



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ECOLOGIA

INTERCEPTAÇÃO DE CHUVA PELA VEGETAÇÃO DO CERRADO

NÁDIMA DE MACEDO PAIVA NASCIMENTO

Dissertação apresentada ao Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

BRASÍLIA

1992

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ECOLOGIA

INTERCEPTAÇÃO DE CHUVA PELA VEGETAÇÃO DO CERRADO

NADIMA DE MACEDO PAIVA NASCIMENTO

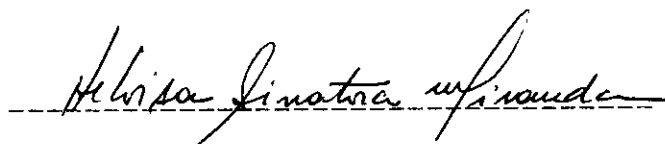
Dissertação apresentada ao Departamento
de Ecologia, da Universidade de
Brasília, como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Brasília

1992

Trabalho realizado junto ao Laboratório de Ecologia do Departamento de Ecologia, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob a orientação da Professora Heloisa Sinátora Miranda, com suporte financeiro da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Aprovado por



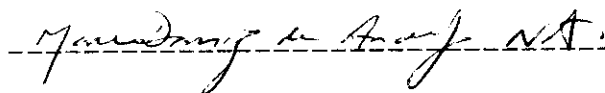
Profa. Heloisa Sinátora Miranda

Professora Orientadora



Prof. Laércio Leonel Leite

Membro da Banca Examinadora



Prof. Mário Diniz de Araújo Neto

Membro da Banca Examinadora

Os olhos no céu do cerrado,

a mente clara, o coração aberto,

...me sinto voar...

a meu pai pelo exemplo,

a Kalil pelo incentivo,

a Murad, meu filho, pelo tempo que

deixamos de estar juntos

AGRADECIMENTOS

À Heloisa, minha mais que orientadora, pelo tempo, paciência e carinho investidos em mim.

Aos professores Antonio José, Antonio Carlos, Ray, Hay, Marcio, Laércio, Eiten, Hari e Linda, que me cederam livros, periódicos, ferramentas, informações e esclareceram dúvidas, além da consideração não só durante o decorrer de suas disciplinas, como em qualquer tempo que deles vim a precisar.

À Dilma Lucia, irmã de orientação, pelo apoio, cooperação e amizade.

Ao técnico, que nos acompanhou, Mardocheu Rocha, pelo esforço, prestatividade e consideração, sem os quais este trabalho não teria sido bem executado.

Aos funcionários do laboratório em ecologia, Aurea, Mara e Marinho, pelos préstimos e amizade, que fizeram do nosso dia-a-dia algo agradável.

Aos funcionários da secretaria, Ribamar e Siça, pela boa vontade em resolver nossos problemas.

Aos funcionários da oficina mecânica da física, ao Joaquim do laboratório de química, ao pessoal da marcenaria e prefeitura, pelo trabalho executado e por nos ceder material.

Ao pessoal do transporte e, em especial, ao Sr. Malvar, por nos ter conseguido carro, naquelas fases onde, o nosso trabalho não pode parar e a universidade precisa de "jeitinhos" para funcionar, por causa das greves.

Aos professores Wagner e Manoel Claudio da florestal, e ao Felipe da Embrapa, pelos dados e boa vontade na orientação de material e método sobre vegetação.

Ao Chico, por nos ter trazido os trabalhos do IPEF, de Piracicaba.

Ao Fausto da estatística, pelo tempo dedicado e orientação na fase de análise dos dados, e ao Professor Sebastião, pelo empréstimo de programa de computador.

À Fátima, pelo ajuste e consideração ao meu trabalho, e ao Professor Eiten, pela revisão desta parte de vegetação.

À existência de instituições como CAPES e CNPQ, pela bolsa a nós atribuída neste período de estudo.

À Fundação Zoobotânica, pela licença em frequentar a estação ecológica, dada através do Sr. Paulo.

Ao técnico Chico, do INEMET, pelo conserto do pluviógrafo, ao professor Mario Diniz e ao Cleber do aeroporto, por nos ter emprestado estes aparelhos.

Aos funcionários da CAESB - ETE norte, pelos dados de chuva e calibração do pluviômetro.

Ao Ricardo e Oswaldo, pelos trabalhos enviados, orientação e estímulo por eles dado, no início da escolha deste tema e ao Professor Miranda, pela discussão final sobre balanço hídrico.

Aos alunos da turma de 89, por terem vindo a minha casa estudar, trazerem material, sugerirem temas de trabalhos, (quando por ter tido bebê não pude dela me afastar) e por me ajudarem a compreender as matérias em que tive mais dificuldade.

Aos colegas do mestrado, que ouviram minhas reclamações,

naquelas horas em que parece que a coisa não vai para frente.

A todas as mulheres, orientadora, amigas de turma, amigas de trabalho, vizinhas, mãe, irmãs e filhas, que me ajudaram com compreensão, incentivo e presteza, em fase onde a tarefa de ser mãe muito me requisitava.

Aos professores Mário Diniz, Laércio, Ray, Kalil e Heloisa, pelas observações e sugestões na correção da tese, completando o nosso trabalho e ao Jorge Paiva pela revisão final.

ÍNDICE

Página

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	10
ÁREA EXPERIMENTAL	10
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO	13
O PROCESSO DE INTERCEPTAÇÃO	16
MEDIDAS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL E PRECIPITAÇÃO INTERNA	26
OS MÉTODOS DE WILM E RIELEY et al.	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
VEGETAÇÃO	32
PRECIPITAÇÃO TOTAL	37
PRECIPITAÇÃO INTERNA	38
NÚMERO DE PLUVIÔMETROS	52
MÉTODOS DE WILM E RIELEY et al.	56
CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO	62
INTERCEPTAÇÃO	65
COEFICIENTE DE INTERCEPTAÇÃO	66
CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICE A	86
APÊNDICE B	91
APÊNDICE C	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da vegetação do cerrado no Brasil.....	2
Figura 2 - Ciclo hidrológico e seus componentes: precipitação (P); evapotranspiração (E); interceptação (I) e precipitação líquida (Pl).....	5
Figura 3 - Área de estudo experimental.....	11
Figura 4 - Estação Ecológica de Águas Emendadas- EEAE - Localização da área experimental.....	12
Figura 5 - Divisão e marcação dos quadrados na área de amostragem. Localização dos 20 coletores fixos.....	14
Figura 6 - Partição da precipitação total (Pt) em: chuva interceptada pelo dossel (C); chuva interceptada pela serrapilheira (L); precipitação interna (Pi); água que escorre pelo tronco (Et); precipitação líquida (Pl).....	18
Figura 7 - Localização do coletor de Precipitação (P) em clareiras.....	21
Figura 8 - Coletores de água da chuva: a) aparelho móvel; b) aparelho fixo.....	23
Figura 9 - Perfil estrutural esquemático da vegetação do cerrado da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.....	33
Figura 10 - Diagrama com floração, frutificação e surgimento de folhas das dezessete espécies de maior IVI da Estação Ecológica de Águas Emendadas, para os meses de janeiro a abril.....	36
Figura 11 - Diagrama de frequência para a precipitação total (Pt) no período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.....	39
Figura 12 - Número de vezes em que cada parcela foi amostrada para a determinação da precipitação interna (Pi).....	42
Figura 13 - Diagrama de frequência da precipitação interna, para coletores móveis e para coletores fixos, durante o período de 02/02/91 a 10/04/91, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.....	45

- Figura 14 - Diagrama de freqüência da precipitação interna como porcentagem da precipitação total para medidas por coletor móvel, no período de 02/02/91 a 10/04/91, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.....47
- Figura 15 - Regressão linear da relação entre precipitação interna e precipitação total para medidas com coletores móveis (a) e fixos (b), no período de 02/02/91 a 10/04/91, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.....51
- Figura 16 - Relação entre o limite de confiança da média e o número ideal de coletores, para o menor e maior valor do coeficiente de variação nos aparelhos móveis.....55
- Figura 17 - Capacidade de armazenamento para a vegetação do cerrado (S) estimada pelo gráfico da relação, precipitação total e precipitação interna, onde houve apenas uma pancada de chuva diária.....63
- Figura 18 - Balanço hídrico para o cerrado, durante a estação chuvosa (a) e durante a estação seca (b) (P - precipitação; I - água interceptada pela vegetação; T - transpiração).....71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Característica de vários tipos de cerrado sensu stricto, adaptado de Felfili et al.(1992) (Chapada Pratinha).....	35
Tabela 2 - Intensidade (i) e duração (d) da precipitação total (Pt) durante o período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas,DF.....	40
Tabela 3 - Precipitação interna (Pi) coletada com aparelhos móveis durante o período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.....	43
Tabela 4 - Precipitação interna (Pi) coletada com aparelhosfixos durante o período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.....	44
Tabela 5 - Porcentagem de precipitação interna (Pi) para diferentes vegetações de clima tropical.....	50
Tabela 6 - Número ideal de aparelhos móveis, por coleta, necessário para atender ao limite de confiança da média.....	53
Tabela 7 - Número ideal de aparelhos fixos, por coleta, necessário para atender ao limite de confiança da média.....	54
Tabela 8 - Estimativas dos valores de precipitação interna (Pe), obtidos através da metodologia de Wilm (1943).....	58
Tabela 9 - Estimativas dos valores de precipitação interna (Pe), obtidos através da metodologia de Rieley et al.(1969).....	59
Tabela 10 - Número ideal de coletores, calculado através das estimativas feitas para precipitação interna pelos métodos propostos por Wilm (1943) e Rieley et al.(1969).....	61
Tabela 11 - Frequência do coeficiente de interceptação por coletor para medidas obtidas com coletores móveis e fixos, na Estação Ecológica de Águas Emendadas DF, no período de 02/02/91 a 10/04/91.....	68

RESUMO

Extensas áreas de vegetação nativa do cerrado têm sido substituídas por reflorestamentos e culturas. Esta substituição, quando realizada sem o cuidado adequado, pode provocar grande impacto no balanço hídrico, principalmente em regiões com sazonalidade bem definida, como a dos cerrados.

Este trabalho teve como objetivo determinar a interceptação de água da chuva, um dos componentes do balanço hídrico, para a vegetação do cerrado. O trabalho foi realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF (50 km ao norte de Brasília), no período de fevereiro a abril de 1991, em uma área de cerrado *sensu stricto*, protegida de queimadas por mais de 10 anos, com dimensões de 40 m x 40 m. Foram determinados valores de precipitação total (Pt), precipitação interna (Pi) e da capacidade de armazenamento da vegetação (S). Pi foi determinado com 40 coletores móveis (75 cm de altura) e 20 coletores fixos (120 cm de altura), para que a eficiência das duas metodologias pudesse ser avaliada. S variou de 1 mm a 7 mm para a vegetação do cerrado, valor elevado quando comparado aos da literatura para culturas, reflorestamentos e florestas naturais. 52 % foi o valor de Pi. Este se encontra dentro do intervalo dos valores apresentados na literatura, para vegetação de clima tropical. O número de 40 coletores móveis foi considerado satisfatório, para a amostragem de Pi. Os coletores fixos estiveram em número insuficiente para a amostragem de Pi, em aproximadamente 50 % do período de coleta.

ABSTRACT

Large areas of the natural cerrado vegetation, has been replaced by crops and forest plantation. This replacement may cause a strong effect in regional water balance, specially in a region with a well defined ^{season} seasonality of rainfall, as the cerrado region.

The objective of this work was to determine the interception of rainfall by the cerrado vegetation. The work was developed in a cerrado s.s., protected from fire for more than 10 years, in Estação Ecológica de Águas Emendadas (EEAE - 50 km of northwest of Brasília, DF), in a 40 m x 40 m plot.

From february to april of 1991, ~~to~~ values of gross precipitation (Pt), throughfall (Pi) and storage capacity (S) were measured. 40 roving gauges (75 cm high) and 20 fixed gauges (120 cm high) were used to determined Pi. The two differents gauges were used in order to determined the efficiency of the two metodologies. For the cerrado vegetation S was 1 mm to 7 mm; this value is greater than the ones presented for crops and natural forests. Pi was 52%. This value is in the range of the values of Pi presented for tropical vegetation. 40 roving gauges were enough to determine Pi. While the 20 fixed collector were not.

INTRODUÇÃO

CERRADO

O termo "cerrado" é utilizado para definir uma vegetação xeromorfa, de fisionomia variável, que ocorre em 1/5 do território brasileiro, na região central do Brasil. O cerrado estende-se para noroeste e nordeste, assim como para o sul e ocorre em pequenas áreas na região norte (Figura 1). Possui uma estação seca prolongada e definida (maio a setembro), com clima marcadamente estacional, temperatura média de 20 °C nos meses quentes (agosto e setembro) decrescendo nos meses amenos (maio, junho e julho). A precipitação no cerrado varia de 800 mm a 2000 mm anuais, sendo intermediária entre a da região amazônica (muito úmida) e a de regiões mais secas como o chaco e a caatinga (Sambuichi, 1991).

A vegetação caracteriza-se pelo aspecto xeromórfico dos indivíduos da camada lenhosa, que possuem cascas grossas, troncos e galhos retorcidos e folhas grandes e rígidas (Rizzini, 1976). A fisionomia não é uniforme e parte de um gradiente incluindo cerradão, cerrado *sensu stricto*, campo cerrado, campo sujo (mistura distrófica de formação de savana) e campo limpo (campos distróficos). A formação de savana pode ser considerada como ecótono entre cerradão e campo limpo, dado o grande número de espécies comuns (Coutinho, 1990).

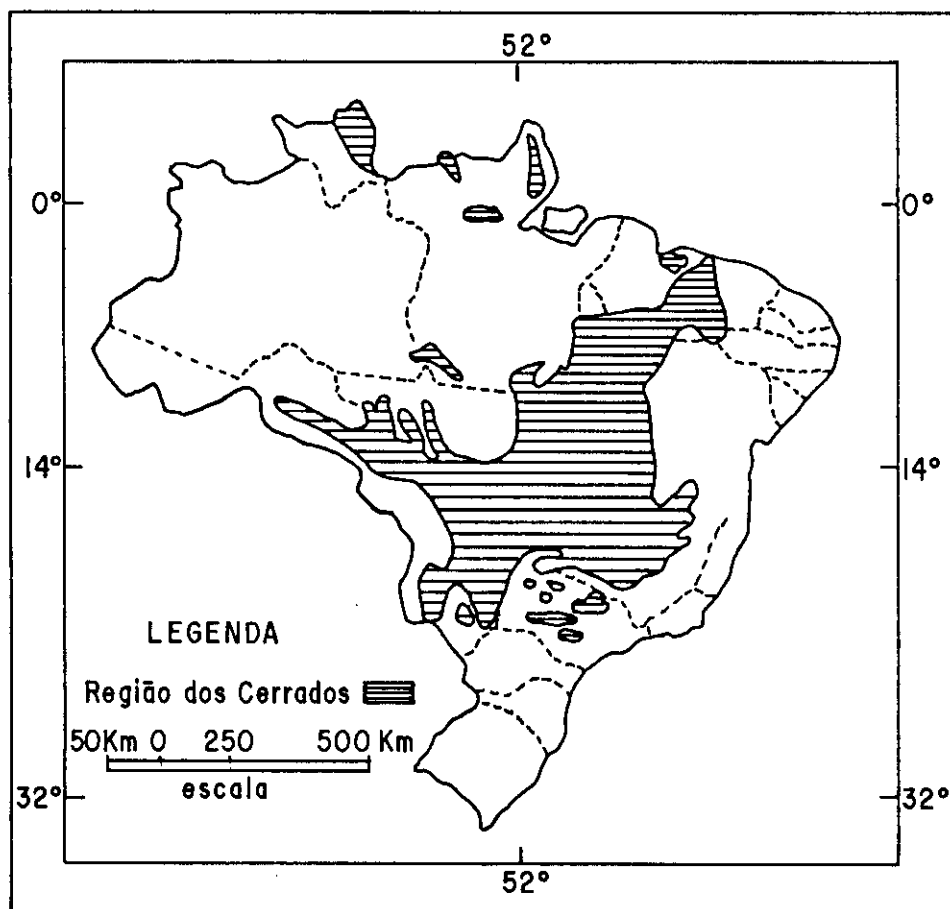


Figura 1 - Distribuição da vegetação do cerrado no Brasil.

Ao longo deste gradiente fisionômico, muda a composição, florística (Goodland e Ferri, 1979), sendo campo cerrado e campo sujo as que mais se enquadram no conceito de savana (Sambuichi, 1991). A região de cerrado, assim conceituada, faz do Brasil o país com maior área de savana do mundo (Dias, 1992).

Esta mudança gradativa de fisionomia no cerrado foi relacionada com a fertilidade do solo e com a presença de alumínio tóxico (Goodland e Ferri, 1979), sendo que na região ocupada predominam os solos oligotróficos, acentuadamente ácidos, muito deficientes em bases e com elevado nível de saturação de alumínio (Lopes e Fox, 1977, citado por Batmanian e Haridasan, 1985); são invariavelmente latossolos ou areias quartzosas, ambos igualmente distróficos (Haridasan, 1992). Para Eiten (1977), são três os fatores edáficos que determinam a densidade da camada lenhosa: profundidade, teor de nutrientes e saturação estacional de água na superfície e subsuperfície. A vegetação do cerrado, além das raízes superficiais, possui longo sistema radicular, propiciando a retirada de águas das camadas mais profundas do solo em época de estiagem (Goodland e Ferri, 1979).

Desta forma, a alternância de longos períodos secos e úmidos, as queimadas, o gradiente de clima e os solos mostram sua influência na distribuição das espécies, com grandes implicações ecológicas.

Além destes, outro fator modificador é a ação antrópica, através do uso do fogo, da retirada de madeira, corte da camada lenhosa e do pastoreio de animais domésticos

(Sambuichi, 1979) e, seja por vantagens econômicas, acentuado povoamento das regiões litorâneas ou proximidade da capital, a intervenção humana tem aumentado bastante no Planalto Central (Dias, 1992). Estas mudanças da cobertura vegetal, principalmente em bacias de captação, poderão reduzir significativamente a disponibilidade e abastecimento de água na região (Miranda e Miranda, 1992). Portanto, nestes tempos onde há necessidade de melhor aproveitamento dos recursos naturais, estudos sobre o ciclo hidrológico são de vital importância.

A etapa do ciclo hidrológico (Figura 2), que consiste no processo de retenção da água da chuva pela vegetação, é denominada interceptação. A importância de medidas de interceptação de chuva se fundamenta em aspectos como: a necessidade de desmatamento do cerrado, para plantios de culturas ou reflorestamento, sem prejuízo à quantidade de água disponível do solo, lençol freático e, naturalmente, à vazão de rios e riachos, devido às diferentes taxas de interceptação (Lull, 1964; Swank e Douglass, 1974; Castro, Valente, Coelho e Ramalho, 1983); a quantidade e intensidade de água mínima a ser usada em processos de irrigação, evitando desperdícios desnecessários (Leopold, Souza e Tuacek, 1981); o conhecimento da presença e tempo de duração da película de água que permanece na folha, permitindo, não só a germinação, como a invasão por esporos de organismos patogênicos (Miranda 1982, 1985; Zahler, Mota e Agendes, 1991); em caso de troca de vegetação ou desmatamento parcial,

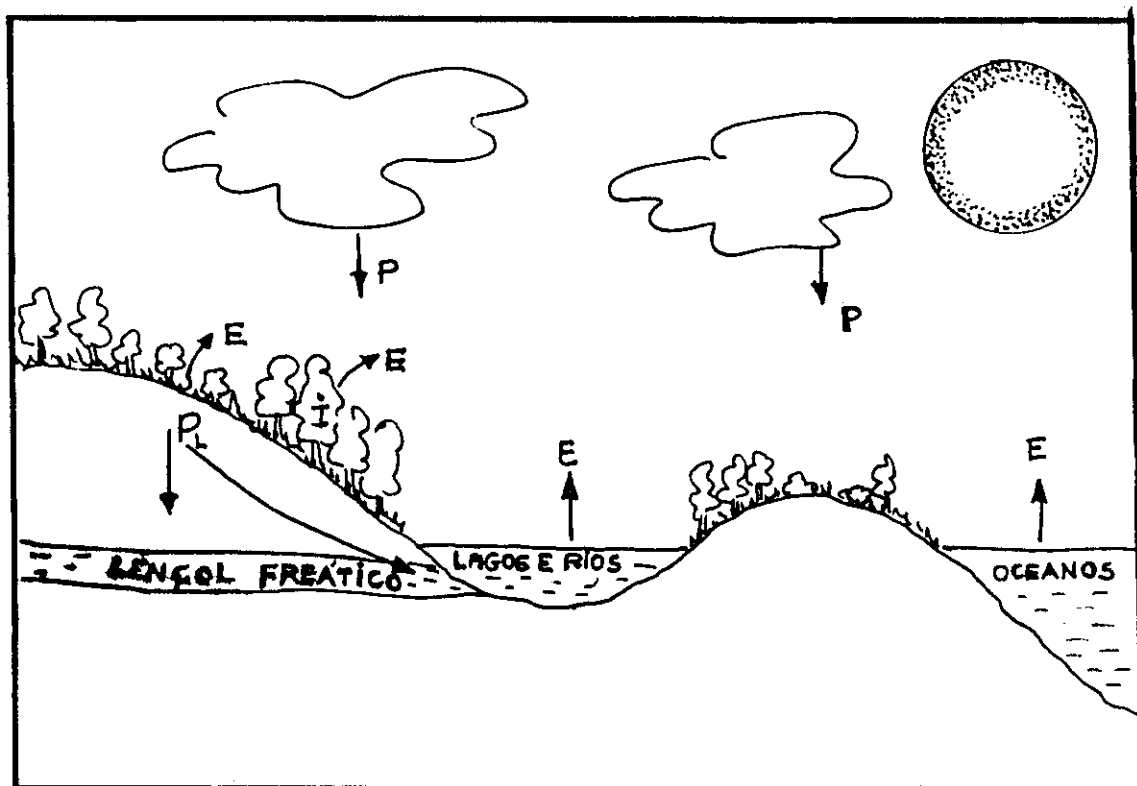


Figura 2 - Ciclo hidrológico e seus componentes: precipitação (P); evapotranspiração (E); interceptação (I) e precipitação líquida (P1).

ter conhecimento do acúmulo de água no solo, por tornar algumas espécies mais suscetíveis a doenças (Miranda, 1982); o trabalho de combate à erosão, pela redução da energia cinética das gotas de água, que atingiriam o solo (Castro et al. 1983; Dunne, 1978); o aumento da precipitação interna para árvores remanescentes, caso haja necessidade de replantios (Lull, 1964); na formação de barragens e açudes é importante conhecer o total de água disponível, pela alteração do escoamento superficial (Castro et al., 1983); a quantidade de água que, penetrando no solo, poderá vir a influenciar na produção de flores e frutos de espécies de interesse econômico; a redistribuição e lixiviação de depósitos de fungicida (Miranda, 1985); o aspecto climatológico, pela evapotranspiração ou retenção prolongada da água da chuva, mudando o microclima da região e pelos efeitos no regime hídrico (Maitelli, 1987).

Há mais de um século, muitos trabalhos foram feitos para se conhecer melhor os componentes do ciclo hidrológico, incluindo interceptação através de dados de chuva em aberto e embaixo de dosséis. Molchanov (1963) cita pesquisas de Krutsch (1865), Riegler (1881), Ney (1893, 1894), Ebermayer (1897), do século passado, além de outras como Okhlyabinin (1913), Morozov (1926), Nesterov (1932) e Luchshev (1940), do início deste, realizadas na Rússia. Sobressai-se, nestes estudos, Horton (1919), que frequentemente é citado, em função da descrição completa do processo de queda de uma gota de chuva sobre a vegetação. Em matas naturais e replantios, um dos pioneiros neste ramo de pesquisa foi Beal (1934).

Os trabalhos de interceptação de chuva não foram desenvolvidos apenas para comunidades fechadas, Geiger (1961) cita trabalhos realizados por Linskens (1951, 1952) para macieiras, faia vermelha, carvalho e cedro do líbano, onde a interceptação foi obtida para árvores isoladas. Estes trabalhos foram importantes na compreensão dos processos inerentes à convergência dos ramos, que resulta em medidas de precipitação embaixo do dossel superiores a medida de precipitação em aberto e, da influência da estrutura da copa, nos diferentes valores de medidas a serem encontrados.

