$  in streamflow were higher in the Córrego do Palmital watershed. During dry spells, both watersheds showed identical values of electrical conductivity, indicating a similarity in soil physical-chemical characteristics.

The forest cover protected the surface soil of the Córrego do Paraíso watershed against erosion and leaching of nutrients. On the other hand, in the Córrego do Palmital watershed, surface runoff was responsible for greater quantity of stream sediments.

## 8. LITERATURA CITADA

A.P.H.A., 1976. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14ª ed. Washington, D.C., Public Health Association., Inc., 1193 p.

ATTIWILL, P.M., 1966. The Chemical Composition of Rainwater in Relation to Cycling of Nutrients in Mature Eucalyptus Forest. Plant and Soil. The Hague Martinus Nijhoff, 24 (3):390-406.

BARGH, B.J., 1977. Output of Water, Suspend Sediment and Phosphorus and Nitrogen Forms from a Small Forested Catchment. New Zealand Journal of Forestry Science, 7(2): 162-171.

BORMANN, F.H. e G.E. LIKENS, 1967. Nutrient Cycling. Science Washington, D.C., 155(3761):424-429.

BORMANN, F.H.; G.E. LIKENS; D.W. FISHER e R.S. PIERCE, 1968 Nutrient Loss Accelerated by Clear-cutting of a Forest Ecosystem. Science. Washington, D.C., 159(3817):882-884.

BORMANN, F.H. e G.E. LIKENS, 1970. The Nutrient Cycles of an Ecosystem. Scientific American. New York, 223(4):92-101.

- BRINKMANN, W.L.F. e A. dos SANTOS, 1971. Natural Waters in Amazonia-V-. Soluble Magnesium Properties. Turrialba. Turrialba, 21(4):459-465.
- CARRANZA, C. e S.M. BEMBEN, 1973. The Origin, Effects and Control of Turbidity in an Urban Recreational Lake. Massachusetts, University of Massachusetts. 106 p.
- COSTA, L.M., 1973. Caracterização das Propriedades Físicas e Químicas dos Solos de Terraços Fluviais, na Região de Viçosa, e sua Interpretação para uso Agrícola. Viçosa, Universidade Federal, 55 p. (Tese de Mestrado).
- FELLER, M.C. e J.P. KIMMINS, 1979. Chemical Characteristics of Small Streams near Haney in Southwestern British Columbia. Water Resources Research. Washington, D.C., 15(2): 247-258.
- GALVÃO, M.V., 1967. Regiões Bioclimáticas do Brasil. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 29(1):3-36.
- GIBBS, R.J., 1972. Water Chemistry of the Amazon River. Geochimica et Cosmochimica Acta. Oxford, 36(2):1061-1066.
- GIRÃO, J.A. e J.M. BARROCAS, 1968. Análise de Regressão, o Algoritmo Strap. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 52 p.
- HATCH, A.B., 1976. Some Chemical Properties of Forest Stream Waters in Western Australia. Western Australia, Forests Department, 26 p. (Bulletin, 89).
- HEM, J.D., 1970. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. Washington, D.C., 2nd ed. U.S. Geol. Surv. Water Supply Pap. 1473. 366 p.

- JIMENEZ, E.U.; J.A. MARTINEZ e J.A. CERDA, 1973. Fuentes, Efectos y Remoción de nutrientes de água. Recursos Hidraulicos. Mexico, 2(1):56-66.
- JOHNSON, P.L. e W.T. SWANK, 1973. Studies of Cation Budgets in the Southern Appalachians on four Experimental Watersheds with Contrasting Vegetation. Ecology. Durham, North Carolina, 54(1):70-80.
- JONES, B.P., 1974. Comparison of Observed and Calculated Concentrations of Dissolved Al and Fe in Stream Water. Water Resources Research. Washington, D.C., 10(4):791-793.
- KONONOVA, M.M., 1966. Soil Organic Matter. Oxford, Pergamon Press. 544 p.
- LIKENS, G.E.; R.F. WRIGHT; J.N. GALLOWAY e T.J. BUTTLER, 1979. Acid Rain. Scientific American. New York, 241(4):39-47.
- LIKENS, G.E.; F.H. BORMANN; R.S. PIERCE; J.S. EATON e N.M. JOHNSON, 1977. Biogeochemistry of a Forested Ecosystem. New York, Springer - Verlag. 145 p.
- LIKENS, G.E. e F.H. BORMANN, 1974. Acid Rain: a Serious Regional Environmental Problem. Science, Washington, D.C., 184(4142): 1176-1179.
- LIKENS, G.E.; F.H. BORMANN; N.M. JOHNSON e R.S. PIERCE, 1967. The Calcium, Magnesium, Potassium and Sodium Budgets for a Small Forested Ecosystem. Ecology. Durham, 48(5):722-785.
- LIMA, W.P. e D. BARBIN, 1975. Efeito de Plantações de Eucalyptus e Pinus Sobre a Qualidade da Água de Chuva. IPEF Piracicaba, 11:23-35.

