

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA VEGETAL

INFLUÊNCIA DA MACROFAUNA NA DINÂMICA DE
NUTRIENTES DO FOLHEDO EM DECOMPOSIÇÃO EM
CERRADO *SENSU STRICTO*.

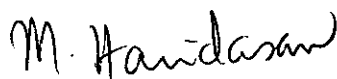
REGINALDO CONSTANTINO

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

Brasília
Abril 1988

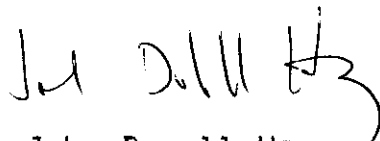
Trabalho realizado junto ao Laboratório de Ecologia do Departamento de Biologia Vegetal do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do Professor Mundayatan Haridasan, com suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aprovado por :



Prof. Mundayatan Haridasan

Orientador



Prof. John Duvall Hay

Membro da Banca Examinadora



Prof. Bráulio Ferreira de Souza Dias

Membro da Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Mundayatan Haridasan pela orientação e apoio durante a realização este trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Ecologia da UnB, em especial à Mara Rubia S. Chaves pelo auxílio nas análises químicas e ao Mardocheu P. Rocha pelo auxílio no campo.

Aos colegas do Mestrado em Ecologia pela amizade, estímulo e discussão.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas concedidas.

A Fundação Zoobotânica do Distrito Federal pela autorização para trabalhar na Reserva Biológica de Águas Emendadas e no Jardim Botânico de Brasília.

ÍNDICE

Lista de Figuras.....	iv
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Anexos	vii
Resumo.....	ix
Summary.....	xi
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
Áreas de estudo.....	5
Definição dos termos utilizados.....	11
Coleta de folheto.....	12
Decomposição.....	13
Análise química.....	15
RESULTADOS.....	17
Biomassa de folheto e conteúdo de P, K, Ca e Mg.....	17
Decomposição.....	21
Macrofauna.....	26
DISCUSSÃO.....	30
Biomassa de folheto e conteúdo de P, K, Ca e Mg.....	30
Decomposição.....	33
Perda de massa.....	34
Perda de nutrientes.....	36
Modelos.....	38
Macrofauna.....	40

CONCLUSÕES.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	45
ANEXOS.....	58

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização das áreas de estudo 6
- Figura 2 - Localização das parcelas na Fazenda Água
Limpa e no Jardim Botânico de Brasília 7
- Figura 3 - Localização da parcela na Reserva Biológica
de Águas Emendadas 8
- Figura 4 - Precipitação (totais mensais), umidade relativa
(médias mensais) e temperatura (médias mensais das máximas
e das mínimas) durante o período de estudo. Dados da
estação agrometeorológica do CPAC - EMBRAPA e da estação
agrometeorológica da Reserva Ecológica do IBGE 10
- Figura 5 - Biomassa do folheto sobre o solo e o conteúdo de
P, K, Ca e Mg em três áreas de cerrado *sensu stricto* :
Reserva Biológica de Águas Emendadas, Fazenda Água Limpa
e Jardim Botânico de Brasília 18
- Figura 6 - Concentração de P, K, Ca e Mg no folheto em três
áreas de cerrado *sensu stricto* : Reserva Biológica de
Águas Emendadas, Fazenda Água Limpa, e Jardim Botânico
de Brasília 19

Figura 7 - Massa e conteúdo de P, K, Ca e Mg inicial e remanescente do folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm e 8 mm em três áreas de cerrado *sensu stricto* : Reserva Biológica de Águas Emendadas, Fazenda Água Limpa e Jardim Botânico de Brasília, por dois períodos (agosto a outubro de 1986 e outubro de 1986 a fevereiro de 1987) 22

Figura 8 - Concentração inicial e final de P, K, Ca e Mg do folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm e 8 mm em três áreas de cerrado *sensu stricto* : Reserva Biológica de Águas Emendadas, Fazenda Água Limpa e Jardim Botânico de Brasília, por dois períodos (agosto a outubro de 1986 e outubro de 1986 a fevereiro de 1987) .. 23

Figura 9 - Massa e conteúdo de P, K, Ca e Mg inicial e remanescente no folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm e 8 mm em uma área de cerrado *sensu stricto* (Fazenda Água Limpa) ao longo de 12 meses ... 24