Grande parte da literatura apresenta resultados de interceptação para florestas e reflorestamentos. Coníferas (Wilm, 1943; Geiger, 1961; Rutter, 1975; Gash, Wright e Lloyd, 1980; Calder e Wright, 1986), pinheiros (Rowe e Hendrix, 1951 (citado em Geiger, 1961); Geiger, 1961; Lima, 1976; Rutter, 1975; Gash e Morton, 1978; Aston, 1979; Gash et al., 1980; Feller, 1981) e eucaliptos (Geiger, 1961; Lima, 1976; Aston, 1979; Feller, 1981) são os mais investigados, seguidos por trabalhos sobre florestas decíduas (Geiger, 1961; Helvey e Patric, 1964 (citado em Lima, 1986); Zinke, 1967; Rutter, 1976; Peterson e Rolfe, 1979; Franken, Leopoldo, Matsui e Ribeiro, 1982). Estes trabalhos apresentam, de uma forma geral, valores para componentes de interceptação de chuva, sendo o coeficiente de interceptação e precipitação interna os mais citados, seguidos por capacidade de armazenamento. São também encontrados valores para capacidade de armazenamento nos troncos (Gash et al., 1980) e interceptação pela serrapilheira (Helvey, 1964;

Helvey e Patric, 1965a (citado em Lima, 1986); Feller, 1981).

Gramíneas e herbáceas foram amplamente investigadas por Forest (1923), Clark (1940), Merriam (1961), Anderson, Loucks e Swain (1968) e Rutter (1976).

Para culturas foram desenvolvidos trabalhos em trigo (Clark, 1940; Butler e King, 1982; Franken et al., 1982), milho (Glover e Gwynne, 1962; Franken et al., 1982), alfafa, soja, cevada (Clark 1940, Franken et al., 1982) e macieiras (Linskens, 1952 (citado em Geiger, 1961); Miranda, 1982; Miranda e Butler, 1986). Estes trabalhos comparam as taxas de interceptação entre culturas e vegetação nativa, visando a estabelecer as alterações do balanço hídrico, resultantes da substituição desta por culturas.

Modelos matemáticos sobre interceptação da água da chuva são apresentados por Czarnowski e Olszewski (1968), Calder (1977), Rutter (1975) e Gash (1979), em geral seguindo-se o critério de Helvey e Patric (1965b, citado por Lima 1986).

Poucos trabalhos existem sobre a distribuição da água das chuvas em florestas tropicais. Jordan e Heuvelink (1981) realizou experimento na Floresta Amazônica, na Venezuela. Kellman e Roulet (1990) apresentam valores para floresta tropical seca no México; Gupta (1980) para a Índia; Manokaran (1979) para floresta tropical úmida na Malásia e Raich (1983) apresenta uma revisão sobre trabalhos de interceptação, para florestas tropicais e subtropicais, realizados na Costa do Marfim, Costa Rica, El Salvador, Gana, Ilhas Maurício, Malásia, Nova Guiné, Nigéria, Panamá, Porto Rico, Uganda, Venezuela e Zaire.

No Brasil poucos são os trabalhos realizados. Em florestas primárias subtropicais Geiger (1961) cita F. Freise (1936), um dos pioneiros, que no início do século fez medições durante muitos anos. Encontramos trabalhos para mata natural secundária (Castro et al., 1983), floresta amazônica de terra firme (Franken et al., 1982) e floresta tropical úmida (Lloyd e Marques, 1988). A interceptação de água da chuva por eucaliptos e pinheiros foi investigada por Lima (1976). Leopoldo et al. (1981) determinaram valores para cana-de-açúcar, Miranda (1985) para cacau e Cabral (com.pessoal *) fez um minucioso trabalho com seringueiras.

Para a vegetação do cerrado, Lima e Nicolielo (1983) trabalhando em uma área de cerradão em São Paulo, compararam a interceptação da água de chuva da vegetação nativa com florestas de pinheiros tropicais (*Pinus caribaea* e *Pinus oocarpa*). E Silva (1983), investigando a ciclagem de nutrientes em uma região de cerrado no Distrito Federal, apresenta valores de interceptação. Há carência de dados de interceptação para culturas, estágios sucessionais e para os muitos tipos de vegetação.

Considerando a carência de informação sobre a interceptação da água da chuva no Brasil, que o cerrado ocupa uma área de 180.000.000 ha (estando sujeito a períodos de estiagem prolongada) e a acelerada substituição desta vegetação, este trabalho tem por objetivo quantificar a água da chuva interceptada pela vegetação de cerrado *sensu stricto*, em uma área protegida do fogo.

* Cabral, O. M. R. . Centro de Pesquisas em Seringueira e Dende,
EMBRAPA, Manaus, AM. .

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas (EEAE, $15^{\circ} 32'S$, $47^{\circ} 33'W$, a 55 km de Brasília, 1000-1150m de altitude). A EEAE (Figura 3) possui uma área de 10547 ha e está protegida do fogo há mais de 10 anos, porém, com ocorrência de queima natural em pequenas áreas. O clima geral é classificado como tropical de altitude, CW de Köppen, com temperatura média do mes mais frio (junho) inferior a $18^{\circ}C$ e do mais quente (agosto) superior a $22^{\circ}C$. O solo é predominantemente profundo, bem drenado, do tipo latossolo, muito poroso e permeável, coberto de gramíneas, graminóides, folhagens e serrapilheira (Maitelli, 1987).

A EEAE apresenta todas as formas fisionômicas de vegetação do cerrado e o tipo cerrado *sensu stricto* mais comum do Distrito Federal, composto de arvoredos de escrube, árvores latifoliadas e semidecíduas (Eiten, 1984). Os arbustos compartilham a dominância visual com as árvores (Figura 4), na área de estudo.

Em trabalhos de interceptação de chuva não há uma padronização, quanto à forma ou tamanho da área estudada. Encontramos na literatura vários tipos de subdivisão do talhão de amostragem, áreas de 8 m x 8 m (Ford e Deans,



Figura 3 - Área de estudo experimental.

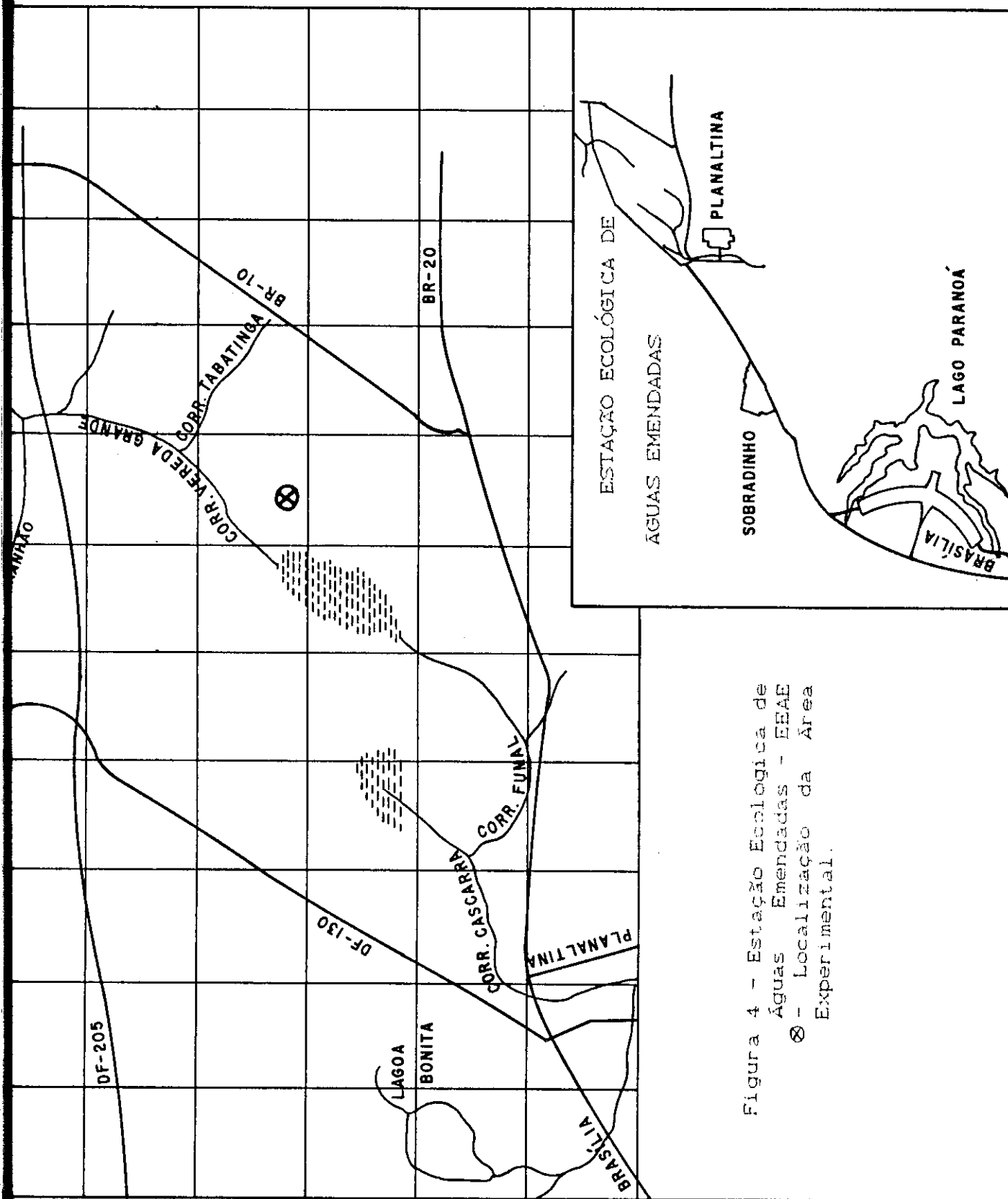


Figura 4 - Estação Ecológica de Águas Emendadas - EEAE
⊗ - Localização da Área Experimental.

1978), 20 m x 20 m (Kellman e Roulet, 1990), talhões de 10 m x 60 m (Castro et al., 1983), 4 m x 100 m (Lloyd e Marques, 1988) e parcelas com áreas não especificadas (Silva, 1983).

Para o presente estudo foi demarcada uma área de 40 m x 40 m, que foi dividida em quadrados de 2 m x 2 m, onde os vértices foram marcados com bandeiras coloridas de 40 cm de altura. Deixou-se uma margem de 4 m para evitar efeito de borda. Foram reservados, também, 20 quadrados de 4 m x 4 m, previamente sorteados, para instalarmos os pluviômetros fixos. Os coletores fixos foram numerados e os quadrados marcados (Figura 5).

Completada a divisão da área em 256 quadrados, retirando-se as bordas e, após isolarmos com estacas e amarrações de fitas plásticas coloridas os 80 quadros para as 20 posições fixas, obtivemos um total de 176, posições que foram sorteadas aleatoriamente para colocarmos os coletores móveis, no centro do quadrado (Figura 5). A marcação foi melhorada pela colocação de hastes de ferro, com nós de acordo com o número da coluna, de 4 em 4 metros (pontos em negrito na Figura 5), para facilitar a locomoção, no campo, na recolocação dos aparelhos móveis.

CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO

A caracterização da vegetação da área de estudo foi realizada através da identificação das espécies lenhosas

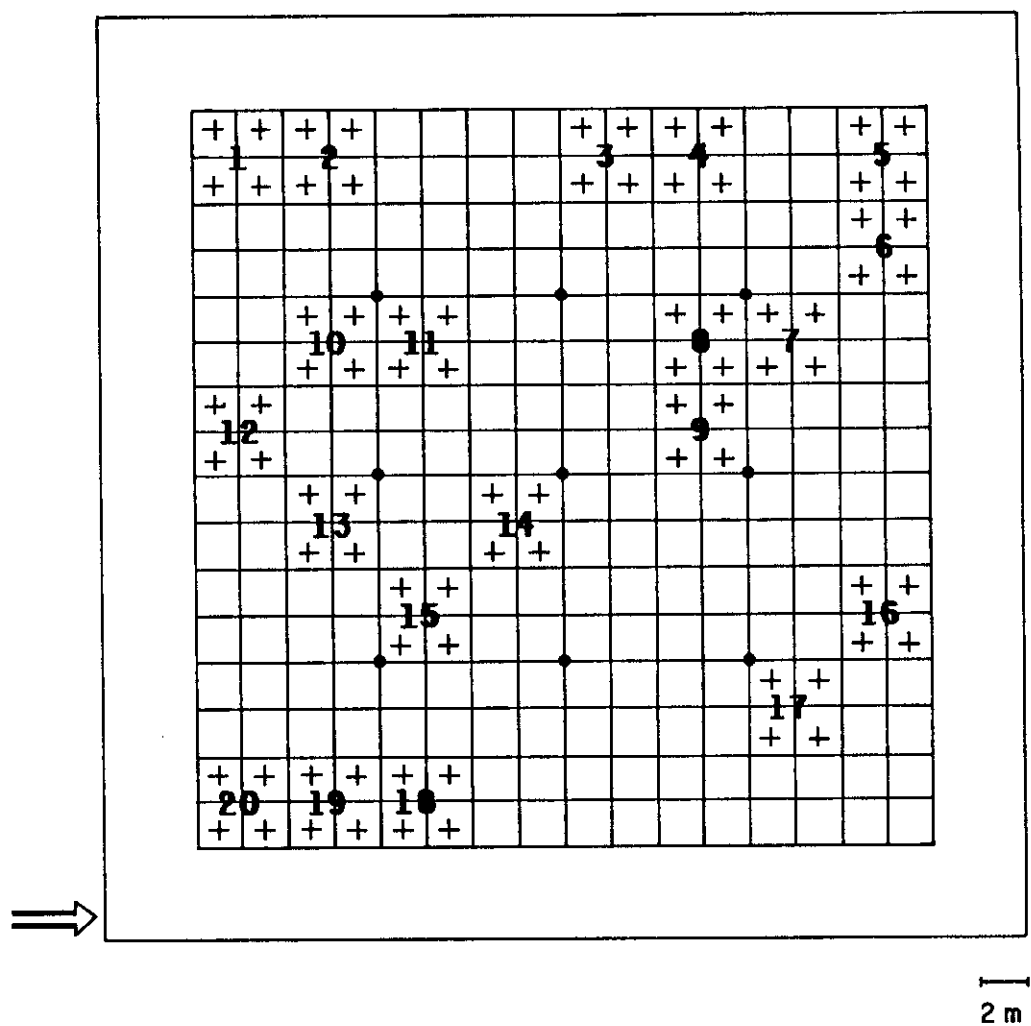


Figura 5 - Divisão e marcação dos quadrados na área de amostragem. Localização dos 20 coletores fixos.

($\Rightarrow$ entrada).

presentes, do perfil estrutural esquemático e da estimativa da cobertura real a 80 cm de altura do solo.

O perfil estrutural esquemático foi feito na mesma fitofisionomia estudada (cerrado s.s.), distante 120 m do talhão de amostra. Para tal, foi demarcada uma área de 20 m de comprimento por 3 m de largura, paralela à estrada a 1,5 m. Fotografamos a vegetação e o desenho posterior, feito através dela, foi checado no local.

Foi determinada a altura dos indivíduos, exceto os da camada rasteira.

As espécies nesta área foram identificadas. A altura foi medida por vara graduada de 4 m. O delineamento do perfil foi feito sem considerar as pequenas variações do relevo.

A estimativa da cobertura de dossel, a 80 cm do solo, foi feita através do método de ponto em linha (Emlen, 1967), adaptado à situação. Entre os objetivos de estimar a cobertura estava o de conhecermos, aproximadamente, quanto dos aparelhos ficariam sob a influência dos efeitos da vegetação. Os métodos conhecidos de interceptação de linha e estimativa por quadrado não responderiam totalmente as nossas necessidades e seria grande a dificuldade de aplicá-los; segundo Hfady, Gibbens e Powell (1959), o método de ponto em linha oferece boa precisão para coberturas médias e altas e, como sabíamos ser esta maior de 50 % (Eiten, 1984), este foi o método utilizado.

Na divisão dos quadrados (Figura 5), foi constatada a existência ou não de cobertura de dossel nos pontos de encontro das linhas (vértices), à altura acima de 80 cm do

solo. Para tal, utilizamos uma vara de 4 m de comprimento, marcada a 80 cm. Verificamos, se em algum ponto acima da marca, esta era tocada pela vegetação quando posta perpendicular ao solo e, se o fosse, dava-se ao ponto sinal +. A quantidade de pontos encontrados com "+", sobre o total de pontos existentes, nos deu a porcentagem de cobertura.

O PROCESSO DE INTERCEPTAÇÃO

A água retida pela vegetação é evaporada durante (Lull, 1964) ou depois das chuvas (Miranda, 1982). Durante, quando ainda não houve no microclima saturação do vapor d'água, ou umidade de 100% (Miranda, com. pes. *). Esta água evaporada é considerada perdida, por não se tornar disponível ao solo onde seria estocada (Rutter, 1963; Leyton, Reynolds e Thompson, 1967; Calder, 1977; Gash e Stewart, 1977; citados por Miranda, 1982). Contudo, ela retarda as perdas de água pelo processo de transpiração, já que mantém a umidade superficial das folhas por determinado tempo (Dunne e Leopold, 1978; Lima, 1983).

A capacidade de interceptação da água da chuva depende das características da vegetação, como tamanho, rugosidade, formato e inclinação das folhas, galhos e troncos, do espaçamento entre as copas, bem como de sua sobreposição; isto é, depende do tipo, densidade, idade e forma da vegetação (Dunne e Leopold, 1978). Além das características

* Miranda, A. C. . Departamento de Ecologia, Univ. de Brasília

da vegetação, contribuem também fatores meteorológicos, como precipitação, temperatura, velocidade do vento e umidade relativa, que também influem na quantidade de água interceptada. A capacidade de interceptação varia com as diferenças sazonais e regionais onde ocorre a precipitação (Lull, 1964). Este processo sofre ainda influência das características da precipitação, como intensidade, duração e frequência da pancada de chuva (Dunne e Leopold, 1978).

A estimativa da quantidade de chuva interceptada é feita pelas relações descritas abaixo e mostradas na Figura 6 (Dunne e Leopold, 1978). Parte da precipitação, ao atingir as copas das árvores, retorna a atmosfera pelo processo de evaporação e parte atinge o solo (precipitação líquida, P_l). Para chegar ao solo, a água pode passar por entre a copa, escorrer pelo tronco ou direto no espaço entre copas (Figura 6). Dunne e Leopold (1978) representaram este processo com a seguinte equação:

$$P_t = I + P_l + E_t \quad (1)$$

onde:

P_t - Precipitação total em aberto;

I - Precipitação interceptada pela vegetação, podendo ser decomposta em precipitação interceptada pelo dossel (C) e pela serrapilheira (L);

$$I = C + L \quad (2)$$

P_l - Precipitação interna, a que atravessa o dossel;

E_t - Chuva que escorre pelo tronco.

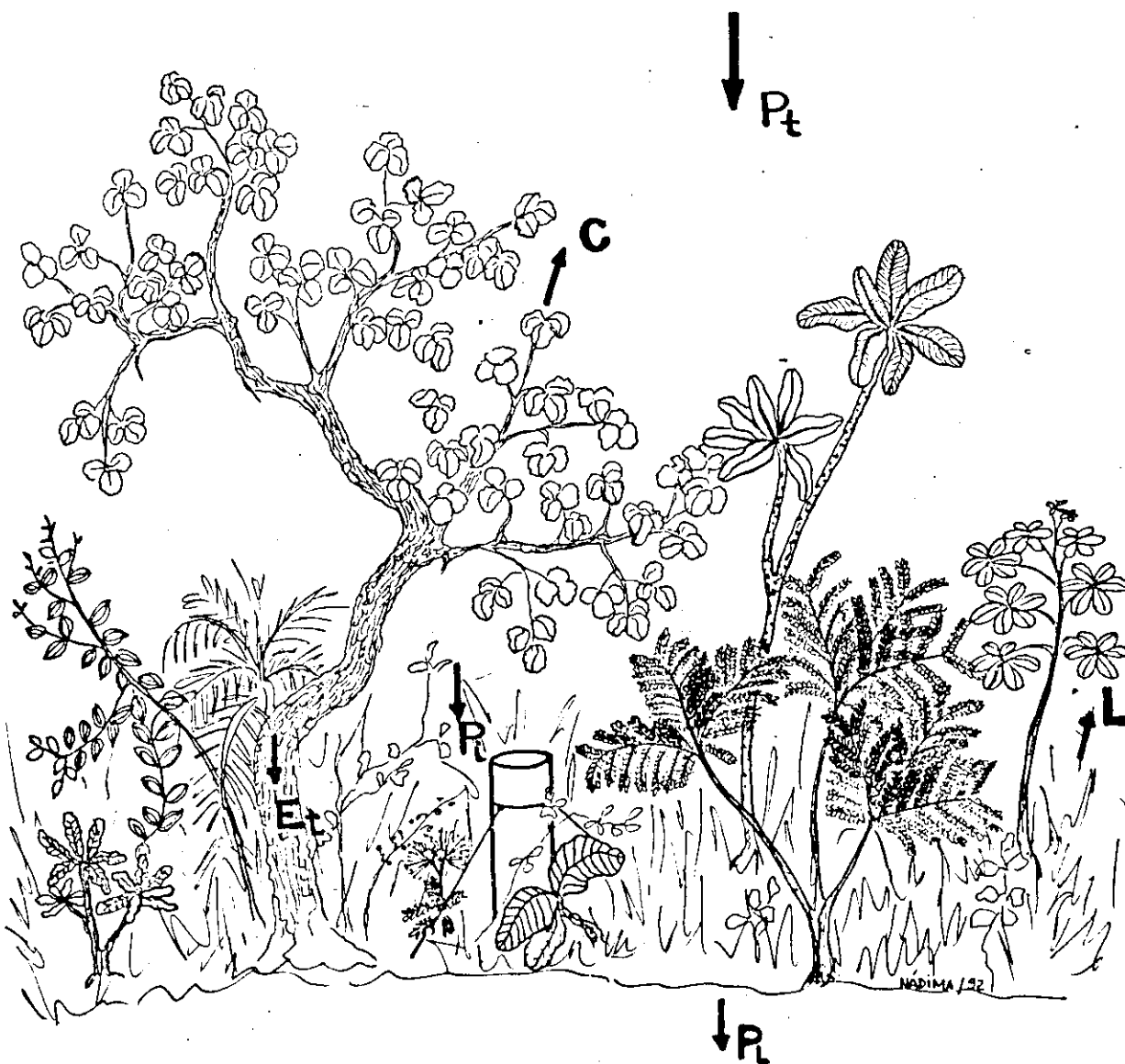


Figura 6 - Partição da precipitação total (P_t) em: chuva interceptada pelo dossel (C); chuva interceptada pela serrapilheira (L); precipitação interna (P_i); água que escorre pelo tronco (E_t); precipitação líquida (P_l).

Portanto, a precipitação interceptada pelo dossel (C) pode ser estimada através das medidas de precipitação total (Pt), precipitação interna (Pi), água que escorre pelo tronco (Et) e água interceptada pela serrapilheira (L).

$$C = Pt - Pi - Et - L \quad (3)$$

A precipitação total pode ser determinada em clareiras ou com coletores instalados acima do dossel. Em clareiras (Figura 7), é prática instalar os aparelhos em áreas abertas, a uma distância aproximadamente de duas vezes a altura das copas, para evitar interferência (Lima, 1986). Quando acima das copas das árvores (Jordan e Heuvelop, 1981 ; Lima, 1986), deve-se levar em consideração a influência da velocidade do vento, que será menor quanto mais perto estiver do dossel (Monteith, 1975). Este efeito é minimizado, otimizando a forma do coletor ou protegendo-o contra os altos ventos. Em geral, Pt é calculado como o valor médio das medidas de dois a quatro coletores (Lima, 1986). De preferência estes coletores devem estar bem próximos da área de estudo, porém há registros de aparelhos distantes 100 m (Ford e Deans, 1978; Hutchings, Milne e Crowther, 1988), 200 m (Raich, 1983) e até 300 m (Ford e Deans, 1978) do local. Para o presente trabalho, foram utilizados três coletores para Pt presos a canos de ferro e apoiados à vegetação de bom porte, de forma que ficassem retos e acima desta, distantes aproximadamente 20 m entre eles. Devido a

chuvas muito localizadas, aparelhos mais afastados poderiam comprometer o experimento.

Para a determinação da precipitação interna (P_i) não há, na literatura, uma padronização, nem para o tipo, nem para o número de coletores utilizados.

Quanto ao tipo de coletor, este varia de funil encaixado em garrafas plásticas (Silva, 1983) a sofisticadas "tipping buckets" com resolução de até 0,25 mm (Gash e Morton, 1978), dependendo do número de aparelhos utilizados e dos objetivos do trabalho; sendo sempre adaptáveis à situação e ao poder aquisitivo disponível ao pesquisador (Miller, 1977 citado por Peterson e Rolfe, 1979).