- McCOLL, J.G., 1970. Properties of Some Natural Waters in a Tropical Wet Forest of Costa Rica. BioScience. Washington, D.C., 20(20):1096-1100.
- McFEE, W.W.; J.M. KELLY e R.H. BECK, 1976. Acid Precipitation Effects on Soil pH and Base Saturation of Exchange Sites. In: DOCHINGER, L.S. e T.A. SELIGA, (Ed.). Proceedings of the First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem. Ohio, USDA forest Service General Technical Report NE - 23, p. 725-735.
- NORTON, S.A., 1976. Changes in Chemical Processes in Soils Caused by Acid Precipitation. In: DOCHINGER, L.S. e T.A. SELIGA, (Ed.). Proceedings of the First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem Ohio, USDA Forest Service General Technical Report NE -23, p. 711-724.
- RAMALHO, R.S., 1979. (Comunicação Pessoal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.
- REZENDE, S.B., 1971. Estudo de Crono-toposequência em Viçosa, Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal, 71 p. (Tese de Mestrado).
- RICHARDSON, C.J., 1976. The Chemical Composition of Atmospheric Precipitation from Selected Stations in Michigan. In: DOCHINGER, L.S. e T.A. SELIGA, (Ed.). Proceedings of the First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem. Ohio, USDA Forest Service General Technical Report NE - 23, p. 321-332.
- SAVILL, P.S. e S.T.C. WEATHERUP, 1974. The Effect of Afforestation on Water Runoff in the Woodburn Catchment Area. Forestry. Oxford, 47(1):45-56.

- SIDDIQUI, S.H. e R.R. PARIZEK, 1972. Aplicação de Nonparametric Statistical Tests in Hydrogeology. Groundwater. 10 (2):26-31.
- SWANK, W.T. e J.E. DOUGLAS, 1977. Nutrient Budgets for Undisturbed and Manipulated Hardwood Forest Ecosystems in the Mountains of North Carolina. In: CORRELL, D.L., (Ed). Watershed Research in Eastern North America. Edgewater Smithsonian Institution, 1977. V.1., p. 343-364.
- TAYLOR, A.W.; W.M. EDWARDS e E.C. SIMPSON, 1971. Nutrients in Streams Draining Woodland and Farmland near Coshocton, Ohio. Water Resources Research. Washington, D.C., 7(1): 81-89.
- VALVERDE, O., 1958. Estudo Regional da Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 20(1):3-82.
- VAZHENIN, I.G., 1972. Chemical Composition of Natural Waters in the VYG River Basin in Relation to the Soil of Central Karelia. Soviet Soil Science. Washington, D.C. 4(1):90-101.
- VELOSO, H.P., 1966. Atlas Florestal do Brasil. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 82 p.
- VERY, E.S., 1975. Streamflow Chemistry and Nutrient Yields from Upland-peatland Watersheds in Minnesota. Ecology. Durham, 56(5):1149-1157.

A P Ê N D I C E

## APRESENTAÇÃO

Neste apêndice figuram os valores do deflúvio e da precipitação medidos diariamente durante o período experimental, assim como os resultados das análises físico-químicas semanais das amostras de água das Bacias do Paraíso e Palmital.