Figura 10 - Concentração inicial e remanescente no folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm e 8 mm em uma área de cerrado *sensu stricto* (Fazenda Água Limpa) ao longo de 12 meses 25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Taxas de perda de massa e de P, K, Ca e Mg do folheto confinado em sacos de tela de nylon com malhas de 0,5 mm e 8 mm, segundo o modelo $X_t/X_0 = \text{EXP}(-k.t)$ 27
- Tabela 2 - Taxas de perda de massa do folheto confinado em sacos de tela de nylon com malhas de 0,5 e 8 mm, segundo o modelo $X_t/X_0 = p.\text{EXP}(-k_1.t) + (1-p).\text{EXP}(-k_2.t)$ 28
- Tabela 3 - Comparação das estimativas das taxas de perda de massa obtidas através de confinamento em sacos de tela de nylon (k) com as obtidas através da produção (L) e acúmulo (X) de folheto (k'), segundo os modelos $X_t/X_0 = \text{EXP}(-k.t)$ e $k' = L/X$ 29

ANEXOS

- Tabela A1 - Biomassa de folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.58
- Tabela A2 - Concentração de P no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal59
- Tabela A3 - Concentração de K no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.60
- Tabela A4 - Concentração de Ca no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.61
- Tabela A5 - Concentração de Mg no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.62
- Tabela A6 - Massa remanescente de folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.63
- Tabela A7 - Conteúdo remanescente de P no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.64
- Tabela A8 - Conteúdo remanescente de K no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.65

Tabela A9 - Conteúdo remanescente de Ca no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.66

Tabela A10 - Conteúdo remanescente de Mg no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.67

Tabela A11 - Cálculo da regressão forçada pela origem68

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da macrofauna de solo na dinâmica de nutrientes do folheto em decomposição no cerrado. Foram estimados a biomassa de folheto sobre o solo e seu conteúdo de P, K, Ca e Mg e as taxas de perda de massa e desses nutrientes do folheto em decomposição com e sem exclusão da macrofauna.

O trabalho de campo foi desenvolvido em três parcelas de cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal (uma na Reserva Biológica de Águas Emendadas, uma na Fazenda Água Limpa e outra no Jardim Botânico de Brasília). As taxas de perda de massa e de nutrientes foram estimadas através do confinamento do folheto em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm e 8 mm.

A biomassa de folheto nas áreas de estudo foi estimada em $457 \pm 23 \text{ g.m}^{-2}$, composto de $177 \pm 8 \text{ g.m}^{-2}$ de gramíneas (incluindo o morto-em-pé) e em $289 \pm 24 \text{ g.m}^{-2}$ de não-gramíneas. O conteúdo mineral por m^{-2} foi estimado em $174 \pm 15 \text{ mg}$ de K, $35 \pm 3 \text{ mg}$ de P, $183 \pm 22 \text{ mg}$ de Ca, $87 \pm 10 \text{ mg}$ de Mg no componente gramíneas e $240 \pm 46 \text{ mg}$ de K, $83 \pm 22 \text{ mg}$ de P, $954 \pm 154 \text{ mg}$ de Ca, $240 \pm 37 \text{ mg}$ de Mg no componente não-gramíneas do folheto.

As taxas de decomposição de gramíneas foram estimadas em $1,43 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ em malha de 0,5 mm e $2,14 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ em malha de 8 mm e de não-gramíneas em $0,73 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ em malha de 0,5 mm e $1,23 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ malha de 8 mm, com meia-vida correspondente de 485, 324, 950 e 564 dias, respectivamente. A diferença nas taxas de decomposição entre

as duas malhas foi significativa ($p < 0,01$). Esta diferença, de 33% da taxa obtida com malha grossa em gramíneas e 41% em não-gramíneas, estima o efeito da macrofauna na decomposição. A taxa de decomposição de gramíneas foi o dobro da de não-gramíneas nos sacos de malha de 0,5 mm e 1,7 vezes nos de 8 mm.

A taxa de perda de nutrientes seguiu a seguinte ordem : $K > Mg > P > Ca$ em gramíneas, e $K > P > Mg > Ca$ em não-gramíneas. O potássio apresentou taxa de liberação maior que a taxa de perda de massa do folheto, especialmente em gramíneas, talvez por causa da lixiviação.