A altura dos coletores também varia bastante, de 14 cm (Kellman e Roulet, 1990) a 150 cm acima da superfície (Franken et al., 1982), sendo as alturas de 20 cm e de 100 cm as mais comuns (Lima, 1976; Peterson e Rolfe, 1979; Raich, 1983; Lloyd e Marques, 1988), por serem estas alturas suficientes para evitar que, respingos de água da chuva que atingem o solo, sejam coletados.

A superfície de captação, em geral, apresenta forma circular (funil) com diâmetro que varia em torno de 12 cm para florestas tropicais; contudo, há registros de coletores com forma retangular (Geiger, 1961; Kellman e Roulet, 1990).

Utilizam-se, além dos pluviômetros mencionados, calhas de diferentes comprimentos e larguras de acordo com a realidade local, como em Jordan e Heuveldop (1981), Castro et al. (1983) e Cabral (com. pessoal). As calhas oferecem uma medida menos pontual, apesar de maior resistência ao vento,

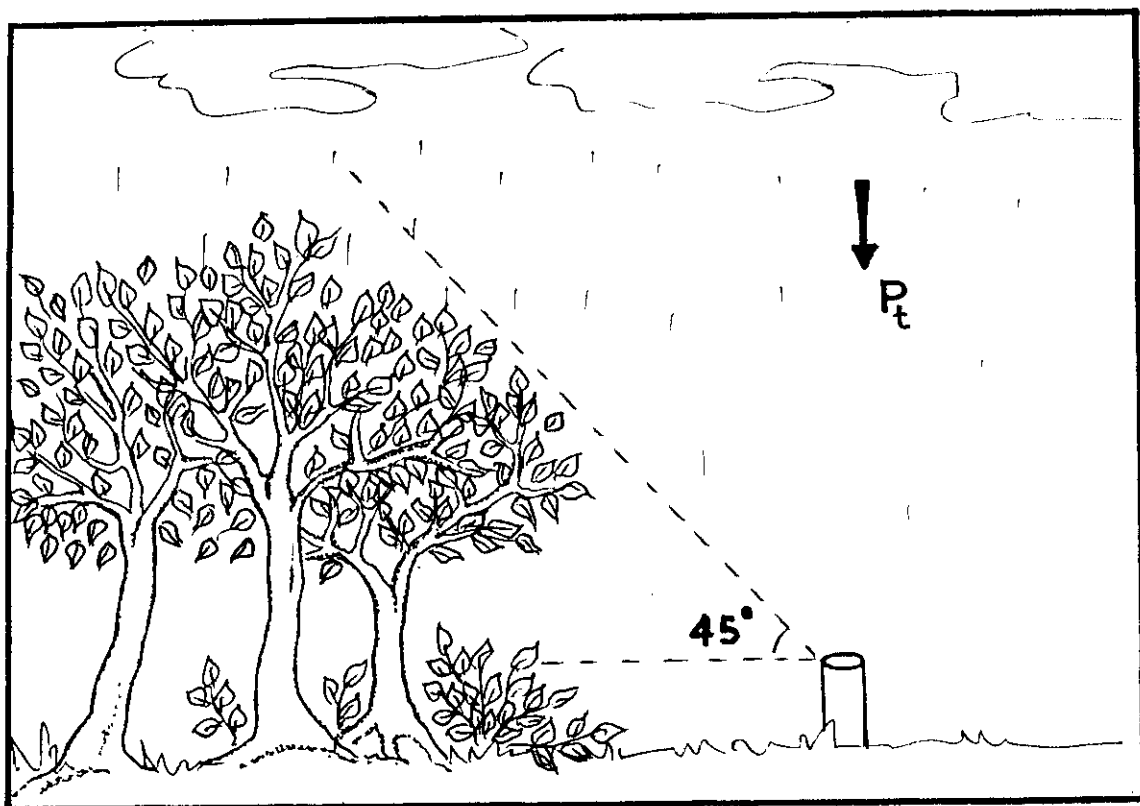


Figura 7 - Localização do coletor de Precipitação total
(P_t) em clareiras.

favorecendo a evaporação e estão sujeitas a maior interferência de respingos, tanto do solo para calha, quanto desta para o solo.

Cada qual, naturalmente, apresenta suas vantagens. Os pluviômetros oferecem tamanho razoável, fácil confecção e transporte, sendo ideais quando precisamos mudá-los de lugar. Para este trabalho, foram usados 40 pluviômetros móveis à 75 cm de altura e 20 pluviômetros fixos à 120 cm.

Os pluviômetros foram confeccionados com tubo de PVC de 10 cm de diâmetro, resultando em área de captação de $78,5 \text{ cm}^2$ (esquema dos pluviômetros é apresentado na Figura 8). Os coletores móveis tinham 75 cm de comprimento e funil encaixado, minimizando a evaporação. O fundo construído com tampa de PVC, para este diâmetro, após colado foi vedado com borracha de silicone. A mais ou menos $2/3$ da altura, os aparelhos foram seguros por braçadeira, que serviram de suporte para três fios de nylon que fariam o estaiamento. Grampos de alumínio (18 cm), presos aos fios, fixaram os coletores no solo. Os tubos de PVC servem de depósito para até 5,8 litros de água da chuva, não havendo, portanto, possibilidade de transbordar.

Os pluviômetros fixos estavam a 1,20 m de altura e foram confeccionados com 30 cm de tubo de PVC, de 10 cm de diâmetro, com funil acoplado. O fundo foi de acrílico, tendo nele mangueira colada que se estendeu até um garrafão de 5 litros, sendo a mangueira vedada ao garrafão. O coletor foi preso em estaca de madeira, que esteve fincada ao solo em posição e altura desejadas.

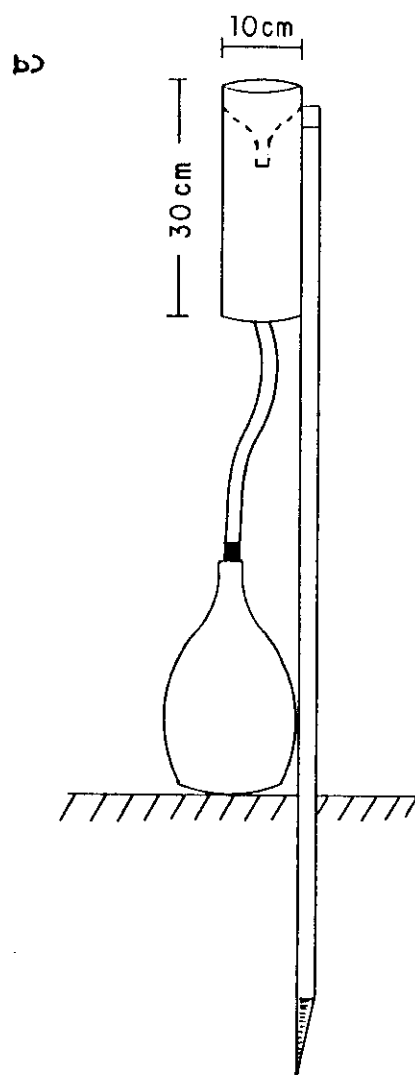
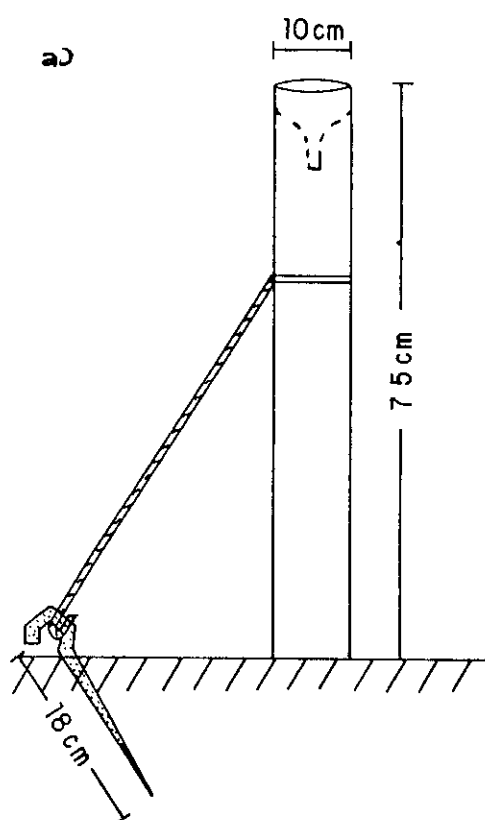


Figura 8 - Coletores de água da chuva: a) aparelho móvel;
b) aparelho fixo.

Os três pluviômetros, para medir a precipitação total, foram do tipo da Figura 8b, sem estaca, presos por cano acima da vegetação, com mangueira até o chão, ligados a um recipiente de 40 litros.

Se quanto às características dos coletores não foi possível observar padronização, quanto ao número de coletores utilizados a variação é mais ampla. O número de coletores fixos por talhão variou de 1 (um) em Tamm (1951) a 100 em Czarnowski e Olszewski (1970), em um estudo empírico sobre o número mínimo de aparelhos fixos necessários em tal condição de trabalho. A variação dos coletores móveis se deu entre 1 (um) em Wilm (1943) e 20 em Helvey (1967), (Kimmins, 1973).

A validade da redução do número de coletores pelas mudanças aleatórias dos aparelhos de lugar, é comprovada através do método estatístico de Wilm (1943).

Para determinar se o número de coletores utilizados para determinar P_i é o adequado e para comparar a eficiência da rotatividade dos coletores, o número de coletores ideais foi calculado como o proposto por Kimmins (1973):

$$\text{Número de coletores} = t^2 \times cv^2 / c^2 \quad (4)$$

onde t é o t de Student, para o intervalo de confiança desejado a um nível de probabilidade; c é o intervalo de confiança como uma porcentagem da média e cv é o coeficiente de variação.

A água que escorre pelo tronco (E_t), em geral, não é

mais que 5% do total da precipitação (Castro *et al.*, 1983; Feller, 1981; Ford e Deans, 1978; Gash e Morton, 1978; Lima, 1986; Miranda, 1985) e é maior em cascas lisas do que em rugosas (Feller, 1981). A maioria dos trabalhos para a determinação de Et foi realizada em monoculturas ou onde o número de espécies era muito pequeno (Lima, 1976; Ford e Deans, 1978), e ainda em florestas com troncos mais lisos (Kellman e Roulet, 1990), portanto, onde não houve necessidade de muita modificação na metodologia convencional, que é a do coletor tipo colarinho (Likens e Eaton, 1970). A vegetação do cerrado, com seus troncos tortuosos e rugosos, requer metodologia apropriada. Considerando os baixos valores de Et citados na literatura e a grande dificuldade em estabelecer uma metodologia adequada para a vegetação do cerrado, o valor de Et não foi medido.

A medida de L (interceptação da serrapilheira) não é determinada na maioria dos trabalhos. Dunne e Leopold (1978) e Helvey (1964) foram as únicas citações encontradas nesta área e apresentam uma técnica que deveria ser desenvolvida e adaptada para a vegetação do cerrado.

Portanto, a interceptação da água da chuva foi calculada de acordo com a equação :

$$I = P_t - P_i \quad (5)$$

O início do processo de interceptação é marcado por um estoque da água da chuva, acumulado na vegetação antes de começar a gotejar, que é denominada capacidade de

armazenamento (Gash e Morton, 1978). Esta capacidade depende do tamanho, forma, inclinação, rugosidade e composição da folha; viscosidade da água, pressão externa no líquido, quantidade de precipitação e da superfície de tensão entre a folha e a água como um processo hidrostático (Leonard, 1965).

Para estimar a capacidade de armazenamento (S), utilizamos o método proposto por Gash e Morton (1978), que consiste na construção de um gráfico relacionando P_t a P_i , para chuvas individuais que ocorram a intervalos de pelo menos 8 horas, tempo necessário para secagem da vegetação. O valor da capacidade de armazenamento será o do ponto negativo de intercessão da reta com o eixo "y". Tal reta deverá cobrir todos os pontos do gráfico. Com este procedimento, assume-se que para estes pontos superiores não ocorreu evaporação.

Além dos dados de P_t e P_i , obtivemos também a duração e intensidade das pancadas de chuva, diária e semanalmente, pela utilização de dois pluviógrafos (marcas Wilh. Lambrecht), postos em pequena clareira a aproximadamente 100 m do talhão de coletas.

MEDIDAS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL E PRECIPITAÇÃO INTERNA

As medidas dos pluviômetros foram obtidas, despejando-se a água depositada no aparelho pós chuva em uma proveta, com precisão de 500 mililitros (depois convertidos para milímetro), pela relação de medida do pluviômetro padrão com a chuva que cai em um metro quadrado de área, sendo a

passagem de $1l/m^2$ para $1mm$ feita da seguinte forma:

$$1l/m^2 = 1dm^3/m^2 = 1dm^3/10^2 dm^2 = 10^2 mm/10^2 = 1mm$$

Foi considerada P_t , a média entre as medidas dos três aparelhos instalados acima da vegetação.

A precipitação interna (P_i) diária dos coletores móveis foi a média das medidas dos 40 aparelhos, colocados em posição aleatória. A mudança de posição foi feita de duas em duas coletas.

Foi utilizada a média dos 20 pluviômetros fixos, como medida de precipitação interna no outro estrato da vegetação.

OS MÉTODOS DE WILM E RIELEY et al.

O método de Wilm, elaborado em 1943, foi proposto para determinar o número ideal de sensores para estudos meteorológicos, comprovando através dele, a validade da utilização de um menor número de instrumentos, que teriam sua posição alterada, ao invés de uma infinidade de aparelhos fixos. A metodologia é exemplificada com medidas da precipitação interna em uma vegetação.

Parte este trabalho, do princípio que a quantidade de água, coletada no chão da floresta durante uma série de pancadas de chuva, mostra variações no espaço e no tempo. Isto é discutido e uma análise de covariância (variância e regressão linear) é feita, tentando solucionar este problema

de amostragem.

Sendo os coletores posicionados aleatoriamente, suas medidas serão randômicas em relação ao tempo e ao espaço, e a variação de uma simples observação "y" pode descrever uma variação, que é a soma das variações em relação ao tempo (S_t) e ao espaço (S_s), como:

$$S_y^2 = S_t^2 + S_s^2 \quad (6)$$

A variação média em uma amostra de observações feitas em k posições e n unidades de tempo será, então, baseada nas propriedades de variância e da distribuição amostral das médias (Apêndice A - 1), igual a

$$S_y^2 = S_t^2/k + S_s^2/kn \quad (7)$$

A análise dos dados foi realizada em duas partes:

a) estimativa de um valor médio para um período de tempo fixo.

b) estimativa de um valor médio para uma série de pequenas unidades de tempo (naturalmente com perda da eficiência)(Wilm,1943).

Para resolver o primeiro problema, precisamos calcular a média ($\bar{y}$) e a variação em relação ao espaço (S_s^2), a fim de estimarmos o erro padrão $S_{\bar{y}} = (S_s^2/kn)^{1/2}$

Então, se y_{ij} é o valor de precipitação interna associado ao j-ésimo coletor no i-ésimo dia e $\bar{y}_i$ a média diária dos quarenta aparelhos, onde i é igual a 1,2,3,....,n (número de dias) e j é igual a 1,2,3,....,k (número de coletores móveis, no nosso caso 40), teremos:

$$- \text{precipitação interna total} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k y_{ij} \quad (8)$$

$$- \text{média diária de precipitação interna} - \sum_{j=1}^k y_{ij}/k = \bar{y}_i \quad (9)$$

$$- \text{média de } P_i \text{ total} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k y_{ij}/kn = \bar{y} \quad (10)$$

- soma dos quadrados "dentro" das pancadas (SQD)

(ou resíduo da regressão) (Apêndice A - 2)

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \quad (11)$$

$$- \text{quadrado médio dentro} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 / n(k-1) \quad (12)$$

que será usado para estimar S_s^2 .

Tendo em vista que o tempo é fixo, então S_t^2 será igual a zero, o que resulta em $S_y^2 = S_s^2/kn$.

Para o segundo problema, partindo do princípio de que é grande a variância "entre" das observações da precipitação total, fez-se uma análise de regressão linear, para estimar valores diários de coleta E_i (Apêndice A - 3).

O valor estimado E_i , será, portanto:

$$E_i = \bar{y} + b(x_i - \bar{x}) \quad (13)$$

onde E é o valor médio calculado para uma série aleatória em uma unidade de tempo, $\bar{y}$ a média de todas as observações, x_i a precipitação total do i -ésimo dia, $\bar{x}$ a média de P_t diária

calculada por $\sum_{i=1}^n x_i/n$ e b é o coeficiente encontrado pela fórmula (Apêndice A - 4)

$$b = \frac{\sum \sum (x_{ij} - \bar{x})(y_{ij} - \bar{y})}{k \sum (x_{ij} - \bar{x})^2} \quad (14)$$

e a variância de E_i pode ser calculada por

$$\text{Var}(E_i) = s^2 \left(1/kn + (x_i - \bar{x})^2 / \sum (x - \bar{x})^2 \right)$$

ou

$$\text{Var}(E_i) = (k \cdot S_t^2 [(n-1)/n] + S_s^2) \left(1/kn + (x_i - \bar{x})^2 / \sum (x - \bar{x})^2 \right) \quad (15)$$

onde $s^2 = k S_t^2 + S_s^2$ é o QM da falta de ajustamento estimado pela relação (Apêndice A-4)

$$s^2 = \sum k (E(i) - \bar{y}_i)^2 / (n-2)$$

e S_s^2 é o QMD (12) anteriormente calculado na análise de variância.

Assim $k S_t^2$ será dado por

$$k S_t^2 = \sum k (E(i) - \bar{y}_i)^2 / (n-2) - \sum (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 / (n \cdot (k-1)) \quad (16)$$

e o erro padrão $Se_i = (V(E))^{1/2} \quad (17)$

O método de Rieley, Machin e Morton (1969) é uma adaptação do de Wilm, com a diferença que a regressão linear agora passará pela origem, enquanto que a regressão adotada por Wilm passa pelo centróide $(\bar{x}, \bar{y})$. Daí:

$$E_i^* = cx_i \quad \text{onde } c = \sum_i \sum_j x_{ij} y_{ij} / k \sum_i x_i^2 \quad (18)$$

e variância de E_i^*

$$\text{Var} (E_i^*) = s_1^2 x_i^2 / k \sum x_i^2 \quad (19)$$

$$\text{com } s_1^2 = \sum k(E^*(i) - \bar{y})^2 / (n-2) \quad (20)$$

e os cálculos de S^2 feitos com a substituição de E_i^* em lugar de E_i .

A preferência por um ou outro método dar-se-á pela quantidade de pontos que cai próximo à origem. Um teste para decidir qual caso será escolhido consiste em calcular de (13) e (15) E_0 e $V(E_0)$ (fazendo $x_i = 0$ nas expressões) e computar a estatística (Apêndice B, programa 2)

$$t = E_0 / (V(E_0))^{1/2} \quad (21)$$

a qual deverá ser aproximadamente distribuída, segundo uma Students', t com $[n(k-1)-1]$ graus de liberdade (Rieley et al., 1969). Num teste bicaudal, elegemos a hipótese $H_0: \alpha = 0$, contra a hipótese $H_1: \alpha \neq 0$, onde α é o termo independente de x (coeficiente linear da regressão). A aceitação de H_0 equivale à aceitação do modelo que passa pela origem. Assim desde que o número de observações seja maior que 120, se $-1,64 < t < 1,64$, podemos aceitar H_0 com risco de 10%.

A análise dos dados pelos métodos de Wilm e Rieley et al. foi feita pelos programas em "basic" 1 e 2 respectivamente (Apêndice B).

VEGETAÇÃO

A cobertura real do dossel, estimada a 80 cm de altura do solo, foi de 68%, obtida pela observação de 250 pontos; sendo a esta altura, portanto, a cobertura bem maior do que os 50% estimados para a vegetação de cerrado da Estação Ecológica de Águas Emendadas.

A altura média da vegetação foi de 5 m, com algumas árvores chegando a 12 m.

O perfil estrutural esquemático da vegetação é apresentado na Figura 9. Neste perfil foram registrados 93 indivíduos de 35 espécies. Observou-se, no perfil, não haver definição de estratos, apresentando espécies com fisionomia de árvores denominadas arvoretas, por terem menos de 3 m de altura. Encontram-se também espécies da camada lenhosa e rasteira. Eiten (com. pes.*) define a área, em termos de estrutura, como sendo de arvoredos de escruba e árvores. Esta é uma das muitas estruturas, que formam a classe cerrado *sensu stricto*. Segundo ele, esta área da Estação Ecológica de Águas Emendadas compreende uma vegetação descontínua, tipo mosaico, com bordas não nítidas (área isodiamétricas de 20 m x 20 m), onde as plantas lenhosas têm, nestes mosaicos, densidade não uniforme, podendo ser denso ou esparso.

* Eiten, G. . Departamento de Botânica, Univ. de Brasília.

Figura 9 - Perfil estrutural esquemático da vegetação do cerrado da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. Espécies do perfil:

1- *Hancornia speciosa*; 2- *Kielmeyera coriacea*; 3- *Erythroxylum campestre*; 4- *Syagrus petraea*; 5- *Palicourea rigida*; 6- *Erythroxylum campestre*; 7- *Neea theifera*; 8- *Aspidosperma tomentosum*; 9- *Miconia albicans*; 10- *Vochysia rufa*; 11- *Jacaranda decurrens*; 12- *Vochysia rufa*; 13- *Erythroxylum suberosum*; 14- *Rapanea guianensis*; 15- *Neea theifera*; 16- *Kielmeyera coriacea*; 17- *Pouteria ramiflora*; 18- *Syagrus petraea*; 19- *Miconia albicans*; 20- *Didymopanax macrocarpum*; 21- *Didymopanax macrocarpum*; 22- *Miconia albicans*; 23- *Didymopanax macrocarpum*; 24- *Pouteria ramiflora*; 25- *Pouteria ramiflora*; 26- *Didymopanax macrocarpum*; 27- *Didymopanax macrocarpum*; 28- *Pouteria ramiflora*; 29- *Casearia sylvestris*; 30- *Kielmeyera coriacea*; 31- *Didymopanax macrocarpum*; 32- *Rapanea guianensis*; 33- *Didymopanax macrocarpum*; 34- *Rapanea guianensis*; 35- *Heteropteris Byrsonimaefolia*; 36- *Eremantus goyazensis*; 37- *Bauhinia* sp.; 38- *Casearia sylvestris*; 39- *Piptocarpha rotundifolia*; 40- *Miconia albicans*; 41- *Connarus suberosus*; 42- *Erythroxylum tortuosum*; 43- *Aspidosperma tomentosum*; 44- *Miconia rubiginosa*; 45- *Miconia noxia*; 46- *Dimorphandra mollis*; 47- *Casearia sylvestris*; 48- *Rapanea guianensis*; 49- *Vochysia rufa*; 50- *Tabebuia ocracea*; 51- *Caryocar brasiliense*; 52- *Caryocar brasiliense*; 53- *Palicourea rigida*; 54- *Machaerium opacum*; 55- *Byrsonima basiloba*; 56- *Piptocarpha rotundifolia*; 57- *Rapanea guianensis*; 58- *Kielmeyera coriacea*; 59- *Aspidosperma tomentosum*; 60- *Aspidosperma tomentosum*; 61- *Caryocar brasiliense*; 62- *Kielmeyera coriacea*; 63- *Rapanea guianensis*; 64- *Palicourea rigida*; 65- *Pouteria ramiflora*; 66- *Palicourea rigida*; 67- *Duratea hexasperma*; 68- *Erythroxylum deciduum*; 69- *Pouteria ramiflora*; 70- *Pouteria ramiflora*; 71- *Caryocar brasiliense*; 72- *Aspidosperma tomentosum*; 73- *Erythroxylum campestre*; 74- *Erythroxylum campestre*; 75- *Kielmeyera coriacea*; 76- *Erythroxylum deciduum*; 77- *Pisonia noxia*; 78- *Piptocarpha rotundifolia*; 79- *Qualea grandiflora*; 80- *Erythroxylum campestre*; 81- *Erythroxylum suberosum*; 82- *Erythroxylum campestre*; 83- *Piptocarpha rotundifolia*; 84- *Erythroxylum suberosum*; 85- *Davilla elliptica*; 86- *Piptocarpha rotundifolia*; 87- *Davilla elliptica*; 88- *Miconia albicans*; 89- *Kielmeyera coriacea*; 90- *Qualea grandiflora*; 91- *Syagrus petraea*; 92- *Syagrus comosa*; 93- *Byrsonima verbascifolia*.

Ressalta-se que esta descontinuidade é natural, não sendo fruto de perturbações.