Tabela 10. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de outubro de 1978.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	0,44	0,0	9,9	0,0
02	0,44	0,0	9,1	0,0
03	0,44	0,0	8,1	0,0
04	0,44	0,0	13,8	0,0
05	0,44	0,0	8,4	0,0
06	0,36	0,0	8,1	0,0
07	0,53	0,0	7,0	0,0
08	0,60	0,0	3,5	0,0
09	0,32	0,0	6,4	0,0
10	0,32	0,0	8,8	0,0
11	3,40	44,4	51,5	50,1
12	2,94	18,2	15,9	21,3
13	7,73	44,6	11,0	9,2
14	2,37	0,0	8,1	0,0
15	1,33	0,3	6,4	1,2
16	2,94	39,8	13,8	44,3
17	2,77	19,9	9,9	26,3
18	3,69	47,7	20,5	43,7
19	8,20	7,1	13,8	8,9
20	3,89	29,9	18,2	27,0
21	4,65	8,3	13,8	12,9
22	5,87	0,0	13,8	0,0
23	1,94	0,0	12,6	0,0
24	1,50	0,0	6,4	0,0
25	1,50	0,0	11,8	0,0
26	1,33	0,0	10,6	0,0
27	1,33	0,0	12,6	0,0
28	1,68	7,5	13,8	7,1
29	1,50	1,6	11,0	1,6
30	1,45	5,2	11,8	11,9
31	1,33	0,8	13,8	0,0
TOTAL		275,3		265,5

Tabela 11. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de novembro de 1978.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	2,94	10,9	22,9	12,9
02	1,45	0,0	13,8	0,0
03	1,68	0,0	13,2	7,9
04	1,68	8,8	9,5	7,5
05	1,45	0,0	12,2	0,0
06	1,75	9,4	12,6	8,3
07	1,45	0,0	7,0	0,0
08	1,68	0,0	9,5	0,0
09	1,18	0,0	13,8	0,0
10	1,13	0,0	9,5	0,0
11	1,03	0,0	9,9	0,0
12	1,50	24,4	22,9	12,9
13	3,12	28,6	13,8	28,5
14	1,50	0,8	9,9	0,0
15	1,28	0,0	11,8	0,0
16	1,39	0,0	13,0	0,0
17	1,33	0,0	9,9	0,0
18	1,45	0,0	6,4	0,0
19	1,39	0,0	13,8	0,0
20	1,33	0,0	3,5	0,0
21	1,18	0,0	6,4	0,0
22	1,13	0,0	9,9	0,0
23	1,13	0,0	9,5	0,0
24	1,18	9,8	13,8	15,1
25	1,33	4,2	3,5	8,4
26	1,28	0,0	11,0	0,0
27	1,13	0,0	11,4	0,8
28	11,20	32,6	33,4	25,8
29	2,37	6,7	11,8	14,4
30	2,37	3,1	13,8	3,3
TOTAL		139,3		145,8

Tabela 12. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de dezembro de 1978.

DIA	BACIA DO PARAISO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	2,08	9,0	13,8	12,9
02	1,50	3,1	11,8	8,7
03	3,30	18,5	11,8	19,0
04	1,50	0,0	6,4	0,0
05	1,45	0,0	10,6	0,0
06	1,75	0,0	10,2	0,0
07	2,45	0,0	9,5	0,0
08	2,01	4,6	7,0	6,9
09	1,75	0,8	11,0	1,6
10	2,37	0,8	10,6	0,0
11	2,77	22,4	15,1	25,6
12	1,65	0,0	10,2	5,8
13	1,81	3,1	11,8	5,0
14	2,30	5,2	12,2	5,0
15	1,94	0,0	11,0	0,0
16	4,31	32,8	17,7	28,4
17	33,24	22,7	102,6	28,4
18	4,20	13,0	23,9	13,3
19	2,30	0,0	15,5	0,0
20	2,30	3,1	14,2	2,5
21	2,15	0,0	13,0	0,0
22	2,37	1,0	14,7	1,6
23	3,12	6,9	13,0	11,6
24	2,22	0,0	13,4	0,0
25	2,22	0,0	10,2	0,0
26	1,81	0,0	11,0	0,0
27	1,81	0,0	11,0	0,0
28	25,04	41,0	104,3	47,7
29	2,45	1,8	13,0	6,1
30	6,00	46,9	19,6	16,8
31	2,52	0,0	13,4	0,0
TOTAL		236,7		240,8