SUMMARY

The present study was intended to determine the influence of soil macrofauna on the dynamics of nutrients during litter decomposition in *cerrado* vegetation. Grass-litter and leaf-litter biomass and P, K, Ca and Mg content were estimated. Rates of disappearance of dry matter and losses of nutrients were estimated with and without the exclusion of macrofauna.

Field work was carried out at three sites of *cerrado sensu stricto* vegetation in Distrito Federal (one at Reserva Biológica de Águas Emendadas, one at Fazenda Água Limpa, and one at Jardim Botânico de Brasília). Rates of loss of dry matter and nutrients were estimated using litter-bags of 0,5 mm and 8 mm meshes.

Litter biomass in the experimental areas was estimated to be $457 \pm 23 \text{ g.m}^{-2}$, composed of $177 \pm 8 \text{ g.m}^{-2}$ of grasses (including standing-dead) and $289 \pm 24 \text{ g.m}^{-2}$ of nongrasses. The estimates of mineral content per m^{-2} were $174 \pm 15 \text{ mg}$ of K, $35 \pm 3 \text{ mg}$ of P, $183 \pm 22 \text{ mg}$ of Ca, $87 \pm 10 \text{ mg}$ of Mg for grass-litter, and $240 \pm 46 \text{ mg}$ of K, $83 \pm 12 \text{ mg}$ of P, $954 \pm 154 \text{ mg}$ of Ca, $240 \pm 27 \text{ mg}$ of Mg for leaf-litter.

Rates of decomposition for grass-litter were estimated to be $1,43 \text{ mg.g}^{-1}\text{day}^{-1}$ in 0,5-mm mesh bags and $2,14 \text{ mg.g}^{-1}\text{day}^{-1}$ in 8-mm mesh bags, and for leaf-litter were $0,73 \text{ mg.g}^{-1}\text{day}^{-1}$ in 0,5-mm mesh bags and $1,23 \text{ mg.g}^{-1}\text{day}^{-1}$ in 8-mm mesh bags with corresponding half-lives of 485, 324, 950 and 564 days. Differences in the rates of decomposition between

t he two mesh sizes were significant ($p < 0,01$). This difference reflects the influence of soil macrofauna on decomposition of litter (33% of the estimated dry-matter loss in 8mm mesh bags for grass-litter and 41% for leaf-litter). The decomposition rate of grass-litter was two times that of leaf-litter in 0,5-mm bags and 1,7 times in 8-mm bags.

The rates of loss of mineral elements folowed the order : $K > Mg > P > Ca$ in grass-litter and $K > P > Mg > Ca$ in leaf-litter. Loss rates of K were greater than dry matter loss rates, especially in the case of grass-litter, probably because of leaching losses.

INTRODUÇÃO

A decomposição do folheto é um processo fundamental em ecossistemas terrestres. Tradicionalmente, muita importância foi dada aos conceitos de nível trófico e cadeia alimentar na sequência planta-herbívoro-carnívoro-parasita. Em ecossistemas terrestres, no entanto, grande proporção da produção primária vai diretamente aos decompositores, e boa parte do material consumido pelos herbívoros retorna aos decompositores como fezes e tecido morto (Wiegert & Evans, 1964; Dickinson & Pugh, 1974; Singh & Gupta, 1977; Golley et al., 1978; Santos & Whitford, 1981).

O folheto na superfície do solo age como um reservatório de matéria orgânica e nutrientes, regulando processos que ocorrem no ecossistema. O folheto acumula-se no solo até que a queda seja igual à decomposição, atingindo um equilíbrio dinâmico (Ewel, 1976; Gosz et al., 1976; Staaf & Berg, 1982). Quantidades consideráveis de certos nutrientes podem ficar retidas no folheto. Através da decomposição os nutrientes retornam às plantas e são reutilizados, num processo de ciclagem interna do sistema.

Em ecossistemas tropicais os solos normalmente apresentam baixa fertilidade, e grande parte dos nutrientes encontra-se na biomassa. O processo de ciclagem é, então, essencial para manter a produtividade do sistema.