A área basal da parcela estudada é de 17.225 cm² (Felfili, Silva Jr., Resende, Machado, Silva e Walter, 1992), sendo este valor superior aos determinados para outras áreas da Chapada Pratinha (Tabela 1). Porém, confirmando as observações de Ramos (1990), de que áreas protegidas de queimas, por mais de 13 anos, apresentam densidade e área basal aproximadamente duas vezes maior do que áreas similares com queimadas bienais.

As espécies encontradas no talhão de amostras caracterizam-no como vegetação de cerrado s.s., estas estão enumeradas no Apêndice C. Dentre as espécies da camada lenhosa, ressalta-se que *Byrsonima basiloba* ocorre em vegetação mais alta e densa tipo cerradão (Eiten, com. pes.).

Quanto a fenologia de espécies de cerrado *sensu stricto*, Oliveira (1991), em estudo realizado no Jardim Botânico de Brasília, mostra que a fenologia do indivíduo adulto, em geral, independe da marca sazonal, esta sendo importante apenas para as plantas novas. Observou, também, que de dezembro a abril há pouca queda de folhas, a quantidade de frutos em geral está diminuindo e há aumento de botões e floração para um maior número de indivíduos. O pico do surgimento de folhas em março sugere, com os outros resultados, um aumento do Índice de Área Foliar (IAF) e biomassa. A Figura 10 apresenta o diagrama com floração, frutificação e surgimento de folhas (adaptado de Oliveira, 1991), para as dezessete espécies de maior IVI nas Águas

Tabela 1 - Característica de vários tipos de cerrado *sensu stricto*, adaptado de Felfili et al.(1992) (Chapada Pratinha).

Local	Número		
	de	densidade	Área ₂ basal
	espécies	(ind./ha)	cm ² /ha
Parque Nacional de Brasília	56	1036	83.174,97
APA Gama-Cabeça de Veado	69	1392	106.493,42
RBAE-Est. Ecol. de Aguas Emen.	73	1403	107.656,57
Silvânia/GO	68	1380	113.011,12
Paracatu/MG	59	664	58.973,52
Patrocínio/MG	68	968	57.828,53

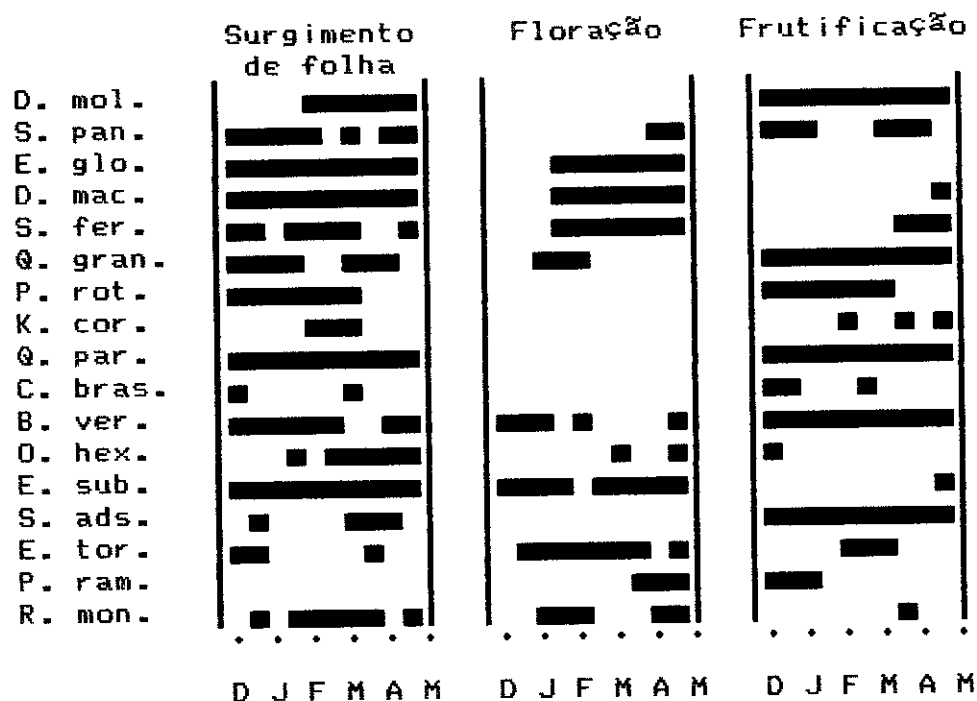


Figura 10 - Diagrama com floração, frutificação e surgimento de folhas das dezessete espécies de maior IVI da Estação Ecológica de Águas Emendadas, para os meses de janeiro a abril.

- D. mol. - *Dimorphandra mollis*
- S. pan. - *Sclerolobium paniculatum*
- E. glo. - *Eremanthus glomerulatus*
- D. mac. - *Didymopanax macrocarpum*
- S. fer. - *Styrax ferrugineus*
- Q. gran. - *Qualea grandiflora*
- P. rot. - *Piptocarpha rotundifolia*
- K. cor. - *Kielmeyera coriacea*
- Q. par. - *Qualea parviflora*
- C. bras. - *Caryocar brasiliense*
- B. ver. - *Byrsonima verbascifolia*
- O. hex. - *Duratea hexasperma*
- E. sub. - *Erythroxylum suberosum*
- S. adst. - *Stryphnodendron adstringens*
- E. tor. - *Erythroxylum tortuosum*
- P. ram. - *Pouteria ramiflora*
- R. mon. - *Roupala montana*

Emendadas (Felfili et al., 1992).

Portanto, a área de estudo possui cobertura de média a alta a 80 cm, densidade e área basal altas em relação a outros cerrados. E o período de estudo decorre em uma fase de renova das folhas, aumento do número de frutos e floração para algumas espécies, resultando em um aumento gradativo do IAF e biomassa com o passar dos meses. Estes são parâmetros que influenciam diretamente os valores da precipitação interna e do coeficiente de interceptação da água da chuva, considerando que, em 68% da área, os coletores estarão posicionados diretamente abaixo da vegetação e nas posições restantes sofrerão influência indireta da vegetação (Lima, 1986).

PRECIPITAÇÃO TOTAL

O período de medidas foi de 02/02/91 a 10/04/91 e resultou em 30 coletas diárias. Aproximado número de coletas foi apresentado no Brasil por Castro et al. (1983) para mata natural secundária (28 observações), e por Leopoldo et al. (1981) para cana-de-açúcar (31 observações).

Destas 30 coletas foram descartadas cinco, por prováveis erros de medidas, sendo caracterizadas como "outliers" pelo procedimento "univariate do software SAS" e pelo método "Least Median Square" proposto por Massart, Kaufman, Rousseeuw e Leroy (1986). Portanto, análises posteriores não levam tais medidas em consideração.

A precipitação total (Pt), acumulada durante este

período, foi de 815 mm, sendo o total de precipitação para os referidos meses de 774,2 mm para a Estação do Taquara, 622,5 mm para a Estação do CPAC/ EMBRAPA e 581,4 mm para Planaltina (colégio agrícola)(dados fornecidos pelo Dr. Marcos Costa, ETE norte). Contudo, a medida encontrada neste trabalho está dentro da variação para os valores máximos encontrados nestas três estações meteorológicas mais próximas da área de estudo, onde, pela análise dos dados dos últimos vinte anos, obtivemos 774,2 mm, 995,7 mm e 663,1 mm de precipitação respectivamente.

As pancadas de chuvas variaram de 9 mm a 67 mm, sendo as entre 10 mm e 20 mm mais frequentes, como em Franken et al.(1982) e Lima (1976)(Figura 11).

A determinação da intensidade das pancadas de chuva foi possível na maioria dos dias de coleta. Esta variou de 4,1 mm/h a 93,9 mm/h, sendo que a intensidade média para as chuvas amostradas foi de 12,3 mm/h. Para chuvas com duração menor que uma hora, a intensidade média foi de 49 mm/h e para maiores de uma hora (68% dos casos), 9 mm/h. Características das pancadas de chuva, intensidade e duração são apresentadas na Tabela 2.

PRECIPITAÇÃO INTERNA

Para a determinação da precipitação interna (P_i), os coletores tiveram suas posições alteradas após dois dias de coleta. Este procedimento, na posição dos aparelhos, permitiu amostrar 97% dos quadrados pelo menos uma vez e 85% duas

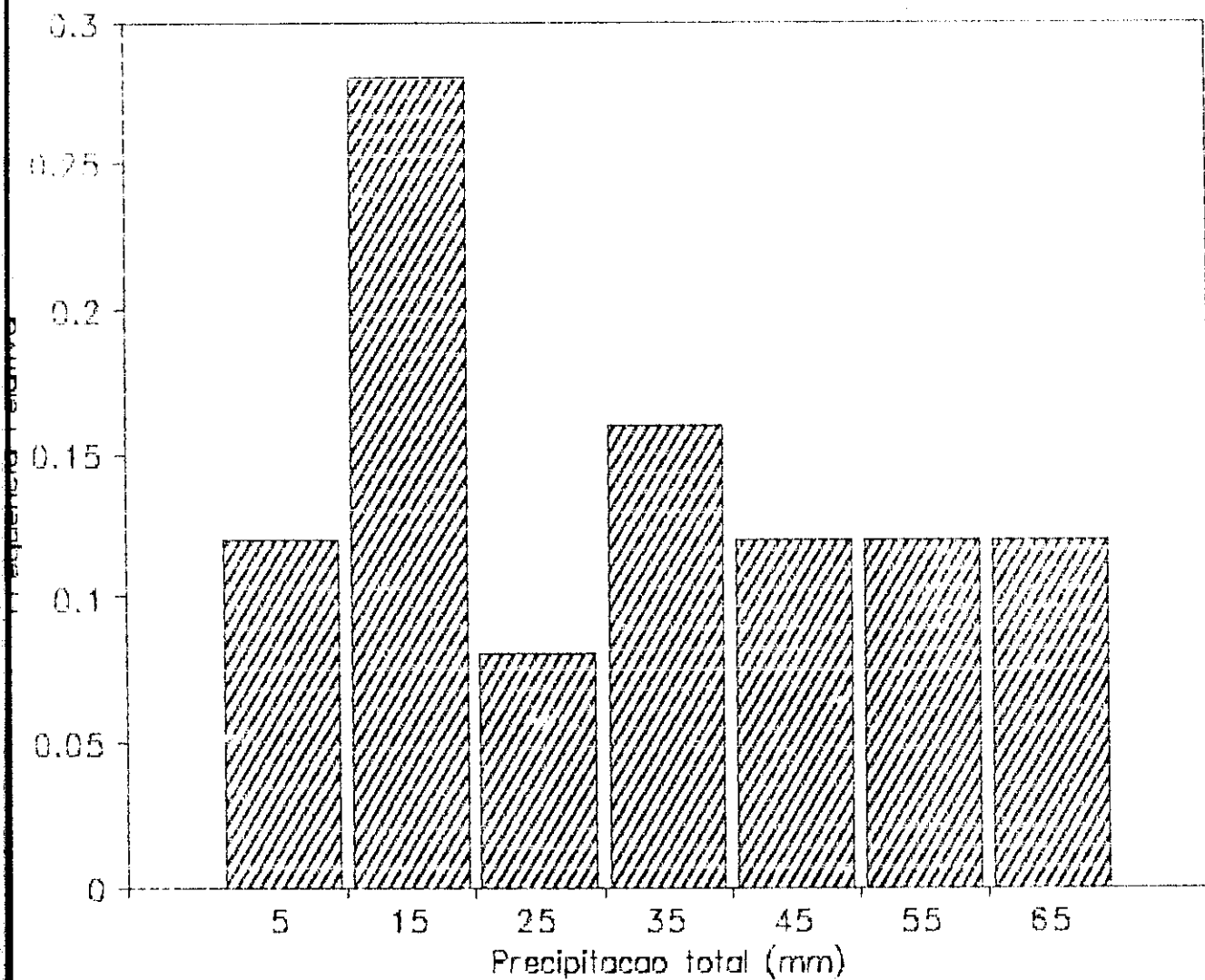


Figura 11 - Diagrama de frequência para a precipitação total (Pt) no período de 02/02/91 a 10/04/91, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

Tabela 2 - Intensidade (i) e duração (d) da precipitação total (Pt) durante o período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

N	Data	Pt	d	i
	1991	mm	min	mm/h
1	2-2	10	-	-
2	3-2	10	-	-
3	9-2	33	-	-
4	10-2	62	40	93,9
5	14-2	57	-	-
6	15-2	43	120	21,5
7	16-2	40	60	40,0
8	17-2	31	130	14,3
9	20-2	14	-	-
10	21-2	14	205	4,1
11	22-2	67	70	57,2
12	23-2	28	60	28,0
13	24-2	19	45	25,3
14	28-2	55	330	10,0
15	1-3	26	110	14,2
16	5-3	47	35	80,6
17	6-3	20	-	-
18	7-3	41	670	3,7
19	13-3	12	-	-
20	14-3	9	-	-
21	15-3	65	250	15,6
22	19-3	32	600	3,2
23	21-3	11	100	6,6
24	22-3	53	-	-
25	1-4	16	100	9,6

N = número da coleta

Valores ausentes de d e i são consequência de problemas com o pluviógrafo.

vezes, havendo casos em que o quadrado foi amostrado seis ou sete vezes (Figura 12).

Os valores médios da precipitação interna, por coleta, com os respectivos desvios padrões e coeficientes de variação, são apresentados na Tabela 3 para os coletores móveis e na Tabela 4 para os coletores fixos.

O coeficiente de variação da precipitação interna média esteve, em sua maioria, entre 20% e 30%, nunca excedeu a 45% para os coletores móveis e apenas uma vez o fez para os coletores fixos, sendo então a média considerada representativa para os valores diários (Toledo e Ovalle, 1988). Valores de coeficiente de variação entre 25% e 33% foram observados por San José e Montes (1992), para valores de P_i nas savanas venezuelanas e entre 17% e 38% para seringueiras (Cabral, com. pes.). Estes valores refletem a variação temporal e espacial de P_t , assim como a intensidade e duração do evento.

Nos diagramas de frequência de coletas diárias (Figura 13), para aparelhos móveis a moda de P_i esteve entre 0 mm e 10 mm e para fixos, entre 20 mm e 30 mm. Os coletores móveis também apresentam menor porcentagem de valores altos de coleta, uma vez que diminuimos a probabilidade de chuvas em aberto, com o rodízio, tendo desta forma uma melhor amostragem na distribuição da vegetação. As coletas nos pontos em aberto mostraram-se homogêneas, contudo com valores bem diferentes dos determinados acima da vegetação (P_t), não havendo incidência de valores máximos ou mínimos. Em Manokaran (1979), para floresta tropical na Malásia a moda da

				①	①	①	①					①			
				6	①	2	①					5	5		
①	4	2	2	5	3	①	3	3	4	4	6	4	5		
①	2	3	2	3	3	2	4	6	5	2	4	①	3		
①	4							3	①						2
①	3					4	5	5	3					4	4
		2	①	4	4	5	5	6	4			2	2	3	2
		3	3	4	2	2	3	①	6			4	2	4	3
①	2			2	4			2	①	3	6	2	5	5	3
①	4			5	4			3	2	7	2	2	6	4	2
2	8	6	6			2	3	3	2	6	3	4	①		
①	3	6	3				3	4	6	3	3	3	4		
①	3	5	3	2	3	4	4	3	3	5	①			3	3
①	3	4	①	3	5	3	4	①	2	5	4			3	
						3	4	4	4	4	4	5	5	4	5
						5	3	①	3	4	3	3	5	2	3

Figura 12 - Número de vezes em que cada parcela foi amostrada, para a determinação da precipitação interna (Pi).

Tabela 3 - Precipitação interna (Pi) coletada com aparelhos móveis durante o período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

N	Data	Pt	Pi	dp	cv
	1991	mm	mm	mm	%
1	2-2	10	5,4	1,0	19
2	3-2	10	6,5	1,9	30
3	9-2	33	23,9	6,2	26
4	10-2	62	45,0	7,8	17
5	14-2	57	25,7	5,6	22
6	15-2	43	28,1	5,3	19
7	16-2	40	22,4	6,3	28
8	17-2	31	17,8	3,0	17
9	20-2	14	9,2	2,6	28
10	21-2	14	9,9	2,5	26
11	22-2	67	38,1	11,5	30
12	23-2	28	19,8	5,1	26
13	24-2	19	9,9	3,9	40
14	28-2	55	26,8	4,4	16
15	1-3	26	12,1	4,7	39
16	5-3	47	20,2	7,3	36
17	6-3	20	13,1	4,9	38
18	7-3	41	16,7	4,0	24
19	13-3	12	5,6	1,6	28
20	14-3	9	5,3	1,8	33
21	15-3	65	20,8	4,5	21
22	19-3	32	22,6	5,0	22
23	21-3	11	5,0	0,9	18
24	22-3	53	15,3	2,7	17
25	1-4	16	8,4	3,6	43

N = número da coleta
Pt = precipitação total
dp = desvio padrão
cv = coeficiente de variação.

Tabela 4 - Precipitação interna (Pi) coletada com aparelhos fixos durante o período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

N	Data	Pt	Pi	dp	cv
	1991	mm	mm	mm	%
1	2-2	10	3,8	1,1	29
2	3-2	10	7,4	2,0	27
3	9-2	33	28,0	4,2	15
4	10-2	62	58,1	15,4	27
5	14-2	57	35,2	6,7	19
6	15-2	43	35,2	5,5	16
7	16-2	40	25,3	6,7	27
8	17-2	31	21,8	2,6	12
9	20-2	14	10,7	2,0	19
10	21-2	14	12,6	3,7	29
11	22-2	67	36,3	10,0	28
12	23-2	28	23,3	5,4	23
13	24-2	19	13,8	6,9	50
14	28-2	55	38,1	8,3	22
15	1-3	26	14,8	2,9	20
16	5-3	47	18,9	3,8	20
17	6-3	20	15,7	3,9	25
18	7-3	41	22,5	5,5	25
19	13-3	12	7,4	1,7	23
20	14-3	9	6,1	1,3	22
21	15-3	65	23,2	6,2	27
22	19-3	32	23,0	2,6	11
23	21-3	11	8,1	1,6	19
24	22-3	53	20,2	4,2	21
25	1-4	16	10,0	3,3	33

N = número da coleta

Pt = precipitação total

dp = desvio padrão

cv = coeficiente de variação

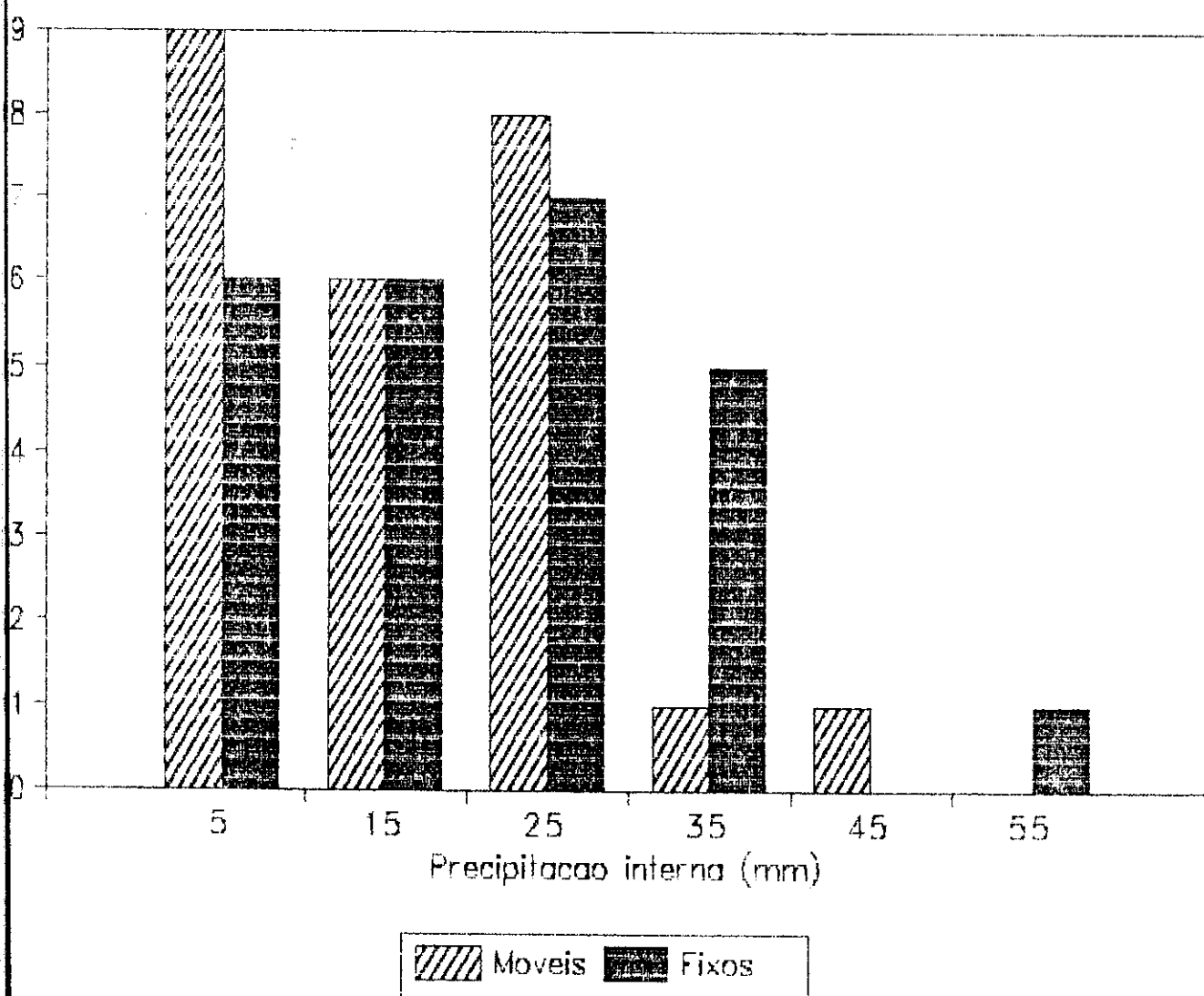
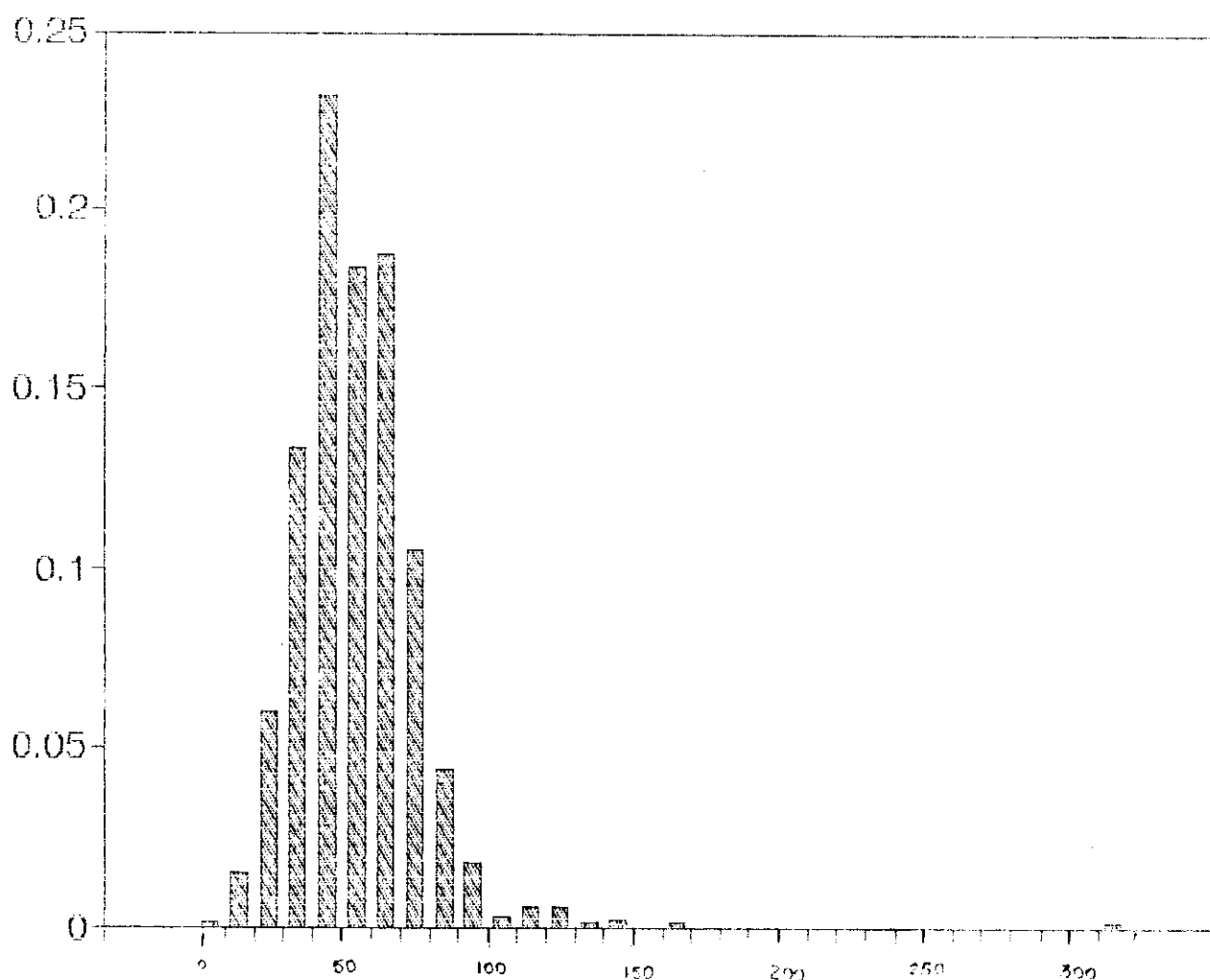


Figura 13 - Diagrama de frequência da precipitação interna, para coletores móveis e para coletores fixos, durante o período de 02/02/91 a 10/04/91, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

distribuição anual esteve entre 0,25 mm e 2,54 mm, quantidade de chuva que, para a vegetação do cerrado, não resultaria em medidas de P_i .