Tabela 13. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de janeiro de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	1,75	0,0	13,0	0,0
02	3,69	10,0	14,3	13,4
03	2,45	4,5	15,1	4,2
04	1,94	1,4	13,4	3,7
05	3,12	22,6	20,5	16,4
06	19,78	22,9	75,7	21,0
07	4,10	19,6	23,9	21,9
08	3,21	0,0	17,8	0,0
09	3,12	1,8	10,7	2,5
10	2,61	0,0	14,7	0,0
11	2,86	0,8	11,0	0,0
12	7,27	34,3	20,0	8,6
13	4,42	18,1	12,2	21,3
14	3,21	0,0	14,7	0,0
15	3,12	0,0	4,9	0,0
16	3,12	0,0	13,9	0,0
17	3,12	0,8	11,0	1,7
18	3,12	1,7	7,0	4,6
19	3,03	0,8	9,9	8,4
20	39,50	103,6	110,9	103,1
21	7,27	9,0	30,7	10,0
22	11,01	32,6	13,9	46,3
23	13,02	36,8	19,1	30,7
24	9,03	6,4	12,6	15,3
25	13,02	53,8	13,9	16,1
26	9,72	3,7	29,1	12,5
27	9,54	14,6	18,2	15,0
28	8,69	6,3	33,5	6,9
29	7,88	8,3	32,5	13,1
30	9,54	25,7	49,6	28,0
31	14,11	11,3	58,1	27,6
TOTAL		451,4		447,3

Tabela 14. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de fevereiro de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	52,0	68,4	203,7	56,7
02	24,4	56,4	113,4	57,1
03	18,4	7,0	81,6	6,6
04	34,0	25,0	155,0	32,0
05	25,9	21,2	110,9	23,5
06	45,9	57,1	51,5	55,0
07	37,8	49,3	64,9	34,9
08	26,6	4,1	72,0	7,8
09	19,8	0,0	39,2	0,0
10	17,9	0,0	56,7	0,0
11	15,5	0,0	58,1	0,0
12	14,5	0,0	39,2	0,0
13	12,8	0,0	51,5	0,0
14	16,4	19,6	?	18,0
15	48,2	102,8	?	108,4
16	22,3	18,4	?	84,6
17	17,1	0,0	?	0,0
18	15,5	0,0	?	0,0
19	39,1	45,0	?	53,2
20	18,2	12,3	?	15,6
21	18,9	26,0	?	41,7
22	15,7	4,8	68,4	5,0
23	15,2	7,9	62,8	5,0
24	14,1	1,5	58,1	1,7
25	13,6	0,0	55,4	0,0
26	12,4	0,0	52,8	0,0
27	11,8	0,0	51,5	0,0
28	11,0	0,0	46,4	0,0
TOTAL		526,8		606,8

Tabela 15. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de março de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	10,5	0,0	45,8	0,0
02	10,2	0,0	44,0	0,0
03	9,7	0,0	43,4	0,0
04	9,0	4,0	44,6	1,7
05	8,8	1,7	43,4	1,1
06	9,9	23,3	42,8	5,4
07	8,7	0,0	42,8	0,0
08	8,0	0,0	39,2	0,0
09	7,8	0,0	37,4	0,0
10	8,2	0,0	38,6	0,0
11	7,8	0,0	37,4	0,0
12	8,2	0,0	36,8	0,0
13	6,0	0,4	42,8	7,1
14	8,8	10,1	39,8	10,2
15	11,2	15,3	60,1	22,4
16	8,0	16,8	39,6	15,9
17	7,6	0,0	37,4	4,2
18	7,2	0,0	35,7	0,0
19	5,8	0,0	64,9	0,0
20	8,0	0,4	64,9	6,4
21	7,6	0,0	35,7	5,1
22	6,4	0,0	45,2	8,4
23	6,4	0,0	33,5	0,0
24	6,3	0,0	33,5	0,0
25	8,0	13,9	38,6	21,1
26	6,4	0,0	33,5	9,2
27	6,0	0,0	33,5	0,0
28	5,7	0,0	31,8	0,0
29	5,7	0,0	31,8	0,0
30	6,3	0,4	39,2	3,3
31	5,8	0,0	30,7	4,2
TOTAL		86,3		125,7

Tabela 16. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de abril de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	6,5	1,7	31,8	1,7
02	6,4	3,1	31,8	5,6
03	6,5	0,0	30,7	0,0
04	6,5	0,0	31,8	4,2
05	6,7	3,3	31,8	8,4
06	6,5	4,3	30,7	7,5
07	5,7	0,0	30,7	0,0
08	5,3	0,0	28,0	0,0
09	5,7	0,0	30,7	0,0
10	5,7	0,0	28,0	0,0
11	5,7	0,0	28,0	0,0
12	5,7	4,9	28,0	0,0
13	5,5	0,0	30,7	0,0
14	5,2	0,0	28,0	0,0
15	5,1	0,0	28,0	0,0
16	4,8	0,0	24,0	0,0
17	4,6	0,0	25,4	0,0
18	4,4	0,0	24,9	0,0
19	5,0	0,0	24,9	0,0
20	5,7	5,9	39,2	22,7
21	4,6	0,0	28,0	1,7
22	4,5	0,0	25,4	0,0
23	4,5	0,0	25,4	2,3
24	4,4	0,8	22,9	0,0
25	4,4	0,0	22,9	0,0
26	4,3	0,0	22,9	0,0
27	4,2	0,0	24,4	0,0
28	4,8	0,0	23,9	0,0
29	5,1	7,1	27,5	10,2
30	4,5	0,0	24,4	0,0
TOTAL		31,1		64,5

Tabela 17. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de maio de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	4,6	0,8	23,9	1,7
02	4,5	0,0	22,9	0,0
03	4,5	0,0	22,9	0,0
04	5,1	21,0	24,9	14,3
05	4,6	0,0	22,9	0,0
06	4,6	0,8	22,9	2,4
07	4,3	0,0	22,9	0,0
08	3,9	0,0	22,9	0,0
09	4,4	0,0	22,9	0,0
10	4,2	0,0	22,9	0,0
11	4,2	0,0	22,9	0,0
12	4,1	0,0	22,9	0,0
13	4,1	0,0	22,9	0,0
14	4,2	0,0	22,9	0,0
15	5,6	0,0	22,9	0,0
16	3,9	0,0	22,0	0,0
17	4,1	0,0	20,0	0,0
18	3,9	0,0	20,0	0,0
19	4,1	0,0	20,0	0,0
20	4,4	0,0	20,0	0,0
21	4,1	0,0	20,0	0,0
22	4,4	0,0	20,0	0,0
23	4,3	0,0	20,0	0,0
24	3,9	0,0	20,0	0,0
25	4,0	0,0	20,0	0,0
26	3,5	0,0	20,0	0,0
27	3,8	0,0	20,0	0,0
28	3,4	0,0	15,5	0,0
29	3,5	0,0	35,7	0,0
30	11,2	46,7	24,9	44,4
31	5,0	3,3	23,9	7,0
TOTAL		72,6	69,8	

Tabela 18. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de junho de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	3,8	0,0	24,4	0,0
02	4,0	0,0	22,9	0,0
03	4,0	0,0	22,9	0,0
04	3,7	0,0	18,2	0,0
05	3,8	0,0	18,2	0,0
06	4,2	0,0	18,2	0,0
07	4,1	0,0	18,2	0,0
08	3,8	0,0	18,2	0,0
09	3,7	0,0	18,2	0,0
10	4,4	0,0	18,2	0,0
11	4,1	0,0	18,2	0,0
12	3,6	0,0	18,2	0,0
13	3,5	0,0	18,2	0,0
14	3,7	0,0	18,2	0,0
15	4,2	0,0	18,2	0,0
16	3,3	0,0	18,2	0,0
17	3,6	0,0	18,2	0,0
18	3,5	0,0	21,0	0,0
19	3,6	0,0	21,0	0,0
20	3,7	0,0	21,0	0,0
21	3,6	0,0	21,0	0,0
22	3,4	0,0	21,0	0,0
23	3,1	0,0	20,5	0,0
24	3,0	0,0	19,1	0,0
25	3,3	0,0	19,1	0,0
26	3,1	0,0	19,1	0,0
27	3,2	0,0	19,1	0,0
28	3,2	0,0	19,1	0,0
29	3,4	0,0	19,1	0,0
30	3,3	0,0	19,1	0,0
TOTAL		0,0		0,0