A porcentagem de precipitação interna e precipitação total, para coletores móveis, variou de 29% a 73% e para coletores fixos, de 36% a 94%. O valor de P_i expresso como porcentagem de P_t , para o período, é apresentado na Figura 14. Do total de 1000 pontos amostrados, 2% apresentam valores de P_i maiores do que a precipitação total, nas medidas com os coletores móveis, e 5% das 500 medidas o fazem nas medidas com os coletores fixos. Esta porcentagem é menor do que a apresentada por Gash e Stuart (1977) para *Pinus sylvestris* (3%) e por Lloyd e Marques (1988) para floresta amazônica (29%). Estes são os pontos onde ocorrem encontro das bordas das copas das árvores ou convergência das mesmas, resultando em gotejamento para um mesmo local. Embora alguns pontos na área de amostragem tenham resultado em medidas de P_i maiores do que medidas de P_t , em nenhum dos dias o valor médio de P_i foi superior ao valor de P_t (Tabela 4), como ocorreu em 5% dos dias amostrados por San Jose e Montes (1992) para savanas.

Do total de chuva considerada no período, 429,4 mm foi coleta como precipitação interna nos coletores móveis (75 cm do solo), resultando em 52% da precipitação total, com variação de 28% a 73%. Para os coletores fixos (120 cm acima do solo), a P_i coletada foi de 484,3 mm, isto é, 59% de P_t , variando de 38% a 94%. Houve, portanto, uma redução de 7% no valor de P_i entre a altura de 120 cm e 75 cm (o teste U de



Pi como proporção de Pt

Figura 14 - Diagrama de freqüência da precipitação interna como porcentagem da precipitação total, para medidas por coletor móvel, no período de 02/02/91 a 10/04/91, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

Mann' Whitney acusou diferença significativa entre as médias a 95%). Esta redução pode ser consequência da quantidade de vegetação entre as duas camadas do estrato amostrada, assim como dos respingos produzidos pela queda das gotas de chuva "splash out" por entre elas.

Nas análises dos dados diários foram calculados médias, desvios padrões e coeficientes de variação, considerando a normalidade dos mesmos; foi feito teste de compatibilidade ao nível de 5% de significância (Oliveira, com. pes.*). É de ressaltar que, em sua maioria, os valores das médias foram iguais aos das medianas. Contudo, nos diagramas de frequência de Pi como um todo, as medidas não estavam distribuídas como uma normal (teste Ki-quadrado e feito através do SAS). Observamos que os valores "outliers" não foram os mínimos ou máximos das caudas, mas os valores centrais. Por tal motivo, fomos obrigados a usar o teste de Mann' Whitney, não paramétrico para comparar as médias entre as duas alturas.

Resultados semelhantes de Pi foram apresentados por Kellman e Roulet (1990) em floresta tropical seca (50% a 95%), por Clegg (1946), citado em Raich (1983), para floresta tropical Úmida em Porto Rico (46%) e por Raich (1983), para floresta Úmida na Costa Rica (52%). Para a vegetação do cerrado no D.F., Silva (1983) concluiu não haver diferença significativa entre Pi e Pt e Lima (1983) obteve Pi de 72% para uma área de cerrado em Piracicaba, S.P.. Estas diferenças podem ser explicadas pelo estágio de desenvolvimento da vegetação, metodologia de coleta

* OLIVEIRA, S. de A.. Depart. de Agronomia, Univ. de Brasília.

(coletores móveis ou fixos), intensidade e duração das pancadas de chuva. O mesmo pode ser observado para floresta subtropical Úmida em Porto Rico (46% a 70%), bosque úmido premontano (68% a 94%) na Costa Rica e savanas vezuelanas (74% a 91%) (Tabela 5).

A relação entre precipitação interna e precipitação total é apresentada na Figura 15 para coletores móveis e fixos. Estas comportam-se de forma linear até aproximadamente a precipitação total de 70 mm, como em Lima (1976), Franken et al. (1982), Jackson (1974) e Manokaran (1979). Segundo San José e Montes (1992), relações quadráticas entre P_i e P_t sugerem que, para valores de P_t muito altos, mais chuva chega ao solo como "stem flow", uma vez que a folhagem está saturada. Para a vegetação de cerrado, com seus troncos tortuosos, muito da água que escorre pelos troncos atinge o solo na forma de gotejamento e seria considerada como P_i .

Na Figura 15, a relação de P_t e P_i , para coletores móveis e fixos, apresenta as retas de regressão das relações entre P_t e P_i , para coletores móveis e fixos respectivamente

$$P_i = 0,46P_t + 2,2 \quad (r^2 = 0,7351) \quad (1)$$

e

$$P_i = 0,55P_t + 2,8 \quad (r^2 = 0,6968) \quad (2)$$

com 95% de confiabilidade.

Tabela 5 - Porcentagem de precipitação interna (Pi) para diferentes vegetações de clima tropical.

local país	vegetação	Pi %	referência
Brasil	Cerrado	100	Silva (1983)
Brasil	Cerradão	72	Lima (1983)
Brasil	F. amazonica t.f.	77	Franken et al. (1982)
Brasil	F. trop. umida	91	Lloyd e Marques F. (1988)
Brasil	M. natural sec.	87	Castro et al. (1983)
C. Rica	Umida de ter.b.	52	Raich (1983)
C. Rica	B. umido premont.	94	*Mc Coll (1970)
C. Rica	B. umido premont.	68	*Johnson et al. (1977)
C. Rica	F. trop. umida	84	*Zambrana (1975)
C.do Marfim	F. sempre verde	77-90	*Bernhard-Reversat (1978)
El Salvador	Premontano umido	85	*Price (1977)
Ghana	F. sazonal umida	84	*Nye (1961)
Ilh. Mauricio	B. montano	67	*Vaughan e Wiehe (1947)
Malasia	F. chuvosa	81	*Kenworthy et al. (1971)
México	F. trop. seca	50-95	Kellman e Roulet (1990)
Nova Guiné	B. pluv. mont. b.	30-80	*Edwards (1977)
Nigeria	M. s. decidua	97	*Hopkins (1960)
Panama	F. tropical	81	*Golley et al. (1975)
P. Rico	F. subt. umida	46	*Clegg (1946)
P. Rico	F. subt. umida	70	*Jordan (1968)
P. Rico	F. subt. umida	61	*Sollins e Drewry (1970)
P. Rico	F. subt. umida	67	*Clements e Colon (1975)
Uganda	B. montano	65	*Hopkins (1960)
Venezuela	F. Amaz. umida	87	Jordan e Heuvel dop (1981)
Venezuela	Savana	91	*Herrera (1979)
Venezuela	Savana	74-82	S. Jose e Montes (1992)
Zaire	Miombo	79	*Malaisse (1978)

* referências citadas por Raich (1973).

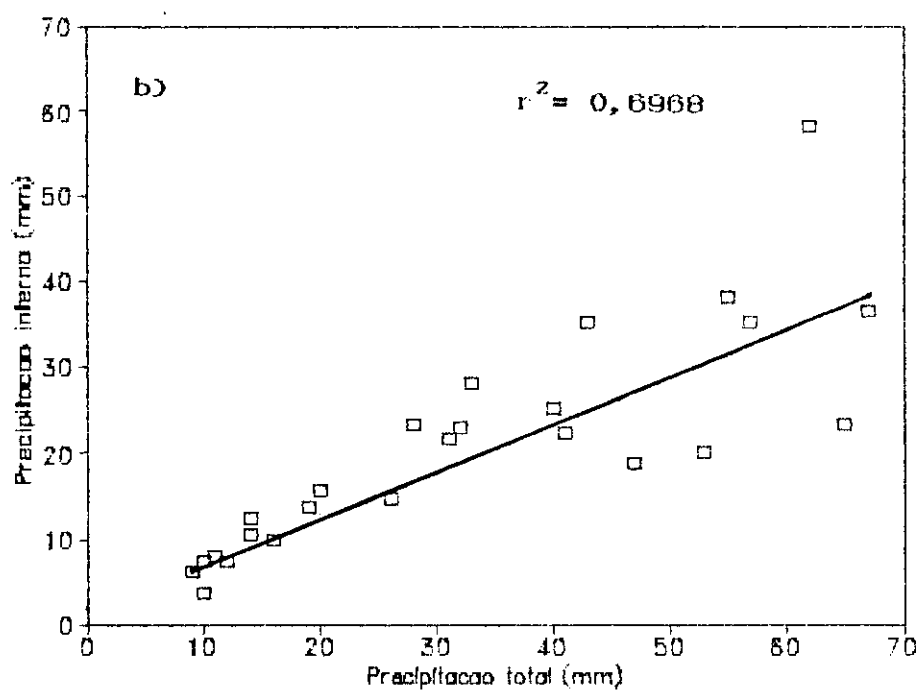
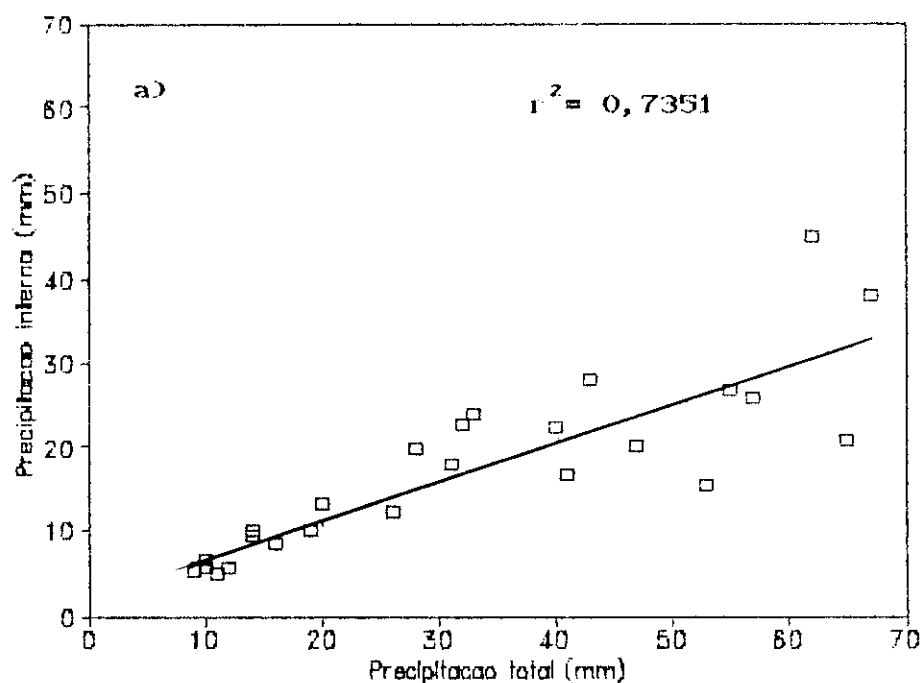


Figura 15 - Regressão linear da relação entre precipitação interna e precipitação total, para medidas com coletores móveis (a) e fixos (b), no período de 02/02/91 a 10/04/91 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.

NÚMERO IDEAL DE PLUVIÔMETROS

O número ideal de pluviômetros fixos, estimado por Kimmins (1973) para 95%, 90%, 80% e 60% de confiabilidade, usando médias diárias de precipitação interna e coeficiente de variação, são apresentados nas Tabelas 6 e 7 para os dados obtidos com os coletores móveis e fixos, respectivamente.

Observamos que, para as medidas dos 40 coletores móveis utilizados, nenhuma vez trabalhamos com 95% de confiabilidade, uma vez que o número ideal de coletores variou entre 56 e 347; apenas cinco vezes não o fizemos para o intervalo de 90% (dias com os mais altos coeficientes de variação). Trabalhamos, no entanto, acima da confiabilidade de 80%, onde o número máximo de pluviômetros necessário foi de 13. A Figura 16 apresenta a relação entre limite de confiança da média e o número ideal de pluviômetros, para o menor e maior valor de coeficiente de variação nos coletores móveis.

Também para coletores fixos, o número foi insuficiente para trabalharmos a 95% de confiabilidade. Para 90% de confiabilidade, apenas 10 vezes satisfizemos o número requerido de coletores, com a utilização de 20 coletores fixos. Duas destas vezes citadas, na 15a. e 16a. coletas, foram situações não confiáveis para os coletores móveis. Trabalhamos com os aparelhos fixos, com confiabilidade maior de 80%, como para os coletores que se moviam aleatoriamente.

Tabela 6 - Número ideal de aparelhos móveis, por coleta,
necessário para atender o limite de confiança da média.

Coleta no.	Número de coletores confiabilidade			
	95%	90%	80%	60%
1	78	15	3	1
2	195	37	6	1
3	147	28	5	1
4	63	12	2	1
5	105	20	3	1
6	78	15	3	1
7	170	32	6	1
8	63	12	2	1
9	170	32	6	1
10	147	28	5	1
11	195	37	6	1
12	147	28	5	1
13	347	65	11	2
14	56	10	2	1
15	330	62	11	2
16	281	53	9	1
17	313	59	10	2
18	125	24	4	1
19	170	32	6	1
20	236	44	8	1
21	96	18	3	1
22	105	20	3	1
23	70	13	2	1
24	63	12	2	1
25	401	76	13	2

Tabela 7 - Número ideal de aparelhos fixos, por coleta,
necessário para atender ao limite de confiança da média.

Coleta nº.	Número de coletores confiabilidade			
	95%	90%	80%	60%
1	182	34	6	1
2	158	30	5	1
3	49	9	2	1
4	158	30	5	1
5	78	15	3	1
6	56	10	2	1
7	158	30	5	1
8	31	6	1	1
9	78	15	3	1
10	182	34	6	1
11	170	32	6	1
12	115	22	4	1
13	542	102	18	3
14	105	20	3	1
15	87	16	3	1
16	87	16	3	1
17	136	26	4	1
18	136	26	4	1
19	115	22	4	1
20	105	20	3	1
21	158	30	5	1
22	26	5	1	1
23	78	15	3	1
24	96	18	3	1
25	236	44	8	1

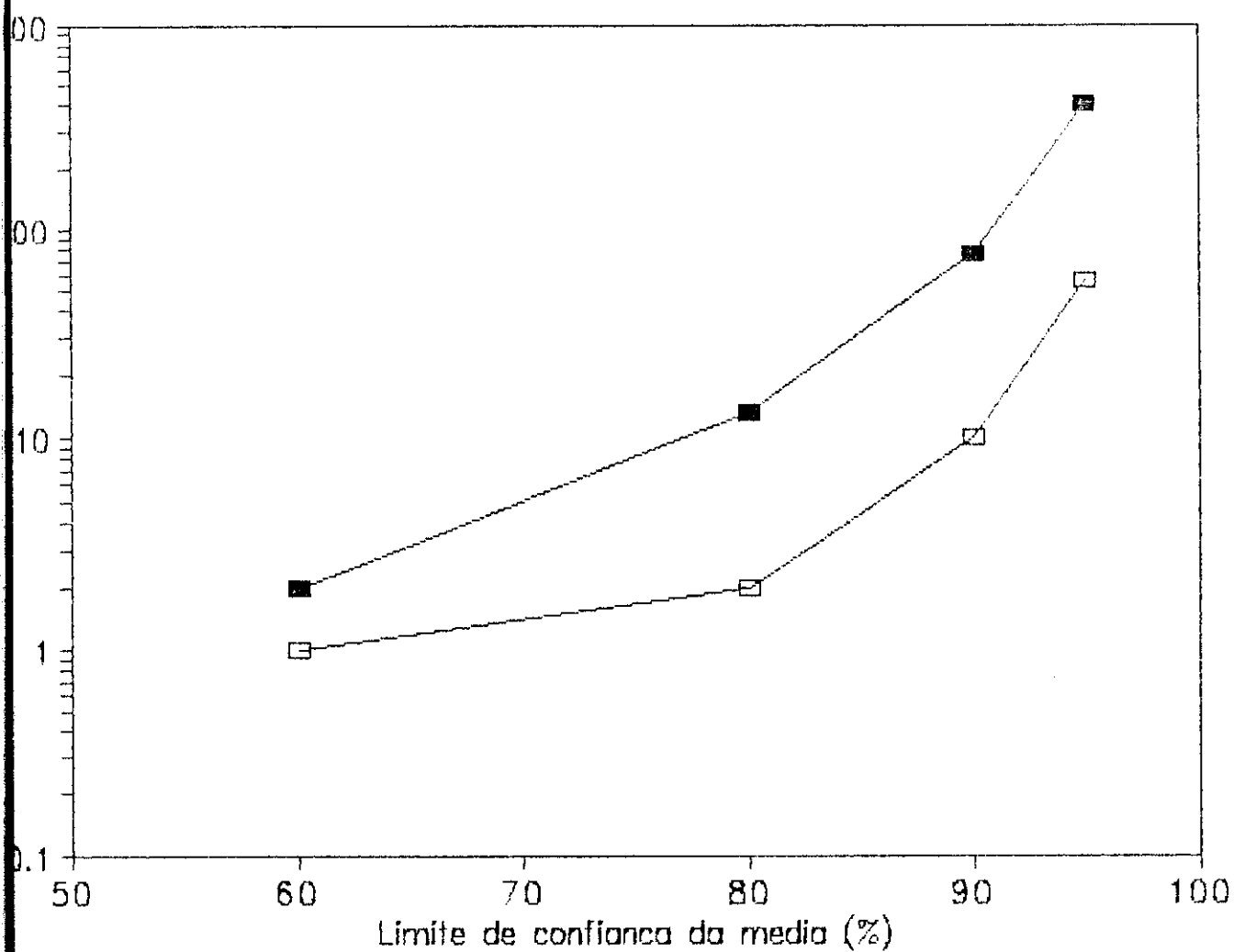


Figura 16 - Relação entre o limite de confiança da média e o número ideal de coletores, para o menor e maior valor do coeficiente de variação nos aparelhos móveis.

O coeficiente de variação dos coletores fixos utilizados foram, em sua maioria, menor do que o coeficiente de variação para os coletores móveis, talvez porque o sorteio de suas posições tenha proporcionado bons resultados, uma vez que não estavam totalmente sob clareiras ou sob pontos de gotejamento, proporcionando uma amostra homogênea, além da medida dos aparelhos fixos ser pontual, amostrando sempre o mesmo lugar.

A estimativa de 40 coletores móveis, para determinar P_i para a vegetação do cerrado, apresentada neste trabalho, é bem maior do que o número do máximo de coletores (20), utilizado por outros autores em outros tipos de vegetação. Contudo, justifica-se tal número, pela diversidade e estratificação da vegetação de cerrado.

OS MÉTODOS DE WILM E RIELEY et al.

Os métodos de Wilm (1943) e Rieley et al. (1969) foram testados para estimativa de um valor médio, para todo o período de medidas e para estimativa dos dados diários.

A princípio, fizemos o teste t (Rieley et al., 1969; equação 21) com 90% de confiabilidade, para decidir na escolha de um ou outro método. Quando utilizamos todas as coletas, inclusive as com pancadas acima de 100 mm, o resultado indicou que a reta verdadeira não passaria pela origem; ao serem retirados tais dados, o teste sugere que a reta passaria pela origem, confirmando Rieley et al. (1969) de

que o método, proposto por ele, se adequaria melhor a valores mais baixos de precipitação.

Os resultados da aplicação da metodologia de Wilm, para os dados do nosso trabalho, são apresentados na Tabela 8. A reta de regressão, para estimar os valores de precipitação interna encontrada foi

$$P_i = 0,46 P_t + 2,4 \quad r^2 = 0,5980 \quad (3)$$

Observamos que quando é levada em consideração a variação temporal e espacial dos coletores, os valores do coeficiente de variação são bastante reduzidos, sendo no máximo igual a 15%.

A porcentagem de P_i , obtida para o período todo, foi de 53%, valor similar ao calculado com os dados amostrados (52%).

Obtivemos, também, a estimativa de P_i segundo o método de Rieley et al. (1969) (Tabela 9)

$$P_i = 0,51 P_t \quad r^2 = 0,8594 \quad (4)$$

A precipitação interna, para o período amostral, foi estimada em 51%, valor próximo ao obtido pela metodologia de Wilm e pelos dados reais.

Os valores dos coeficientes de variação foram superiores aos calculados pelo método de Wilm, atingindo valor máximo de 28%.

Ao fazermos a análise para o número de coletores,

Tabela 8 - Estimativas dos valores de precipitação interna (Pe), obtidos através da metodologia de Wilm (1943).

Coleta	Data	Pt	Pi	Pe	cv
n	1991	mm	mm	mm	%
1	2-2	10	5	6	14
2	3-2	10	6	6	14
3	9-2	33	23	17	5
4	10-2	62	44	30	3
5	14-2	57	25	28	3
6	15-2	43	28	22	4
7	16-2	40	22	20	4
8	17-2	31	17	16	6
9	20-2	14	9	8	11
10	21-2	14	10	8	11
11	22-2	67	38	33	6
12	23-2	28	19	15	6
13	24-2	19	9	11	8
14	25-2	55	26	27	3
15	28-2	26	12	14	6
16	1-3	47	20	23	4
17	5-3	20	13	11	8
18	6-3	41	16	21	4
19	7-3	12	5	7	12
20	13-3	9	5	6	15
21	14-3	65	20	32	6
22	15-3	32	22	17	5
23	19-3	11	5	7	13
24	20-3	53	15	26	3
25	21-3	16	8	9	10

Pt - precipitação total

Pi - precipitação interna

cv - coeficiente de variação

Tabela 9 - Estimativas dos valores de precipitação interna (Pe), obtidos através da metodologia de Rieley et al. (1969).

Coleta	Data	Pt	Pi	Pe	cv
n	1991	mm	mm	mm	%
1	2-2	10	5	5	20
2	3-2	10	6	5	20
3	9-2	33	23	17	23
4	10-2	62	44	32	21
5	14-2	57	25	29	20
6	15-2	43	28	22	22
7	16-2	40	22	20	20
8	17-2	31	17	16	18
9	20-2	14	9	7	28
10	21-2	14	10	7	28
11	22-2	67	38	34	20
12	23-2	28	19	14	21
13	24-2	19	9	10	20
14	25-2	55	26	28	21
15	28-2	26	12	13	23
16	1-3	47	20	24	20
17	5-3	20	13	10	20
18	6-3	41	16	21	19
19	7-3	12	5	6	16
20	13-3	9	5	5	20
21	14-3	65	20	33	21
22	15-3	32	22	16	18
23	19-3	11	5	6	16
24	20-3	53	15	27	22
25	21-3	16	8	8	25

n - número da coleta
Pt - precipitação total
Pi - precipitação interna
cv - coeficiente de variação

utilizando as estimativas de Wilm e Rieley, obtivemos os resultados apresentados na Tabela 10. Podemos observar, tomando por base o trabalho com 40 coletores móveis, que, dos 25 dias de coletas, em sete não utilizamos o número de aparelhos necessários para 95% de confiabilidade; em todas as coletas o fizemos acima de 90% para as estimativas de Wilm. Os resultados obtidos para número de aparelhos necessários por estes métodos, considerando as variações temporais e espaciais, reduz muito o número de coletores e aumenta a precisão, comparado com os resultados obtidos com os dados reais.

Para as estimativas feitas pelo método de Rieley, nenhuma vez atingimos o grau de confiança de 95% e todas as vezes trabalhamos com confiabilidade acima de 90%.