Tabela 19. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de julho de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	3,2	0,0	19,1	0,0
02	3,2	0,0	19,1	0,0
03	4,1	0,0	19,1	0,0
04	4,2	0,0	19,1	0,0
05	3,3	0,0	19,1	0,0
06	3,3	0,0	19,1	0,0
07	3,4	0,0	19,1	0,0
08	3,2	0,0	19,1	0,0
09	3,1	0,0	19,1	0,0
10	3,0	0,0	19,1	0,0
11	3,2	0,8	19,1	0,8
12	2,8	0,0	19,1	0,0
13	2,7	0,0	19,1	0,0
14	2,8	0,0	19,1	0,0
15	2,9	0,0	19,1	0,0
16	3,0	0,0	19,1	0,0
17	3,5	2,9	23,9	5,6
18	3,2	0,0	19,1	0,0
19	3,2	0,0	19,1	0,0
20	2,9	0,0	19,1	0,0
21	3,9	17,6	23,9	18,0
22	3,3	0,0	19,1	0,0
23	2,7	0,0	19,1	0,0
24	2,9	0,0	19,1	0,0
25	3,0	0,0	19,1	0,0
26	3,0	0,0	19,1	0,0
27	2,8	0,0	19,1	0,0
28	2,9	0,0	19,1	0,0
29	2,9	0,0	19,1	0,0
30	2,9	0,0	19,1	0,0
31	2,9	0,0	19,1	0,0
TOTAL		21,3		24,4

Tabela 20. Vazão (l/s) e precipitação (mm), medidos diariamente nas Bacias do Paraíso e Palmital, durante o mês de agosto de 1979.

DIA	BACIA DO PARAÍSO		BACIA DO PALMITAL	
	Deflúvio	Precipitação	Deflúvio	Precipitação
01	3,0	0,0	19,1	0,0
02	3,2	0,0	15,9	0,0
03	2,7	0,0	16,8	0,0
04	2,8	0,0	16,4	0,0
05	2,7	0,0	17,3	0,0
06	2,5	0,0	15,1	0,0
07	2,6	0,0	15,5	0,0
08	2,7	0,0	15,5	0,0
09	2,5	0,0	17,3	0,0
10	2,4	0,0	15,9	0,0
11	2,7	0,0	15,5	0,0
12	2,5	0,0	16,8	0,0
13	2,6	0,0	15,5	0,0
14	2,7	0,0	15,5	0,0
15	2,4	0,0	15,9	0,0
16	2,5	0,0	15,9	0,0
17	2,4	0,0	15,5	0,0
18	2,4	0,0	16,4	0,0
19	2,4	0,0	15,5	0,0
20	2,7	5,9	18,2	5,9
21	3,2	4,6	19,1	4,5
22	2,4	1,2	15,5	16,4
23	2,4	0,0	16,8	0,0
24	2,4	0,0	14,7	0,0
25	2,4	0,0	15,5	0,0
26	2,4	0,0	14,7	0,0
27	7,3	14,9	23,4	13,4
28	2,7	0,0	18,2	0,0
29	2,6	0,0	15,1	0,0
30	2,5	0,0	16,0	0,0
31	2,5	0,0	15,5	0,0
TOTAL		26,6		40,2

Tabela 21. Valores semanais dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio na Bacia do Paraíso.

DATA	pH	CE	T	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe
16.10.78	6,2	45,0	6,00	0,66	0,61	3,35	2,16	3,81
23.10.78	6,1	42,0	9,00	0,66	0,68	3,35	1,77	0,10
30.10.78	6,0	51,0	4,50	1,75	1,69	3,51	1,85	9,73
06.11.78	5,5	55,0	78,00	2,94	1,40	2,77	1,42	11,77
13.11.78	6,1	57,0	122,00	3,19	1,34	2,77	3,05	64,19
20.11.78	5,9	60,0	16,00	3,56	1,55	2,83	1,19	35,01
27.11.78	5,4	71,0	23,00	4,31	1,90	2,65	1,24	21,45
04.12.78	5,8	52,0	90,00	2,81	1,17	0,10	1,19	3,56
11.12.78	6,1	61,0	28,00	3,81	1,71	2,65	1,13	17,42
18.12.78	6,2	51,0	14,00	2,69	1,27	0,64	1,42	6,13
24.12.78	5,7	53,0	24,00	2,94	1,32	0,10	1,36	10,97
31.12.78	6,0	53,0	17,00	2,81	1,86	0,10	1,24	10,74
07.01.79	6,4	47,0	15,00	1,38	1,17	1,86	1,36	7,19
14.01.79	5,6	46,0	16,00	2,44	1,17	1,83	1,19	6,79
21.01.79	5,4	40,0	13,00	2,31	1,12	1,58	0,50	0,34
28.01.79	5,6	46,0	30,00	0,64	1,12	1,49	1,02	4,47
04.02.79	5,7	44,0	35,00	0,43	1,04	1,49	1,64	3,97
11.02.79	5,0	44,0	24,00	0,54	1,10	1,62	0,74	3,48
18.02.79	5,3	45,0	18,00	0,64	0,95	1,72	0,91	3,91
25.02.79	5,9	46,0	23,00	0,64	0,97	1,91	0,80	3,73
04.03.79	5,9	45,0	21,00	0,64	1,00	2,11	0,46	4,73
11.02.79	5,7	45,0	5,00	1,03	1,48	1,80	0,51	4,11
18.03.79	5,3	48,0	14,00	1,02	1,52	1,95	1,10	4,43
25.03.79	6,1	47,0	9,10	0,37	1,42	1,90	1,07	3,97
01.04.79	6,1	50,0	32,00	0,95	1,42	1,98	1,61	6,46
08.04.79	5,9	48,0	8,10	0,93	1,50	2,01	0,75	3,78
15.04.79	5,9	43,0	7,60	0,52	1,40	1,96	0,40	5,42
22.04.79	5,9	43,0	12,00	0,91	1,45	1,91	0,47	5,03
29.04.79	5,9	43,0	7,00	0,81	1,29	1,93	0,68	3,28
06.05.79	6,1	41,0	7,30	0,50	1,39	1,95	0,66	2,11
13.05.79	6,3	44,0	24,00	1,29	1,39	2,51	0,47	6,08
20.05.79	6,8	44,0	18,00	0,93	1,36	2,45	0,32	4,79
27.05.79	6,9	43,0	8,50	0,96	1,27	2,45	0,31	5,46
03.06.79	6,9	44,0	5,40	0,79	1,06	2,85	1,21	1,71
10.06.79	5,9	40,0	9,00	0,78	0,98	2,76	0,66	4,14
17.06.79	6,0	33,0	8,50	0,77	1,00	2,60	0,45	2,36
24.06.79	5,9	36,0	20,00	0,85	1,05	2,53	0,31	2,78
01.07.79	5,9	30,0	10,00	0,80	1,01	2,55	0,30	1,64
08.07.79	5,2	35,0	15,00	0,77	0,96	2,51	0,28	2,50
15.07.79	5,9	34,0	11,00	0,68	0,87	2,50	0,24	1,29
22.07.79	5,9	43,0	9,00	0,78	0,95	3,08	1,21	1,15
29.07.79	5,5	39,0	10,00	0,72	0,93	3,01	0,56	1,92
05.08.79	5,5	37,0	17,00	0,72	0,93	2,98	0,34	1,55

Tabela 22. Valores semanais dos parâmetros de qualidade das águas do deflúvio na Bacia do Palmital.