A escolha de um método ou outro, então, pelo valor de r^2 , estaria agora sugerindo a aplicação do trabalho de Rieley et al. (1969). Contudo, o método de Wilm, se aplicado por um período de tempo maior, como é observado por Kimmins (1973), possivelmente, levando em conta os resultados do teste t anteriormente citado, possa explicar um número bem maior de dados com menor variação.

Acreditamos, após a análise dos dados utilizando os dois métodos e pelo grau de confiabilidade dado pelo número de coletores, que a preferência por um ou outro método seria prematura, pois os dois apresentam resultados similares para a média de todo o período. Contudo, para estimativas diárias em trabalhos posteriores, devem ser realizados um maior número de coletas e, se possível, com um número menor de

Tabela 10 - Número ideal de coletores, calculado através das estimativas feitas para precipitação interna pelos métodos propostos por Wilm (1943) e Rieley et al..

Coleta N	Número de pluviômetros confiabilidade							
	95%		90%		80%		60%	
	W	R	W	R	W	R	W	R
1	123	103	23	19	4	3	1	1
2	123	103	23	19	4	3	1	1
3	8	97	1	18	1	3	1	1
4	8	97	1	18	1	3	1	1
5	8	100	1	19	1	3	1	1
6	6	99	1	19	1	3	1	1
7	6	103	1	19	1	3	1	1
8	8	97	1	18	1	3	1	1
9	62	103	11	19	2	3	1	1
10	62	103	11	19	2	3	1	1
11	9	100	1	19	1	3	1	1
12	11	103	2	19	1	3	1	1
13	30	93	5	18	1	3	1	1
14	7	100	1	19	1	3	1	1
15	13	103	2	19	1	3	1	1
16	6	99	1	19	1	3	1	1
17	26	103	5	19	1	3	1	1
18	6	98	1	19	1	3	1	1
19	86	103	16	19	2	3	1	1
20	148	84	28	16	4	3	1	1
21	9	100	1	19	1	3	1	1
22	8	103	1	19	1	3	1	1
23	102	87	19	16	3	3	1	1
24	7	100	1	19	1	3	1	1
25	46	103	8	19	1	3	1	1

N - número da coleta

W - cálculo com as estimativas feitas através de Wilm (1943)

R - cálculo com as estimativas feitas através de Rieley et al. (1969).

pluviômetros, para que os dois métodos possam ser avaliados em maior profundidade.

CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO

A capacidade de armazenamento de água da chuva (S) para a vegetação do cerrado variou de 1 mm a 7 mm, valores obtidos pelas retas que passaram pelas medidas máximas, para pequenas e médias e médias e altas precipitações (Figura 17).

Por tais estimativas pudemos concluir que, a precipitação total mínima, da qual obteremos dados de Pi estará entre 1,3 mm e 7,2 mm. Tais valores foram coerentes com a prática de campo, onde a menor precipitação total, para a qual a precipitação interna pode ser determinada, em todos os coletores foi de 9 mm (Tabela 3).

Os valores para a capacidade de armazenamento estimados são bem superiores aos apresentados na literatura para outros sistemas. Estes valores variam de 0,4 mm para *Quercus robur* (Rutter, 1976) a 3,5 mm para Sitka spruce (Calder e Wright (1986) citado em Hutchings (1988)). Os valores mais próximos ao obtido para cerrado são apresentados por Clark (1940) para material morto de herbáceas e gramíneas (2 mm a 6 mm), e o estimado por Kellman e Roulet (1990), para floresta tropical seca (entre 1 mm e 13 mm). Embora elevado, tal intervalo para o valor do armazenamento, pode ser justificado em função das características da vegetação, pois fatores como o formato, espessura, nervuras, pelos, cerosidade etc. contribuem de forma a acumular água durante a chuva, permanecendo, por um

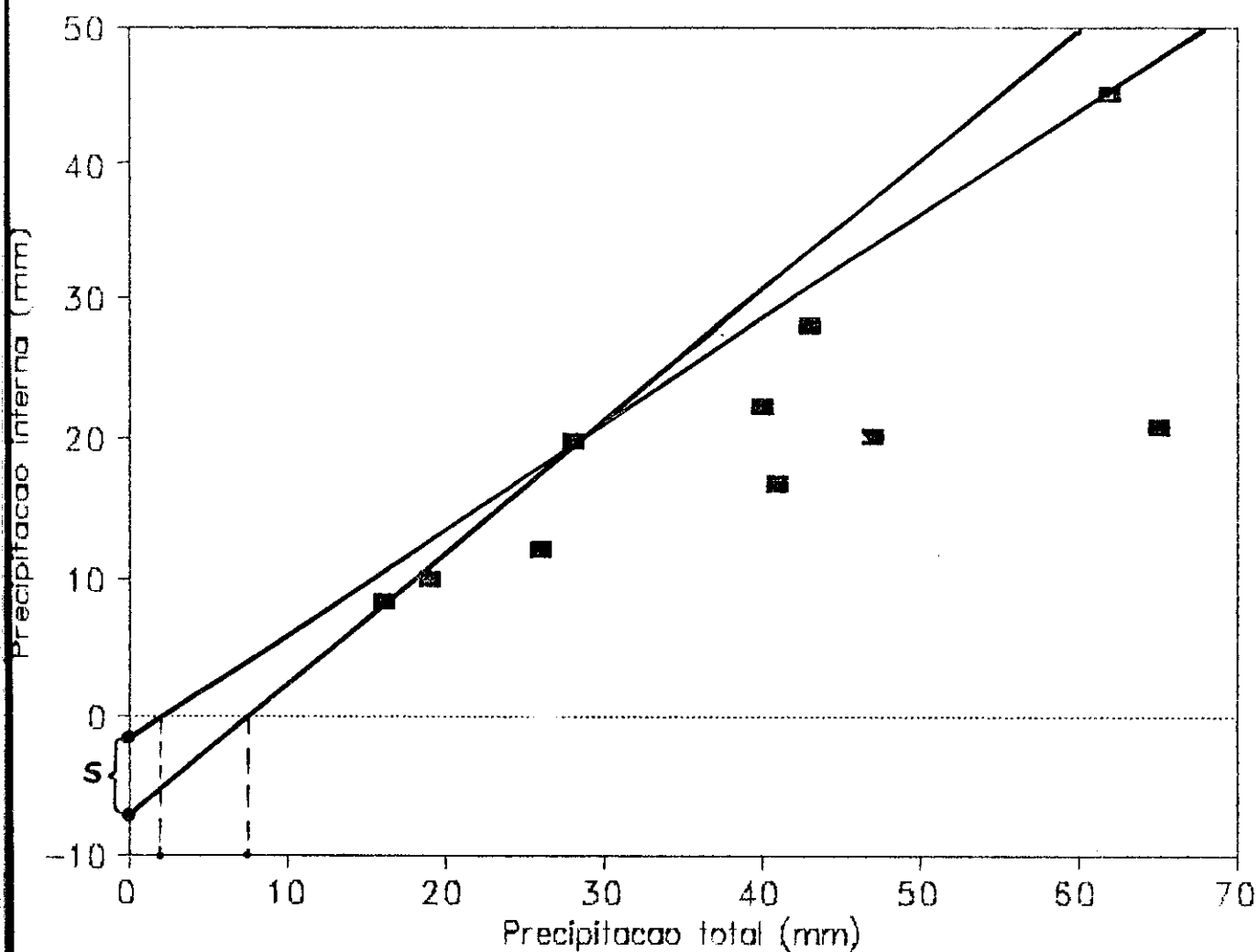


Figura 17 - Variação da capacidade de armazenamento para a vegetação do cerrado (S), estimada pelo gráfico da relação, precipitação total e precipitação interna, onde houve apenas uma pancada de chuva diária.

período, depósitos de água na superfície das folhas (Leonard, 1965).

Folhas de espécies como *Kielmeyera coriacea* apresentam folhas arqueadas, com extremidades onduladas e possuem na superfície abaxial nervuras grossas, que mesmo a folha estando na posição vertical retém grandes gotas de água.

Caryocar brasiliense e *Miconia ferruginata*, por outro lado, apresentam folhas pilosas, que aumentam a superfície de contato e demoram muito a encharcar.

Observam-se espécies como *Erythoxylum suberosum*, onde os brotos ficam carregados de grandes gotas entre os grupos, de folhas ascendentes em crescimento.

A diversidade da vegetação do cerrado se mostra na variação das medidas dos pluviômetros. A mudança na posição dos aparelhos nos possibilitou observar que, quando estavam posicionados embaixo, ao lado ou à sombra de algumas espécies, o resultado da coleta era muita ou pouca água, isto é, havia muita interceptação ou gotejamento. Pouca água foi coletada quando os aparelhos estavam embaixo de *Erythoxylum*, *Rapanea*, *Davilla*, *Psidium*, *Sclerolobium*, *Miconia*, *Diospyros*, *Pouteria*, *Annona*, *Byrsonima*, *Vochysia*, *Kielmeyera*, *Didymopanax*, *Dimorphandra*, *Piptocarpha*, *Aspidosperma* e *Palicourea*.

Entretanto, houve gotejamento, muita precipitação interna, sob as plantas dos gêneros *Styphnodendron*, *Diospyros*, *Pouteria*, *Hymenaea*, *Vochysia*, *Syagrus*, *Kielmeyera*, *Erythoxylum*, *Qualea*, *Caryocar*, *Byrsonima*, *Sclerolobium*, *Palicourea*, *Annona*, *Didymopanax*, *Psidium* e *Rapanea*.

Os gêneros *Miconia*, *Caryocar*, *Byrsonima*, *Vochysia* e *Kielmeyera* foram que mais influenciaram, tanto para majorar, quanto para minimizar os resultados, sugerindo que devam ser estudados em separado. Todavia, embaixo de *Banisteriopsis anisandra* sempre coletamos pouquíssima água enquanto, e das *Qualeas* spp e *Hymenaea coubaril* invariavelmente muita água.

INTERCEPTAÇÃO

Se para a determinação de P_i , apenas uma vez encontramos coeficiente de variação superior a 50%, para a determinação de I estes ocorreram oito vezes, quando analisados os dados dos coletores móveis e 12 vezes para os coletores fixos. As características de ocorrência destas situações foram as mesmas que influenciaram as medidas de P_i : chuvas muito fortes ou muito fracas ou os dois casos ao mesmo tempo, os extremos do nosso intervalo de medidas. Valores do coeficiente de variação, superiores a 50%, ocorreram quando algum coletor registrou valor de P_i maior do que o valor de P_t e, segundo a equação (5), foram obtidos valores de I negativos. A relação matemática para determinação de I nestes casos, se mostra inadequada, uma vez que em realidade o máximo que pode acontecer é obtermos um valor para I igual a zero. Se então substituirmos os valores negativos de I por zero, dos oito dias com coeficiente de variação maiores que 50%, obteremos em cinco, a redução para valor menor que 50% nas medidas com os coletores móveis e três vezes, para os

coletores fixos.

Os histogramas de interceptação, tanto para coletores móveis quanto para coletores fixos, apresentam curvas parecidas, mas as medidas dos aparelhos móveis são melhor distribuídas. Nas duas distribuições a moda esteve entre 0-10 mm.

COEFICIENTE DE INTERCEPTAÇÃO

A chuva interceptada pela vegetação do cerrado foi de 47%, com variação de 21% a 71% para as medidas obtidas com os coletores móveis, a 75 cm de altura e para pluviômetros fixos a 120 cm acima do solo, calculamos 41% de interceptação variando de 8% a 65%.

Embora elevados, os valores do coeficiente de interceptação (CI) determinados para a vegetação do cerrado, os mesmos encontram-se dentro da variação dos apresentados na literatura para diferentes tipos de vegetação. Estes variam de 4% para carvalho (Peterson e Rolfe, 1979), 5% para floresta amazônica (Jordan e Heuveldop, 1981), 7% para *Pinus caribea* (Lima, 1976) e aveia (Dunne e Leopold, 1978) a 80% para floresta tropical na Malásia (Sim, 1972) e trigo (Clark, 1940) e 94% para "sweet clover" (Clark, 1940).

Sabendo da inconsistência na comparação de dados de interceptação, uma vez que o valor de CI é alterado por vários fatores, isto é, estágio de desenvolvimento da

vegetação, intensidade e duração da precipitação, condições climáticas, instrumentação e metodologia de coleta utilizada e duração do experimento, observamos em trabalhos resultados similares aos nossos. Foi encontrado por Cleeg (1963), citado em Raich (1983), 54% de coeficiente de interceptação para floresta subtropical úmida em Porto Rico e 48% em vegetação úmida de terra baixa na Costa Rica (Raich, 1983), variando de 10% a 80%. Edwards (1977), citado por Raich (1983), apresenta valores de 2% a 70%, para bosque pluvial na Nova Guiné. Para florestas tropicais na Malásia, cita Franken et. al. (1982) que os valores, para interceptação de Sim (1972) variaram de 25% a 80%. Geiger (1961) cita Freise (1936) que determinou 66% em floresta subtropical e Low (1972) sugere que, as perdas por interceptação são responsáveis pela redução de até 50%, na precipitação total em florestas da Malásia (citado em Lima, 1976).

Na Tabela 11 são apresentados os resultados de frequência de CI para todos os coletores. A moda para os aparelhos móveis esteve entre 41-60% e para os fixos, entre 21-40%. Neste caso, trabalhando com as médias diárias, os resultados dos aparelhos fixos se aproximaram mais da média geral. Confirma-se, desta forma a validade de mudança dos aparelhos de lugar, pois 40% dos coletores estiveram com valores na margem da média do CI para móveis, enquanto para os aparelhos fixos 25%. Nas classes de maior frequência para móveis estiveram 89% de todos os resultados, enquanto para fixos apenas 80%.

Tabela 11 - Frequência do coeficiente de interceptação por coletor para medidas obtidas com coletores móveis e fixos, na Estação Ecológica de Águas Emendadas DF, no período de 02/02/91 a 10/04/91.

CIZ	Frequência	
	M	F
0-20	69	111
21-40	309	162
41-60	396	126
61-80	189	76
81-100	12	0
101-120	13	19
121-140	7	2
141-160	2	1
>160	3	3

M - coletores móveis

F - coletores fixos

Sabendo-se que o cálculo de I igual a $P_t - P_i$ superestima os valores de interceptação, por desprezar a variável E_t (água que escorre pelo tronco), o coeficiente de interceptação (CI) ainda pode ser reduzido, uma vez que parte da água, que não foi medida como P_i , chega à superfície na forma de E_t , variável que não foi determinada neste estudo. De forma geral, E_t representa uma porcentagem pequena da precipitação total. Na literatura, encontramos em geral valores entre 0,1% a 2%; entretanto, Feller (1981) apresenta valor de 7% para eucalipto, Jordan e Heuveldop (1981) encontraram 8% para floresta amazônica úmida, Geiger (1961) apresenta resultados de 16% para faia, 15% foi o resultado de Raich (1983) para floresta tropical e Freise (1936), citado por Geiger (1961) estimou 28% para florestas subtropicais do Brasil. Embora o valor de E_t não seja constante para todas as intensidades de chuva (Edwards, 1982; Langkamp et al., 1982) ao assumirmos um valor de 5% de E_t para a vegetação do cerrado, os valores do coeficiente de interceptação serão reduzidos para 42% a 75 cm de altura e 35% a 120 cm, ficando, assim, mais próximo dos apresentados na literatura para vegetação de clima tropical.

Utilizando 42% como o valor de CI para a vegetação do cerrado e assumindo que durante a estação chuvosa (seis meses) a precipitação total média é de 1500 mm/ano, teremos 630 mm retornando à atmosfera, pelo processo de evaporação da chuva interceptada. Os 870 mm restantes serão utilizados para o processo de transpiração e abastecimento de aquíferos, lençóis, rios, etc..

Maitelli e Miranda (1992), trabalhando em área de cerrado adjacente a deste estudo, determinaram para a estação chuvosa 2,5 mm/dia como a taxa de transpiração. Miranda e Miranda (1992) apresentam para a mesma área, taxa de transpiração de 1,5 mm/dia durante a estação seca. Assumindo que a precipitação ocorre em apenas 50% dos dias da estação chuvosa, teremos, nesta estação, 225 mm de transpiração e, juntando-se com a estação seca, 495 mm/ano retornando à atmosfera por tal processo.

O valor de 225 mm, estimado para a transpiração durante a estação chuvosa, é muito próximo ao que seria determinado, se utilizássemos a aproximação sugerida por Stewart (1977) e Singh e Szeick (1979)(citados em Lima (1983)), de que 1/3 do volume da água interceptada é perdida por transpiração, resultando em 210 mm. Esta seria a economia feita pelo processo de interceptação da água e perdida por transpiração.

As perdas reais por interceptação seriam dois terços do total da água interceptada, isto é, da ordem de 28% da precipitação total mais perto do solo.

Portanto, no balanço hídrico para cerrado, com 1500 mm/ano de chuva precipitada em média, estima-se que voltará à atmosfera, por evapotranspiração (I+T), 1125 mm/ano de água da chuva e sobrarão, para reabastecer os aquíferos, lençóis, rios, etc., 375 mm/ano (Figura 18).

Esta proporção de 1/3 de I como água que seria transpirada, "talvez" possa ser aplicada para outro tipo de vegetação. Procuramos, então, observar dados de interceptação e transpiração, que fossem semelhantes ao encontrado para a

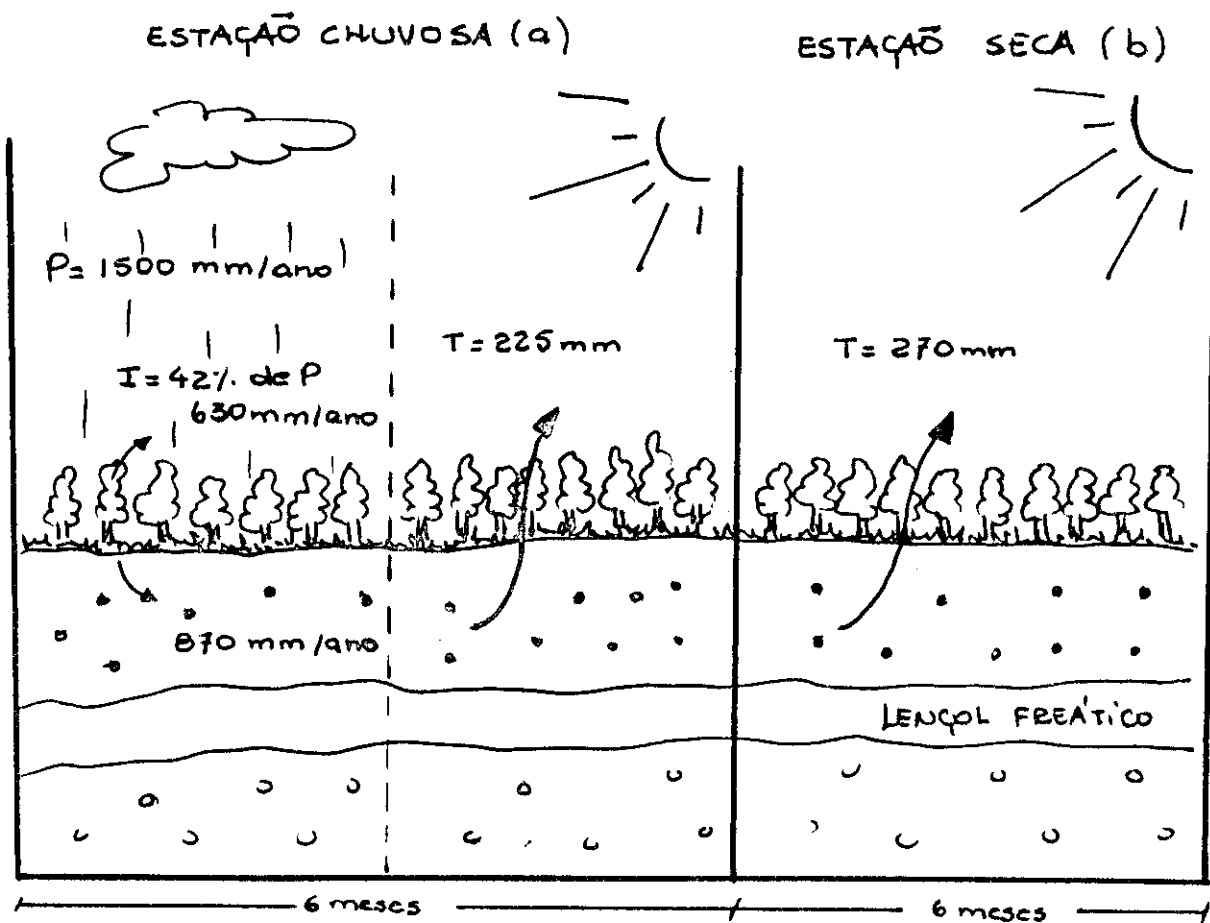


Figura 18 - Balanço hídrico para o cerrado, durante a estação chuvosa (a) e durante a estação seca (b) (P - precipitação; I - água interceptada pela vegetação; T - transpiração).

vegetação do cerrado. Contudo, como foi frisado anteriormente, esta é uma extrapolação grosseira, mas que pode ajudar em parte a compreensão do manejo deste ecossistema.

Sabemos que extensas áreas desta vegetação natural têm sido substituídas por reflorestamento de eucaliptos ou pinheiros e culturas, notadamente soja (Haridasan, 1992). Esta substituição, realizada sem o cuidado adequado, pode provocar um grande impacto no balanço hídrico, principalmente em regiões com marcada sazonalidade como a dos cerrados. Não podemos nos esquecer que o solo sob culturas não tem proteção contra escoamento superficial, sendo esta mais uma variável a ser observada; que, também, grande volume da água utilizada para irrigação é proveniente de aquíferos.

Dunne e Leopold (1978) apresentam valores de CI para milho (16%), soja (15% a 26%) e trigo (10% a 35%) e Leopoldo et al. (1981) para cana-de-açúcar (43%). Embora os valores apresentados por Dunne e Leopold (1978) tenham sido calculados para regiões temperadas, em primeira aproximação são inferiores aos da vegetação do cerrado; possibilitando, portanto, que um volume maior de água atinja o solo, estando assim disponível para o abastecimento de aquíferos, lençóis, rios, etc.. Todavia, há que se considerar, também, a quantidade que retornará à atmosfera por transpiração.

No caso da soja, por exemplo, o coeficiente de interceptação é aproximadamente a metade do valor calculado para cerrado. Porém, taxas de transpiração da ordem de 5,4 mm/dia (Hory e Luchiari, 1982) a 8,4 mm/dia (André e

Viswanadhan, 1986) foram determinadas para essa cultura. Tais taxas são aproximadamente 3,5 a 6 vezes maior que a do cerrado, se considerarmos as taxas de transpiração para a estação chuvosa e seca, respectivamente. Há ainda a considerar, que o cultivo de soja ocorre sob o regime de irrigação e, sendo esta realizada durante períodos de alta demanda evaporativa, podemos supor que o CI da água aspergida sobre a cultura será maior que o determinado para pancadas de chuva. Além disso, há grandes perdas de água nos estágios iniciais de cultivo, na forma de evaporação de água do solo e na forma de escoamento superficial.

Para eucaliptos e pinheiros, Lima (1976) apresenta valores de CI de 7% e 12%, respectivamente, em estudo realizado em Piracicaba, SP. Estes valores são muito menores do que os apresentados na literatura, de 25% para eucaliptos (Feller, 1981) a 50% para pinheiros (Geiger, 1961) e que o determinado para a vegetação do cerrado. Neste caso, também as taxas de transpiração são de 2,5 a 4 vezes maiores para eucaliptos (Poore e Fries, 1985) e de 2 a 3 vezes maiores para pinheiros (Sansigiollo e Faria, 1988). Por tais motivos, a economia de água, causada pelo menor coeficiente de interceptação, pode até significar maior produtividade, a ser alcançada pelos replantios destas florestas homogêneas. Contudo, é provável o secamento do solo e não reabastecimento das camadas profundas pela alta transpiração. Enfatizamos que as comparações foram feitas com medidas realizadas em condições climáticas diferentes, porém que sugerem alterações no regime hídrico.

De qualquer forma, estimativas bastante diferentes seriam encontradas, se utilizássemos os dados de Silva (1983) para uma área de cerrado ss em Brasília (CI=0) e de Lima (1983) para cerradão em Piracicaba, SP (CI=28%). No primeiro estudo, a área de cerrado tinha sido queimada seis anos antes da realização do experimento e o segundo foi realizado em outra forma fisionômica do cerrado.