DATA	pH	CE	T	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe
16.10.78	6,5	47,5	15,00	0,66	0,81	3,07	2,63	1,68
23.10.78	6,4	52,0	6,00	1,21	1,20	3,07	1,85	1,45
30.10.78	6,6	55,0	4,70	1,53	1,36	3,24	0,68	1,45
06.11.78	6,2	80,1	4,30	3,38	1,62	1,61	1,24	0,10
13.11.78	6,8	55,0	190,00	2,06	1,12	0,10	2,23	2,03
20.11.78	6,5	56,0	4,20	3,06	1,45	2,59	0,72	0,10
27.11.78	6,8	?	1,80	3,19	0,01	2,62	0,84	1,67
04.12.78	6,4	46,0	3,70	2,56	1,12	2,59	1,13	0,10
11.12.78	6,8	55,0	2,70	3,19	1,45	2,50	0,84	1,71
18.12.78	7,1	?	120,00	1,63	0,01	1,67	1,94	4,69
24.12.78	6,9	53,0	4,60	2,94	0,01	2,47	0,95	1,95
31.12.78	5,8	49,0	3,10	2,56	1,18	2,43	0,95	1,06
07.01.79	6,5	42,0	5,20	2,38	0,95	2,16	1,01	0,98
14.01.79	5,4	46,0	46,00	2,69	1,12	2,40	0,90	0,66
21.01.79	5,6	38,0	8,40	2,19	0,93	0,10	1,13	1,06
28.01.79	5,6	49,0	5,80	0,54	1,14	1,91	0,91	1,02
04.02.79	5,5	47,0	32,00	0,43	1,12	1,49	1,47	1,70
11.02.79	5,6	56,0	7,10	1,06	1,36	2,11	0,86	0,96
18.02.79	5,8	45,0	6,00	0,96	0,96	1,91	1,02	0,78
25.02.79	6,4	56,0	6,40	1,06	1,36	2,30	0,97	1,02
04.03.79	6,3	56,0	7,90	1,06	1,33	3,67	0,63	1,27
11.03.79	5,9	43,0	2,80	1,47	1,61	2,05	0,70	1,33
18.03.79	5,6	46,0	4,20	1,47	1,63	2,05	0,95	1,43
25.03.79	6,3	46,0	3,40	0,72	1,36	2,07	1,32	1,15
01.04.79	6,4	47,0	3,40	1,17	1,42	2,10	0,67	1,25
08.04.79	6,2	50,0	4,20	1,18	1,47	2,25	0,73	1,32
15.04.79	6,1	47,0	3,90	1,13	1,34	2,14	0,53	1,28
22.04.79	6,3	50,0	3,40	0,80	1,37	2,25	0,94	1,24
29.04.79	6,2	47,0	3,30	0,70	1,13	2,15	1,12	0,90
06.05.79	6,5	50,0	3,20	0,84	1,32	2,30	0,95	0,73
13.05.79	6,6	48,0	4,00	1,32	1,23	3,04	0,63	1,00
20.05.79	7,1	45,0	4,30	1,26	1,12	3,07	0,56	1,10
27.05.79	7,2	45,0	5,00	1,21	1,10	3,07	0,46	1,25
03.06.79	7,0	45,0	2,40	0,95	1,03	3,09	1,15	0,44
10.06.79	6,3	45,0	3,20	0,97	1,07	3,21	0,69	0,75
17.06.79	6,4	45,0	4,30	1,12	1,09	2,42	0,57	0,39
24.06.79	6,5	44,0	3,30	1,06	1,06	2,87	0,61	0,40
01.07.79	6,2	44,0	3,50	1,11	0,98	2,88	0,58	0,35
08.07.79	5,9	44,0	4,20	1,02	1,04	2,93	0,65	0,28
15.07.79	6,3	43,0	4,80	0,91	0,96	2,86	0,61	0,41
22.07.79	6,8	50,0	4,20	1,17	1,09	3,35	1,67	0,29
29.07.79	6,2	46,0	3,80	1,23	1,09	3,11	0,91	0,36
05.08.79	6,2	45,0	5,00	1,14	1,03	3,00	0,67	0,32