As diferentes formas fisionômicas de cerrado e a ocorrência sistemática de queimadas, ocasionando diferentes estágios de desenvolvimento, dificultam a generalização e limitam o carácter preditivo dos resultados. Entretanto, não podemos esquecer, que a vegetação nativa do cerrado está fisiologicamente adaptada às variações climáticas da região, onde toda água da chuva é distribuída através de fatores naturais, mantendo a umidade do ar e reabastecendo o solo sem escorrer pela superfície. A substituição desta vegetação por outras de valor econômico e ainda sob regime de irrigação, mesmo que sejam culturas que não interceptem maiores quantidades de água da chuva, ainda poderemos ter menor disponibilidade de água, seja pelas diferentes taxas de transpiração, escoamento superficial ou pela própria utilização da água dos aquíferos. Portanto, as necessárias substituições devem ter um planejamento apropriado, para não provocar menor abastecimento de água para as populações, atividades agrícolas ou industriais e, ainda, sistemas naturais da região.

Faz-se então necessário, serem feitos mais trabalhos sobre interceptação da água da chuva e transpiração de

diferentes formas, de vegetação nativa e cultivadas, para que possa ser feita uma substituição racional, mantendo o equilíbrio ecológico. Chamamos atenção, ainda, para a necessidade da preservação da vegetação nativa em áreas de captação, da hora que tenhamos pouco conhecimento das variações, que podem vir a abalar o manejo auto-sustentável das vegetações naturais do cerrado, evitando possíveis riscos em áreas tão valiosas.

CONCLUSÕES

As medidas de precipitação interna média, para cerrado *sensu stricto* na Estação Ecológica de Águas Emendadas - EEAE, no período de 02/02/91 a 10/04/91, foi de 52% a 75 cm de altura e de 59% a 120 cm de altura acima do solo.

As análises das medidas deste período resultaram em duas regressões lineares, entre precipitação total (Pt) e precipitação interna (Pi)

$$Pi = 0,46Pt + 2,2 \quad (r^2 = 0,7351)$$

$$Pi = 0,55Pt + 2,8 \quad (r^2 = 0,6968)$$

para 75 cm de altura e 120 cm de altura, respectivamente. A escolha da altura dos coletores de água da chuva torna-se, por este motivo, importante, uma vez que acusa redução nos valores de Pi, devendo então ser considerada para fins de previsão.

A capacidade de armazenamento da vegetação do cerrado variou de 1 mm a 7 mm de chuva. A influência de alguns gêneros foi marcante no processo de interceptação da água da chuva.

O coeficiente de interceptação (CI), calculado através das medidas de precipitação interna (Pi) e da estimativa de

5% da precipitação média diária como água que escorre pelo tronco (Et), foi de 42%.

O balanço hídrico para a vegetação do cerrado, considerando 1500 mm/ano de precipitação, 42% de coeficiente de interceptação, 2,5 mm/dia de transpiração em época chuvosa e 1,5 mm/dia de transpiração em época seca, resultou que 1125 mm/ano de água retornarão à atmosfera, seja pela evaporação da chuva interceptada ou pelo processo de transpiração e que 375 mm/ano sobrarão para reabastecer os aquíferos, lençóis, rios, etc..

O número ideal de coletores, para medidas de Precipitação interna em cerrado *sensu stricto*, é de 40 para trabalhar com 90% de confiabilidade, sendo os coletores móveis preferíveis aos fixos.

O aumento do período de coleta e a utilização da metodologia de Wilm (1943) e Rieley et al. (1969) podem resultar na utilização de um menor número de coletores móveis, para trabalhar com o mesmo grau de confiabilidade.

Medidas de interceptação e transpiração para vegetações nativas e culturas estão sendo necessárias, uma vez que a substituição da vegetação de cerrado, no Planalto Central, possa vir a causar desastres no balanço hídrico da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R.C., LOUCKS O. L. e SWAIN A.M.. 1968. Herbaceous Response to Canopy Cover, Ligth Intensity and Thoughfall Precipitation in Coniferouss Forests. *Ecology*, 50:255-263.
- ANDRE, R. G. B. e VISWANADHAN, Y.. 1986. Distribuição de Energia numa Cultura de Soja. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 1:12-19.
- ASTON, A. R.. 1979. Rainfall Interception by Eighth Small Trees, *Journal of Hydrology*, 42: 383-396.
- BATMANIAN, G.J. e HARIDASAN M.. 1985. Primary Production and Accumulation of Nutrients by the Ground Layer Community of Cerrado Vegetation of Central Brazil, *Plant and Soil*, 88: 437-440.
- BEAL, H. W.. 1934. The Penetration of Rainfall Through Hardwood and Softwood Forest Canopy, *Ecology*, 15: 412-415.
- BUTLER, D. R. e KING, S. C.. 1982. An Inexpensive Balance for Measuring Througfall in Cereals. *Agricultural Meteorology*, 27:233-240.
- CALDER, I. R.. 1977. A Model of Transpiration and Interception Loss from a Spruce Forest in Plynlimon, Central Wales, *Journal of Hydrology*, 33: 247-265.
- CALDER, I. R. e WRIGHT I.R.. 1986. Gamma Ray Attenuation Studies of Interceptionioin from Sitka Spruce: Some Evidence for an Additional Transport Mechanism, *Water Resouces Research*, 22: 409-417.
- CASTRO, P. S. e, VALENTE D. F., COELHO D. T. e RAMALHO R. da S.. 1983. Interceptação da Chuva por Mata Natural Secundária na Região de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, 7: 76-89.
- CLARK, O. R.. 1940. Interception of Rainfall by Prairie Grasses Weeds, and Certain Crop Plants, *Ecological Monographs*, 10: 243-277.
- CLEGG, A.. 1963. Rainfall Interception in a Tropical Forest. *Carib. Forest*, 24:75-79.
- COUTINHO, L. M.. 1990. Fire in the Ecology of Brazilian Cerrado, *Ecological Studies*, 84.
- CZARNOWSKI, M. S. e OLSZEWSKI J. L.. 1968. Rainfall Interceptionby Forest Canopy, *Dikos* 19: 345-350.

- CZARNOWSKI, M.S. e OLSZEWSKI, J. L.. 1970. Number and Spacing of Rainfall-gauges in Deciduous Forest Stand. *Oikos* 21:48-51.
- DIAS, B. F. de S.. 1992. Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Renováveis. B. F. S. Dias, coord.. Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA.
- DUNNE, T. e LEOPOLD L. B.. 1978. Interception, In: Water in Environmental Planning. Freeman, New York.
- EBERMAYER, E.. 1897. Untersuchungsergebnisse über die Menge und Verteilung der Niederschläge in den Walden, *Forstl. Naturw Z.*, 6.
- EDWARDS, P. J.. 1977. Studies of Mineral Cycling in a Montane Rain Forest in New Guinea, II; the Production and Disappearance of Litter. *F. Ecol.*, 65:971-992.
- EDWARDS, P. J.. 1982. Studies of Mineral Cycling in a Montane Rain Forest in New Guinea, VI; Rates of cycling in throughfall and litterfall. *Journal Ecology*, 70:807-827.
- EITEN, G.. 1977. Delimitação do Conceito de Cerrado, *ARQ. Jard. Bot. (Rio de Janeiro)*, 21:125-134.
- EITEN, G.. 1984. Vegetation of Brasília, *Phytocoenologia*, 12: 271-292.
- EMLEN, John T.. 1967. A Rapid Method for Measuring Arboreal Canopy Cover, *Ecology*, 8: 158-160.
- FELFILI, J. M., SILVA JR. M. C., REZENDE A. V., MACHADO J. W. B., SILVA P. E. N., WALTER B. M. T.. 1992. In: Vegetação, Silva Jr., M. C. coord. . *Biogeografia do Bioma dos Cerrados*. IBGE. Caderno de Geociências (no prelo)
- FELLER, M. C.. 1981. Water Balances in *Eucalyptus regnans*, *Eucalyptus obliqua*, and *Pinus radiata* Forests in Victoria, *Australian Forestry*, 44: 153-161.
- FORD, E. D. e DEANS J. D.. 1978. The Effects of Canopy Structure on Stemflow, Throughfall and Interception Loss in a Young Sitka Spruce Plantation, *Journal of Applied Ecology*, 15:905-917.
- FOREST, H. de. 1923. Rainfall Interception by Plants an Experimental Note, *Ecology*, 4:417-419.
- FRANKEN, W., LEOPOLDO R. P., MATSUI E. e RIBEIRO M. de N. G.. 1982. Estudo de Interceptação da Água de Chuva em Cobertura Florestal Amazônica do Tipo Terra Firme, *Acta Amazônica*, 12: 327-331.

- FRANKEN, W., LEOPOLDO R. P., MATSUI E. e RIBEIRO M. de N. G.. 1982. Interceptação das Precipitações em Floresta Amazônica de Terra Firme - *Suplemento Acta Amazônica*, 12: 15-22.
- FREISE, F.. 1936. Das Binnenklima Von Urwaldern im Subtropischen Brasilien. *Peterm. mitt*, 82:301-304.
- GASH, J. H. C.. 1979. An Analytical Model of Rainfall Interception by Forests, *J. R. Met. Soc.*, 105:43-55.
- GASH, J. H. C. e MORTON A.J.. 1978. An Application the Rutter Model to the Estimation of the Interception Loss from Thetford Forest, *Journal of Hydrology*, 38:49-58.
- GASH, J. H. C. e STEWART, J. B.. 1977. The Evaporation from Thetford Forest During 1975, *Journal of Hydrology*, 35: 385-396.
- GASH, J. H. C., WRIGHT I. R. e LLOYD G. R.. 1980. Comparative Estimates of Interception Loss from Three Coniferous Forest in Great Britain, *Journal of Hydrology*, 48:89-105.
- GEIGER, R.. 1961. Manual de Microclimatologia. O Clima da Camada do Ar Junto ao Solo. Fundação Calouste Gul benbiar, Lisboa - pp. 256.
- GLOVER, J. e GWYNNE M. D.. 1962. Light Rainfall and Plant Survival in East África, *Journal of Ecology*, 50:111-118.
- GOODLAND, R. e FERRI M. G.. 1979. Ecologia do Cerrado, tradução Eugenio Amado, Belo Horizonte. Ed. Itatiaia, São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo.
- GUPTA, R. H.. 1980. Consequences of Deforestation and Overgrazing on the Hydrological Regime of some Experimental Basins in India. *Int. Assoc. Hydrol. Sci. Publ.*, 130:81-87.
- HARIDASAN, M.. 1992. Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Renováveis. Braulio Ferreira de Souza Dias (coord.) Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA - p 27.
- HELVEY, J. D.. 1964. Rainfall Interception by Hardwood Forest Litter in the Southern Appalachians, *U. S. Forest Service Research Paper SE 8*.
- HELVEY, J. D.. 1967. Interception by Eastern White Pine. *Water Resource Research*, 3:723-729.
- HELVEY, J. D. e PATRIC J. H.. 1965a. Canopy and Litter Interception of Rainfall by Hardwoods of Eastern United States, *Water Resources Research*, 1:193-206.
- HELVEY, J. D. e PATRIC J. H.. 1965b. Design Criteria of

- HFADY, F. H., GIBBENS P. R. e POWELL W. R. 1959. A Comparison of the Charting, Line Intercept and Line Point Methods of Sampling Shrub Types of Vegetation, *Journal Range Manage.*, 12:180-188.
- HOFFMANN, R. e VIEIRA, S. . 1987. Análise de Regressão- Uma Introdução a Econometria, 2a. ed. Editora HUCITEC, S. Paulo, 380 pp.
- HORTON, R. E.. 1919. Rainfall Interception, *US Monthly Weather Rev.*, 47.
- HORY, T. e LUCHIARI Jr., A.. 1982. Uso de Método do Balanço de Energia para Determinar a Evapotranspiração da Soja no Cerrado, pp 211-226. In: Simpósio sobre o Cerrado, 6. Planaltina, DF. EMBRAPA, CPAC.
- HUTGHINGS, N. J., MILNE R. e CROWTHER J. M.. 1988. Canopy Storage Capacity and its Vertical Distribution in Sitka Spruce Canopy, *Journal of Hydrology*, 104:161-171.
- JACKSON, I. J.. 1975. Relationships Between Rainfall Parameters and Interception by Tropical Forest. *Journal of Hydrology*, 24:215-238.
- JORDAN, C. F. e HEUVELDOP J.. 1981. The Water Budget of an Amazonian Rain Forest, *Acta Amazônica*, 11:87-92.
- KELLMAN, M. e ROULET N.. 1990. Stemflow and Throughfall in a Tropical Dry Forest, *Earth Surface Processes and Landforms*, 15:55-61.
- KIMMINS, J. P.. 1973. Some Statistical Aspects of Sampling Throughfall Precipitation in Nutrient Cycling Studies in British Columbian Coastal Forests, *Ecology*, 54:1008-1019.
- KRUTSCH, H.. 1865. Ueber Die Regenmenge Welcher ein mit Wald bedeckter Boden erhält - *Landwirtschaftl. Zbl.*.
- LANGKAMP, P. J., FARNELL, G. K. e DALLING, M. J.. 1982. Nutrient Cycling in a Stand of *Acacia holosericea* A. Cunn. ex. G. Don. I. Measurements of Precipitation, Interception, Seasonal Acetylene Reduction, Plant Growth and Nitrogen Requirement. *Aust. J. Bot.*, 30:87-106.
- LEONARD, R. E.. 1965. Mathematical Theory of Interception, *Suprer. Forest Ecol.*.
- LEOPOLDO, P. R., SOUZA A. de P. e TUACEK F. S.. 1981. Interceptação da Água de Chuva em Culturas de Cana-de-açúcar, *Brasil Açucareiro*, 98:9-16.
- LEYTON, L., REYNOLDS E. R. e THOMPSON F. B.. 1967. Rainfall Interception in Forest and Moor-land, *Forest Hydrology*,

- LIKENS, E. G. e EATON J. S.. 1970. A Polyurethane Stemflow Collector for Trees and Shrubs - Section of Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, NY..
- LIMA, W. de P.. 1976. Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e pinheiro - IPEF, Piracicaba, 13:75-90.
- LIMA, W. de P.. 1986. Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas - Universidade de São Paulo. E. S. A. Luiz de Queiroz - Departamento de Silvicultura, Curso de Engenharia Florestal.
- LIMA, W. P. e NICOLIELO N.. 1983. Precipitação Efetiva e Interceptação em Florestas de Pinheiros Tropicais e em Reserva de Cerradão - IPEF, Piracicaba, 24:43-46.
- LINSKENS, H. F.. 1951. Niederschlagsmessungen unter Verschiedenen Kronentypen im belaubten Zustand, *Ber. Botan. ges.*, 5.
- LINSKENS, H. F.. 1952. Niederschlagsmessungen unter Verschiedenen Baumkronentypen im belaubten u. Unbelaubten Zustand, *Ber. d. Bot. G.*, 64:215-221.
- LLOYD, C. R. e MARQUES FO., A. de O.. 1988. Spatial Variability of Throughfall and Stemflow Measurements in Amazonian Rainforest, *Agricultural and Forest Meteorology*, 42:63-73.
- LOPES, A. S. e FOX F. R.. 1977. *Journal Agronomy*, 69:828-831.
- LOW, K. S.. 1972. Interception Loss in the Humid Forested Areas (with especial reference to Sungai Lui Catchment, West Malaysia). *Malayan Nature Journal*, 25:104-111.
- LULL, H. W.. 1964. INTERCEPTION - Ecological and Silvicultural Aspects, section 6 In Hand Book of Applied Hydrology. Ed. Vente Chow, Mc.Graw - Hill, New York.
- MAITELLI, G. T.. 1987. Balanço de Energia e Evapotranspiração de um Cerrado (sens. strict.) no DF.- Tese de mestrado em Ecologia, Universidade de Brasília.
- MAITELLI, G. T. e MIRANDA, A. C.. 1991. Evapotranspiração e Fluxos de Energia no Cerrado - Estação Chuvosa, *An. Academia Brasileira de Ciências*, 63:265-272.
- MANOKARAN, N.. 1979. Stemflow, Throughfall and Rainfall Interception in a Lowland Tropical Rain Forest in Peninsular Malaysia, *Malaysian Forester*, 42:174-201.
- MASSART, L. D., KAUFMAN, L., ROUSSEUUVW J. P. e LEROY, A., 1986, Least Median of Squares: A Robust Method for Outlier and Model Error Detection in Regression and Calibration. *Analytica Chimica Acta*, 187:171-179.

- MERRIAM, R. A.. 1961. Surface Water Storage on Annual Ryegrass. *Journal of Geophysical Research*, 66:6.
- MILLER, H. G..1977. Measurement of Throughfall and Stemflow in Spruce Plantation. Paper presented at workshop meeting to consider Methods Involved in Studies of Acid Precipitation to Forest Ecosystems. Edinburgh. U. K., 19-23 september 1977.
- MIRANDA, A. C. e MIRANDA H. S.. 1992. Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Renováveis. Braulio Ferreira de Souza Dias (coord.) Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA - p 30.
- MIRANDA, R. A. C. de. 1982. Interception of Rainfall in an Apple Orchard and its Subsequeute Evaporation - Degree of Master of Philosophy, The University of East Anglia.
- MIRANDA, R. A. C. de. 1985. Observações Iniciais da Perda de Água por Interceptação de Chuva em Cacaueiro, *Revista Theobroma*, 15:73-78.
- MIRANDA, R. A. C. de e BUTLER D. R.. 1986. Interception of Rainfall in a Hedgerow Apple Orchard, *Journal of Hydrology*, 87:243-253.
- MOLCHANOV, A. A.. 1963. Hidrologia Florestal , Trad. Zózimo Pimenta de Castro Rego. Ed. Fundação Colouste Gulenkian, Lisboa, pp.419.
- MONTEITH, J. L.. 1975. Principles of Environmental Physics. Edward Arnould, London.
- NEY, C. E.. 1893. Der Wald und die Quellen - Tiibigen.
- NEY, C. E.. 1894. Ueber die Messung des an den Schaffen der Baume herabfliessenden Regenwassers, *Mitt. Forst. Versuchsw. Oesterr.*, 17.
- ODUM, P. E.. 1985. Ecologia. Ed. Interamericana.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. de. 1986. Biologia da Reprodução de Espécies de *Kielmeyera* (Guttiferae) de cerrados de Brasília, DF. Mestrado em Biologia (Botânica). Universidade Estadual de Campinas.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. de. 1991. The Pollination and Reproductive Biology of Cerrado Woody Community in Brazil. PhDthesis. University of St. Andrews.
- PETERSON D. L. e ROLFE G. L.. 1979. Determining Sample Size in Throughfall Studies, *Forest Science*, 25:582-584.
- POORE, M. E. D. e FRIES, C. . 1985. The Ecological Effects of Eucalyptus. *FAO Forest Paper* 50., Roma, 88p.

- RAICH, James W.. 1983. Throughfall and Stem Flow in Mature and Year-old Wet Tropical Forest, *Tropical Ecology*, 24(2).
- RAMOS, A. E.. 1990. O efeito da Queima sobre a Vegetação Lenhosa do Cerrado. Brasília, Tese de Mestrado, Universidade de Brasília.
- RAMOS, A. E. e ROSA, C. M. M.. 1992. FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA. Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Renováveis. Braulio Ferreira de Souza Dias (coord.) Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA - p 34.
- RIZZINI, C. T.. 1976. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Vol.1. EDUSP, Huctec, São Paulo.
- ROWE, P. B. e HENDRIX T. M.. 1951. Interception of Rain and Snow by Second Growth Ponderosa pine, *Amer. Geophys. Union, Trans.* 6.
- RIEGLER, W.. 1881. Beobachtungen über die Abfuhr meteorischen Wassers entlang den Hochstämmen - *Mitt. Forstl. Versuchsw. Oesterr.* 11.
- RIELEY, J. O., MACHIN D. e MORTON A.. 1969. The Measurement of Microclimatic Factors under a Vegetation Canopy - a Reappraisal of Wilm's Method, *Journal of Ecology*, 57:101-108.
- RUTTER, A. J.. 1963. Studies in the Water Relations of *Pinus sylvestris* in Plantation Conditions: 1- Measurements of Rainfall and Interception - *Journal of Ecology*, 51:191-203.
- RUTTER, A. J.. 1975. The Hydrological Cycle in Vegetation, In: MONTEITH J. L. - *Vegetation and Atmosphere*. Vol.1. Academic Press London, pp. 111-154.
- SAMBUICHI, R. H. R.. 1991. Efeitos de Longo Prazo do Fogo Periódico sobre a Fitossociologia da Camada Lenhosa de um Cerrado em Brasília, DF.. Tese de Mestre em Ecologia. Universidade de Brasília.
- SANSIGIOLLO, C. A. e FARIA, A. J.. 1988. Balanços de Radiação e Energia numa Floresta Tropical de *Pinus elliottii*. *Anais do V Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Vol Seção X p17-21.
- SAN JOSÉ, J. J. e MONTES, R.. 1992. Rainfall Partitioning by a Semideciduous Forest Grove in the Savannas of the Orinoco Llanos, Venezuela, *Journal of Hydrology*, 132:249-262.
- SILVA, I. S.. 1983. Alguns Aspectos da Ciclagem de Nutrientes em uma Área de Cerrado (Brasília, DF.): Chuva, Produção e

Decomposição de Liter. Tese de Mestrado em Ecologia, Departamento de Biologia Vegetal da Universidade de Brasília.

- SILVA Jr., M. C. e FELFILI J. M.. 1992. Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Renováveis. Bráulio Ferreira de Souza Dias (coord.) Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA - p 50.
- SIM, L. K.. 1972. Interception Loss in the Humid Forested Areas, *Malay Nat. J.*, 25:104-11
- SINGH, B. e SZEICZ, G.. 1979. The Effect of Intercepted Rainfall on the Water Balance of a Hardwood Forest. *Water Resources Research*, 15:131-138.
- STEWART, J. B.. 1977. Evaporation from the Wet Canopy of a Pine Forest. *Water Resources Research*, 13:915-921.
- SWANK, W. T. e DOUGLASS J. E.. 1974. Streamflow Greatly Reduced by Converting Deciduous Hardwood Stands to Pine, *Science*, 185:857-859.
- TAMM, C. D.. 1951. Removal of Plant Nutrients from Tree Crowns by Rain. *Physiology Plant*, 4:134-188.
- TOLEDO, G. L. e OVALLE, I.I.. 1988. Estatística Básica, 2ª. edição, São Paulo, Atlas, 456 pps..
- WILM, H. G.. 1943. Determining Net Rainfall under a Conifer Forest, *Journal of Agricultural Research*, 67:501-512.
- WILM, H. G.. 1946. The Design and Analysis of Methods for Sampling Microclimatic Factors, *Forest Service*.
- ZAHLER, P. M., MOTA F. S. e AGENDES M. O. de. 1991. Previsão Agrometeorológica no Controle de Doenças e Pragas dos Vegetais - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.

APENDICE A

ITEM 1 -

Seja a variável aleatória y , com distribuição normal com média $E(y)$ e variância $V(y)$. O conjunto $\bar{y}$ formado por todas as médias de tamanho k , construídos a partir dos valores de y , terá as seguintes propriedades:

$$(a) E(\bar{y}) = E(y)$$

$$(b) V(\bar{y}) = V(y)/k$$

Assim, se S^2_y é a estimativa de $V(y)$ e $S^2_{\bar{y}}$ é a estimativa de $V(\bar{y})$ e se $y = t + s$ onde t e s são variáveis independentes, onde t assume n valores e s $n.k$ valores, pelas propriedades das variâncias e por (b), teremos:

para populações

para amostras

$$V(y) = V(t) + V(s) \quad \text{ou} \quad S^2_y = S^2_t + S^2_s$$

$$V(\bar{y}) = V(\bar{t}) + V(\bar{s}) \quad \text{ou} \quad S^2_{\bar{y}} = S^2_{\bar{t}} + S^2_{\bar{s}}$$

$$\text{onde } S^2_{\bar{t}} = S^2_t/n \quad \text{e} \quad S^2_{\bar{s}} = S^2_s/nk$$

e

$$S^2_{\bar{y}} = S^2_t/n + S^2_s/kn$$

ITEM 2 -

Aplica-se análise de variância, para determinar se a média de duas ou mais populações são ou não iguais.

Supõe-se, para tal que: a) as amostras sejam aleatórias e independentes; b) as amostras sejam oriundas de populações normais; c) as variâncias das populações sejam iguais.

Portanto, se temos n amostras com k observações, em cada uma, assim esquematizadas,

		amostras					
		1	2	3	.	.	n
obs	1	y ₁₁	y ₂₁	.	.	.	.
	2	y ₁₂	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
	k	.	.	.	.	.	.
medias		$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$	$\bar{y}_3$	.	.	$\bar{y}_n$
varianc.		S ₁ ²	S ₂ ²	S ₃ ²	.	.	S _n ²

estima-se o valor da variância, comum às n populações, por três métodos:

- estimativa dentro: $S_D^2 = (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \dots + S_n^2)/n$

que é a média aritmética das variâncias das n amostras, isto

$$\text{é } S_D^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 / [n(k-1)] = SQD/[n(k-1)]$$

onde y_{ij} é a j-ésima observação da i-ésima amostra e SQD é a soma dos quadrados dentro.

- estimativa entre:

$$S_E^2 = [k \sum (\bar{y}_i - \bar{y})^2] / (n-1) = SQE / (n-1)$$

onde $\bar{y}_i$ é a média da i-ésima, $\bar{y}$ é a média global e SQE é a soma dos quadrados entre as amostras.

- estimativa total:

$$S_T^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (y_{ij} - \bar{y})^2 / (nk-1) = SQT / (nk-1)$$

sendo SQT a soma dos quadrados totais. Observa-se que

$$SQT = SQD + SQE.$$

ITEM 3 -

O modelo adotado por Wilm (1946) é do tipo

$$y - \bar{y} = \beta(x - \bar{x}) + e$$

onde ajusta-se a reta $\hat{y} - \bar{y} = b(x - \bar{x})$ que passa pelo centróide, isto é, pelo ponto $(\bar{x}, \bar{y})$. No modelo há mais de uma observação y para cada observação x . O problema é contornado pela repetição das observações x , de modo a se ter o mesmo

número de variáveis dependentes e independentes. O autor chama $\hat{y}$ de E_L e a estimativa do parâmetro b é dada por

$$b = \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) / \sum (x - \bar{x})^2 \text{ ou}$$

$$b = [\sum xy - (\sum x \sum y) / n] / (\sum x^2 - (\sum x)^2 / n)$$

ITEM 4 -

A análise de variância aplicada ao modelo de regressão $y = \alpha + \beta x + e$ supõe duas amostras de observações (y e x), onde o valor esperado do erro é $E(e) = 0$ e a variância é $V(e) = \sigma^2$. Se $\hat{y}$ é o valor estimado para y , teremos

$\hat{y} = a + bx$, onde a será a estimativa para α , e b a estimativa para β . Daí,

$$S_D^2 = \sum (y - \hat{y})^2 / (n-2) \quad \text{e} \quad S_E^2 = \sum (\hat{y} - \bar{y})^2$$

onde, desenvolvendo-se os somatórios, obteremos

$$S_D^2 = \sum (y - \bar{y})^2 - b \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) \quad \text{e}$$

$$S_E^2 = b \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}).$$

Observemos que S_D^2 é a variância associada aos resíduos $(y - \hat{y})$, uma estimativa para σ^2 e S_E^2 é a variância associada a regressão. Quando dispomos para um ou mais valores de x , de mais de um valor de y , é possível obter outra estimativa da variância do erro. Esta outra estimativa para σ^2 é dada pela

variância "dentro" de uma análise de variância, em que cada valor de x é encarado como um diferente "tratamento", a que está submetida a variável y . As diferenças entre as médias de tratamento ($\bar{y}_i$, $i=1,2,\dots,n$) e os respectivos valores de y , estimados pela regressão ($\hat{y}_i$, $i=1,2,\dots,n$), associados à soma de quadrados de "falta de ajustamento", é definida por

$$SQFalta\ Aj. = \sum n_i (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2.$$

É possível demonstrar que

$$SQFalta\ Aj. = SQResid.\ da\ Reg. - SQResid.\ dos\ Trat.$$

onde $QM\ Falta\ Aj. = SQFalta\ Aj. / (n-2)$

com $n-2$ graus de liberdade (Hoffmann, 1987).

Nos casos onde a "falta de ajustamento" é significativa, o modelo linear utilizado não é apropriado. Então, o S_D^2 não estimaria corretamente σ^2 , pois estaria incluindo um erro sistemático, devido ao uso de um modelo inadequado.

Para se testar se o ajustamento é adequado, usamos a estatística $F_c = S_E^2 / S_D^2$, com distribuição F de Snedecor, com gl.E, gl.D e α , onde

gl.E = graus de liberdade entre

gl.D = graus de liberdade dentro

α = risco fixo

o que gera um $F_{tab.}$. E se $F_c > F_{tab.}$ aceita-se o ajustamento, caso contrário, rejeita-se.

APÊNDICE B

PROGRAMA 1

Programa em BASIC para análise de covariância, feita pelo método de WILM (1943).

SAÍDAS:

- nome do programa
- total de precipitação
- média de precipitação diária
- total de precipitação interna
- média de precipitação interna diária
- SQD (soma dos quadrados dentro)
- QM (quadrado médio)
- erro-padrão
- tabela com número de coleta, data (trocar o ano, linha 1040), precipitação (mm), precipitação interna (mm), precipitação estimada (mm), erro-padrão (mm) e coeficiente de variação (%)
- coeficiente de correlação (r e r^2)
- reta de regressão
- % de precipitação interna para cerrado
- soma do quadrado de x
- soma do quadrado de y
- soma do produto de $x.y$
- SQE (soma do quadrado entre)
- tabela com número ideal de coletores nos respectivos dias de coletas, com 95%, 90%, 80% e 60% de confiabilidade


```

REM *****
TY=0: Y2=0: GY=0: SY=0: YM=0: PL=0: NT=0
FOR I=1 TO N
FOR J=1 TO K
READ X(I,J)
TI(I)=TI(I)+Y(I,J)
TY=TY+Y(I,J)
Y2=Y2+Y(I,J)*Y(I,J)
NEXT J
SI(I)=TI(I)/K
GY=(TY*TY)/(K*N)
SY=GY+SI(I)
YM=SY/N
PL=TY/K
NM=TY/(N*K)
NEXT I
REM ***** calculos com covariância *****
REM ***** (y-y)^2 *****
S2=0
FOR I=1 TO N
FOR J=1 TO K
S2=S2 + (Y(I,J) - YM)^2
NEXT J
NEXT I
REM ***** (x-x)^2 *****
S3=0
FOR I=1 TO N
S3=S3 + (X(I) - XM)^2
NEXT I
REM ***** (xy/kn) *****
D=0: SQ=0: D1=0: SP=0: XY=0: GQ=0: B=0: C=0: SS=0
RR=0: SL=0: LS=0: LR=0
FOR I=1 TO N
D=X(I)-XM
SQ=SQ+D^2
FOR J=1 TO K
D1=Y(I,J)-YM
SP=SP+D*D1
S3= S3+ D1^2
RR= RR + ((X(I) - XM)^2)
XY=XY+X(I)*Y(I,J)
NEXT J
GG=(TY*TY)/(K*N)
NEXT I
REM ***** estimativa de y = e(i) *****
B= SP/(K*SQ): B=INT(B*100+.5)/100
B=YM+B*XM
C=0
C=INT(C*10000+.5)/10000
C=C+1: GQ=0: R2=0: R=0: SE1=0
FOR I=1 TO N

```

```

0 F(I) = YM+B*(X(I)-XM)
7 SJ = SJ + (F(I)-SJ(I))^2
3 LS = LS+1
5 CI(I) = F(I)
8 SE1 = SE1+E1(I)
0 CC = F(I) - SJ(I)
0 SCC = SCC+CC
5 I(I) = X(I)-F(I) : I(I) = INT(I(I))
7 CI(I) = (I(I)/X(I))*100 : CI(I) = INT(CI(I))
0 NEXT I
5 LR = LS/(N-2)
0 REM ***** soma dos quadrados dentro *****
0 SD=0: VR=0: EE=0
0 FOR I=1 TO N
0 FOR J=1 TO K
0 SD=SD+ (Y(I,J)-SJ(I))^2
0 NEXT J
0 NEXT I
0 VR = SD/(N*(K-1))
0 EE=SQR(VR/(K*N)) : EE=INT(EE*10^3+.5)/10^3
0 REM ***** resultados *****
0 QH=0: EP=0: QX=0: QY=0: QQ=0: PQ=0: SI=0
0 QH=SD/((K-1)*N)
0 QX=X2-QX: QX= INT(QX*10^4+.5)/10^4
0 QY=Y2-QY: QY= INT(QY*10^4+.5)/10^4
0 QQ=XY-QQ: QQ= INT(QQ*10^4+.5)/10^4
2 R2 = (QQ*QQ)/(QX*QY)
3 R = SQR(R2)
5 SI=SI+SE1
7 PQ=(SE1/SX)*100: PQ=INT(PQ)
0 REM ***** variancia dos residuos *****
0 S5=0: V2=0
5 S5 = QY - SD
3 V1 = (LR-VR)/K
0 REM ***** calculo de v(ei) *****
0 FOR I=1 TO N
5 V2 = K*V1*((N-1)/N) + VR
0 VE(I) = V2*( 1/(K*N) +((X(I)-XM)^2) /QX)
5 VS(I)=VE(I)
0 EP(I) =SQR(VE(I)): EP(I)= INT(EP(I))
2 CV(I) = (EP(I)/E(I))*100 : CV(I)= INT(CV(I))
5 NEXT I
7 FOR I=1 TO N
00 E(I) = INT(E(I))
01 X(I) = INT(X(I)*1000+.5)/1000
02 SJ(I)=INT(SJ(I))
03 NEXT I
04 VR = INT (VR*10000 +.5)/10000
05 REM ***** saidas *****
06 LPRINT " N O W I L M ": LPRINT:LPRINT:LPRINT
07 LPRINT " total de precipitacao = ":SX

```

```

008 LPRINT " media de precipitacao diaria = ";XM
011 LPRINT " total de precipitacao interna = ";FL
013 LPRINT " media de prec. int. diaria = ";NT
015 LPRINT " SD = ";SD
016 LPRINT " CH = ";VR:LPRINT
017 LPRINT " erro padrao = ";EE: LPRINT:LPRINT
018 FOR I=1 TO N
019 READ D*(I)
020 IF I=1
021 LPRINT "
....."
030 LPRINT "          coleta      data      prec.      p.int      p.est      e.pad      cv "
040 LPRINT "          n0      1991      mm      mm      mm      mm      % "
050 LPRINT "
....."
055 LPRINT:LPRINT:LPRINT
060 FOR I=1 TO N
070 LPRINT CHR$(9) I:
073 LPRINT CHR$(9) D*(I);
080 LPRINT CHR$(9) X(I);
090 LPRINT CHR$(9) SJ(I);
100 LPRINT CHR$(9) E(I);
110 LPRINT CHR$(9) EP(I);
120 LPRINT CHR$(9) CV(I)
140 NEXT I
150 LPRINT "
....."
160 LPRINT:LPRINT
180 LPRINT:LPRINT:LPRINT
210 LPRINT "coef. de correlacao (r)= ";R:LPRINT
220 LPRINT "          r2= ";R2:LPRINT:LPRINT:LPRINT
235 LPRINT " reta de regressao= y = ";C;" + ";R;" * X ":LPRINT:LPRINT:LPRINT
255 LPRINT: LPRINT " % de precipitacao int. p/ cerrado= ";P0
267 LPRINT: LPRINT: LPRINT
287 LPRINT " soma do quad. de x = ";QX
301 LPRINT " soma do quad. de y = ";QY
313 LPRINT " soma do prod. de x.y = ";Q0
324 LPRINT " COV = ";SF
330 FOR I=1 TO N
350 NP(I,1)=(2.379^2)*VS(I)/((.05*E1(I))^2): NP(I,1)=INT(NP(I,1))
360 NP(I,2)=(2.021^2)*VS(I)/((.1*E1(I))^2): NP(I,2)=INT(NP(I,2))
370 NP(I,3)=(1.634^2)*VS(I)/((.2*E1(I))^2): NP(I,3)=INT(NP(I,3))
380 NP(I,4)=(1.303^2)*VS(I)/((.4*E1(I))^2): NP(I,4)=INT(NP(I,4))
390 NEXT I
400 LPRINT:LPRINT:LPRINT
410 LPRINT "
....."
420 LPRINT "          n0. de pluviometros          "
430 LPRINT "          coleta          confiabilidade          "
440 LPRINT "          n0.          95%          90%          80%          60%          "

```

```

70 LPRINT " "
71
72 LPRINT:PRINT
73 FOR I=1 TO N
74 LPRINT CHR$(C) "I:"
75 LPRINT CHR$(C) NP(I,1);
76 LPRINT CHR$(C) NP(I,2);
77 LPRINT CHR$(C) NP(I,3);
78 LPRINT CHR$(C) NP(I,4)
79 NEXT I
80
81 GOTO ***** teste t para escolha do metodo *****
82 CO= CO
83 UO= (V2 * 2) / (CN)
84 TO= FO / (SOR(UO))
85 LPRINT: LPRINT: LPRINT
86 LPRINT " t = " & TO
87 LPRINT " "
88
89 END

```

Programa em BASIC para análise de covariância, feita através do método de RIELEY et al.(1969).

Ver observações no programa 1.

97

```

10 I=1:Y=V(I,1)
20 V1=V2=V(I,3)*V(I,3)
30 NEXT I
40 S2(I)=I(I,1)*K
50 QV=(TV*TV)/(I*K)
60 VY=V1+SJ(I)
70 VY=TV/I
80 IR=TV/K
90 HT=TV/(I*K)
60 NEXT I
70 PRINT ***** calculos com covariância *****
80 PRINT ***** (y-y)^2 *****
90 S2=0
100 FOR I=1 TO N
110 FOR J=1 TO K
120 S2=S2+(Y(I,J)-YM)^2
130 NEXT J
140 NEXT I
50 PRINT ***** (x-x)^2 *****
60 S3=0
70 FOR I=1 TO N
80 S3=S3+(X(I)-XM)^2
90 NEXT I
100 LEFT ***** (xy/ln) *****
110 C=0: S0=0: D1=0: SP=0: XY=0: SS=0: B=0: C=0: BN=0: BE=0: SS=0: SR=0
120 FOR I=1 TO N
130 D=X(I)-XM
140 S0=S0+D^2
150 FOR J=1 TO K
160 D1=Y(I,J)-YM
170 SP=SP+D*D1
180 XY=XY+X(I)*Y(I,J)
190 NEXT J
200 CQ=(TV*TV)/(I*K)
210 NEXT I
30 PRINT ***** estimativa de y = e(i) *****
40 FOR I=1 TO N
50 FOR J=1 TO K
60 BE=BE+X(I)*Y(I,J)
70 NEXT J : NEXT I
80 BN=BE/X2 : BN=INT (BN*100+.5)/100
90 B=SP/(C*SQ): B=INT(B*100+.5)/100
100 C=YH-B*XM : C=INT (C*100+.5)/100
110 CQ=0: B=0: SE2=0: SE3=0
120 FOR I=1 TO N
130 E1=S2-(CQ(I)-SJ(I))^2
140 E1=X(I)-BN*X(I) : E2(I)=INT(E2(I)+.5)
150 E1=I*E1
160 SE2=SE2+E2(I)
170 SE3=SE3+(E2(I)^2)
180 NEXT I
190 LR=(LR)/(N-2)

```



```

70 FTH=***** soma dos quadrados dentro ****
80 CR=0: VR=0: EE=0
90 FOR I=1 TO N
10 FOR J=1 TO K
20 SD=SB: CYC(J,D)=SJ(I)+2
30 NEXT J
40 DT=1
50 MD=CD*(M*(I+1))
60 CF=CCD*(W/(I+1)): EF=INT((CF*1003+.5)/1003
70 FTH=***** c o d a d o s ****
80 CR=0: ER=0: OY=0: OY=0: OD=0: SI=0: PN=0
90 CR=CD/(K+1)*M
10 OY=YC: OY= INT((OY*1004+.5)/1004
11 OY=YC: OY= INT((OY*1004+.5)/1004
12 OD=YC: OD= INT((OD*1004+.5)/1004
13 CR= 10*OY/YC
14 I= FOR(I+1)
15 PI=IX-REI
16 LR=OD/SX*100: PN= INT((PN+.5)
17 FTH=***** variancia entre grupos ****
18 CR=0: SE=0
19 SE= OY-OD
20 VI= (LR-VR)/K
21 FTH=***** calculo de v(ei) ****
22 FOR I=1 TO N
30 V2= E * VI * ((N+1)/10+ VR
40 V2(I)= V2*(X(I)^2/X2)
50 FH(I)=GBR(VN(I)): ER(I)=INT((EN(I)+.5)
60 CV(I)=(FH(I)/F2(I))*100: CV(I)= INT (CV(I))
70 NEXT I
80 FOR I=1 TO N
90 X(I)= INT((X(I)*1000+.5)/1000
100 SI(I)=INT(SI(I))
101 NEXT I
102 MD= INT (VR*10000+.5)/10000
103 FTH=***** c a l c u l o ****
104 LPRINT " H A R I F I E Y ": LPRINT: LPRINT: LPRINT
105 LPRINT " tot-d de precipitacao = ";SX
106 LPRINT " media de precip. diaria = ";XM
107 LPRINT " total de precipitacao interna = ";PI
108 LPRINT " media de prec. int. diaria = ";NT
109 LPRINT " CRD = ";SD
110 LPRINT " CR = ";VP
111 LPRINT " erro padrao = ";EE: LPRINT: LPRINT
112 FOR I=1 TO N
13 READ DS(I)
14 NEXT I
15 LPRINT "
16
17 LPRINT "
18
19 LPRINT "
20 LPRINT "

```

	coleta	data	prec.	p.int	p.est	e.pad	coef. v.
	n0	1991	mm	mm	mm	mm	% "

```

050 LPRINT "
055 LPRINT:LPRINT:LPRINT
060 FOR I=1 TO N
070 LPRINT CHR$(7) I;
075 LPRINT CHR$(9) D$(I);
080 LPRINT CHR$(9) X(I);
085 LPRINT CHR$(9) SJ(I);
090 LPRINT CHR$(9) F2(I);
100 LPRINT CHR$(9) F3(I);
110 LPRINT CHR$(9) F4(I);
120 LPRINT CHR$(9) CV(I);
130 NEXT I
140 LPRINT "
150 LPRINT:LPRINT
160 LPRINT:LPRINT:LPRINT
170 LPRINT"coef. de correlacao (r)= ";R:LPRINT
180 LPRINT" r2= ";R2:LPRINT:LPRINT:LPRINT
190 LPRINT" reta de regressao y = ";BH;" * X "; LPRINT: LPRINT: LPRINT
200 LPRINT: LPRINT " % de precipitacao int. p/ cerrado= ";FN
210 LPRINT: LPRINT: LPRINT
220 LPRINT " soma do quad. de x = ";QX
230 LPRINT " soma do quad. de y = ";QY
240 LPRINT " soma do prod. de x.y = ";QXY
250 LPRINT " SOC = ";SE
260 FOR I=1 TO N
270 NP(I,1)=((2.329^2)*VN(I))/((.05*E2(I))^2): NP(I,1)=INT(NP(I,1)+.5)
280 NP(I,2)=((2.031^2)*VN(I))/((.1*E2(I))^2): NP(I,2)=INT(NP(I,2)+.5)
290 NP(I,3)=((1.684^2)*VN(I))/((.2*E2(I))^2): NP(I,3)=INT(NP(I,3)+.5)
300 NP(I,4)=((1.203^2)*VN(I))/((.4*E2(I))^2): NP(I,4)=INT(NP(I,4)+.5)
310 NEXT I
320 LPRINT:LPRINT:LPRINT
330 LPRINT "
340 LPRINT "
350 LPRINT "          n.º. de pluviômetros          "
360 LPRINT "      coleta          confiabilidade          "
370 LPRINT "          n.º.          95%          90%          80%          60%          "
380 LPRINT "
390 LPRINT:LPRINT
400 FOR I=1 TO N
410 LPRINT CHR$(7) I;
420 LPRINT CHR$(9) NP(I,1);
430 LPRINT CHR$(9) NP(I,2);
440 LPRINT CHR$(9) NP(I,3);
450 LPRINT CHR$(9) NP(I,4);
460 NEXT I
470 LPRINT "
480 LPRINT:
490 END

```

GRÃO DE GALO: *Rourea induta* (Compositae)
 INHAREZINHO ou MAMA CADELA: *Brosimum gaudichaudii* (Moraceae)
 IPÊ: *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae)
 IPÊ AMARELO: *Tabebuia caraiba* (Bignoniaceae)
 JACARANDÁ MUCHIBA: *Machaerium opacum* (Leg., pap.)
 JACARANDÁ PRETA ou CABIUNA: *Dalbergia miscalobium* (Leg., pap.)
 JATOBÁ DO CERRADO: *Hymenaea caubaril* var. *stigonocarpa* (Leg., caes.)
 JUA MOLE: *Neea theifera* (Nyctaginaceae)
 LACRE: *Miconia albicans* (Melastomataceae)
 LACRE: *Miconia falax* (Melastomataceae)
 LACRE: *Miconia pohlianma* (Melastomataceae)
 LACRE: *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae)
 LACRE FOLHA GRANDI: *Miconia ferruginata* (Melastomataceae)
 LARANJEIRA DO CERRADO: *Styrax ferruginea* (Styracaceae)
 LIXEIRINHA: *Davilla elliptica* (Dilleniaceae)
 LOBEIRA: *Solanum crinitum* (Solanaceae)
 MANDIOÇÃO DO CERRADO: *Didymopanax macrocarpum* (Aral.)
 MANGABA BRAVA: *Lafoensia pacari* (Lythraceae)
 MANGABEIRA: *Hancornia pubescens* (Apocinaceae)
 MARGARIDA DO CERRADO: *Aspilia foliacea* (Compositae)
 MARGARIDA DO CERRADO: *Aspilia platyphylla* (Compositae)
 MARFIM: *Agonandra brasiliensis* (Opiliaceae)
 MARIA MOLE: *Guapira noxia* (Nyctaginaceae)
 MARIA PRETA: *Blepharocalyx solícifolius* (Myrtaceae)
 MARMELO: *Plenckia populnea* (Celastraceae)
 MATA BARATA: *Andira humilis* (Leg., pap.)
 MIMOSA: *Mimosa lanuginosa* (Leg., mim.)
 Cuphea linariodes (Lithraceae)
 Cuphea remotifolia (Lithraceae)
 MIMOSA: *Mimosa lanuginosa* (Leg., mim.)
 MORORO ou UNHA DE VACA: *Bauhinia* sp. (Leg., caes.)
 MUCHIBA COMPRIDA: *Erythroxylum tortuosum* (Eryth.)
 MUCHIBA CASCA SOLTA: *Erythroxylum suberosum* (Eryth.)
 Erythroxylum campestres (Eryth.)
 Erythroxylum decidum (Eryth.)
 MURICI BRANCO: *Byrsonima verbascifolia* (Malpigiaceae)
 MURICI DE EMA: *Byrsonima basiloba* (Malpigiaceae)
 MURICI ROSA: *Byrsonima coccolobifolia* (Malpigiaceae)
 MURICI VERMELHO: *Byrsonima crassa* (Malpigiaceae)
 OLHO DE BOI: *Diospyros burchellii* (Ebenaceae)
 OLHO DE COTIA: *Matayba guianensis* (Sapindaceae)
 OLHO DE POMBA: *Casearia sylvestris* (Flacoutiaceae)
 PAU DOCE BRANCO: *Vochysia elliptica* (Vochysiaceae)
 PAU DOCE ROXO: *Vochysia rufa* (Vochysiaceae)
 PAU SANTO: *Kielmeyera coriacea* (Guttifera)
 PAU SANTO ROSA: *Kielmeyera speciosa* (Guttifera)
 PAU TERRA c/ FOLHAS GRANDES: *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae)
 PAU TERRA LISO: *Qualea multiflora* (Vochysiaceae)
 PAU TERRA ROXO: *Qualea parviflora* (Vochysiaceae)
 PALHINHA DE VASIDURA: *Syagrus campestres* (Palmae)
 Borreria suaviolens (Rubinaceae)
 PÊ DE PERDIZ: *Parinari obtusifolia* (Chrysobalanaceae)
 PIRIRIMA: *Syagrus flexuosa* (Palmae)
 PIRIRIMA VASSOURA: *Butia leiostatha* (Palmae)
 PIQUI: *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae)
 QUINA DO CERRADO: *Strychnos pseudoquina* (Logan.)

SANGUE DE CRISTO: *Sapicea brasiliensis* (Rubiaceae)
SOBE: *Emmotum nitens* (Icacinaceae)
SUCUPIRA BRANCA: *Pterodon pubescens* (Leg., pap.)
SUCUPIRA PRETA: *Bowdichia virgiliodes* (Leg., pap.)
SUCUÚBINHA: *Himatanthus obovatus* (Apocynaceae)
TINGUI BOSTA: *Sclerolobium aureum* (Leg., caes.)
VELUDINHO: *Chomelia ribesoides* (Rubiaceae)
VINHATICO CASCUDO: *Enterolobium ellipticum* (leg., mim.)
UVINHA ou MATA CACHORRO: *Simaruba versicolor* (simarb.)