A fauna de solo desempenha importante papel no processo de decomposição, através da ingestão, fragmentação, mistura e aeração da matéria orgânica (Hole, 1981; Petersen & Luxton, 1982). Em ecossistemas tropicais há indicações de que a macrofauna, especialmente os cupins (Isoptera), desempenha um papel essencial no processo de decomposição do folheto (Lee & Wood, 1971; Usher, 1975; Matsumoto & Abe, 1979; Ohiagu & Wood, 1979; Collins, 1981; Ferrar, 1982; Wood *et al.*, 1982; Luizão & Schubart, 1986; Lamotte, 1987). Estimativas da biomassa destes organismos em florestas e savanas tropicais indicam que são um dos grupos dominantes entre os animais (Petersen & Luxton, 1982).

A maior parte da informação existente sobre a acumulação e decomposição do folheto provém de regiões de clima temperado e frio. Poucos estudos foram realizados em florestas e savanas tropicais. Klinge & Rodrigues (1968a e 1968b) e Silva (1982) estudaram a produção e conteúdo mineral e do folheto em florestas da região amazônica. Luizão & Schubart (1986) estudaram a produção, conteúdo mineral e decomposição do folheto em floresta de terra firme próxima a Manaus e concluíram que a atividade biológica é responsável pela liberação da maioria dos nutrientes, especialmente a ação de cupins e o crescimento de raízes finas sobre as folhas. Santos *et al.* (1982) estudaram a decomposição em matas semidecíduas de São Paulo usando o método proposto por Santos & Whitford (1981) e encontraram um perda de peso anual em torno de 60%, que consideram alta. Delitti (1985) estudou a produção, conteúdo mineral e decomposição do folheto numa mata de galeria (em área de cerrado) de São Paulo

e estimou a perda de peso em cerca de 40% ao ano. Poggiani (1985) estudou a produção, conteúdo mineral e decomposição do folheto em florestas homogêneas artificiais de *Pinus* e *Eucalyptus* em São Paulo. Concluiu que a retenção de alguns nutrientes no folheto de plantações de *Pinus* pode atingir quantidades elevadas e a taxa de decomposição é relativamente baixa, enquanto que nas plantações de *Eucalyptus* esta taxa chega a ser maior que a encontrada em mata de galeria da região.

Santos & Rodrigues (1982) compararam três métodos para estimar a decomposição num cerrado de São Paulo e não encontraram diferenças significativas entre os resultados dos três; consideraram a taxa de decomposição obtida alta, com meia-vida estimada em 1,45 anos. Peres et al. (1983) estudaram a produção, conteúdo mineral e decomposição do folheto num cerrado e num cerradão do Distrito Federal e encontraram taxas extremamente baixas de perda de peso (entre 3,3 e 16% ao ano), maior no cerrado que no cerradão. Silva (1983) estudou a produção, conteúdo mineral e decomposição do folheto num cerrado do Distrito federal. Estimou a taxa de decomposição de folhas de quatro espécies arbóreas comuns no cerrado através do confinamento em sacos de tela, separadas por espécie e misturadas. Concluiu que as folhas misturadas de várias espécies apresentam taxa de decomposição maior que as separadas por espécies. Isto indica que as estimativas de decomposição de folhas de uma única espécie não podem ser consideradas iguais às que ocorrem em condições naturais. Delitti & Meguro (1984a e 1984b) estudaram a produção, conteúdo mineral e decomposição do folheto num cerrado e de uma plantação de *Pinus* em São Paulo.

Concluíram que a biomassa e a quantidade de nutrientes estocados no folheto sobre o solo na plantação de *Pinus* é aproximadamente o dobro das encontradas no cerrado, enquanto que as taxas de perda de massa são semelhantes. Oliveira Jr. (1985) estudou o efeito dos microartrópodos do solo e da quantidade inicial de folheto nas taxas de decomposição através do método proposto por Santos & Whitford (1981). Não encontrou diferenças significativa entre as taxas de perda de massa obtidas em sacos contendo 5, 10, 20 e 100 g iniciais de folheto. Não foram encontradas diferenças consistentes entre as taxas de decomposição obtidas com folheto tratado com inseticida para excluir os microartrópodos e com o não tratado.

Nenhum dos estudos sobre decomposição no cerrado citados acima trata do efeito da macrofauna sobre a decomposição do folheto. Os cupins (Insecta, Isoptera) provavelmente constituem o componente mais importante da fauna de solo do cerrado, tanto em biomassa como no efeito sobre os processos de decomposição e formação do solo (Coles de Negret & Redford, 1982; Egler, 1984; Egler & Haridasan, 1987).

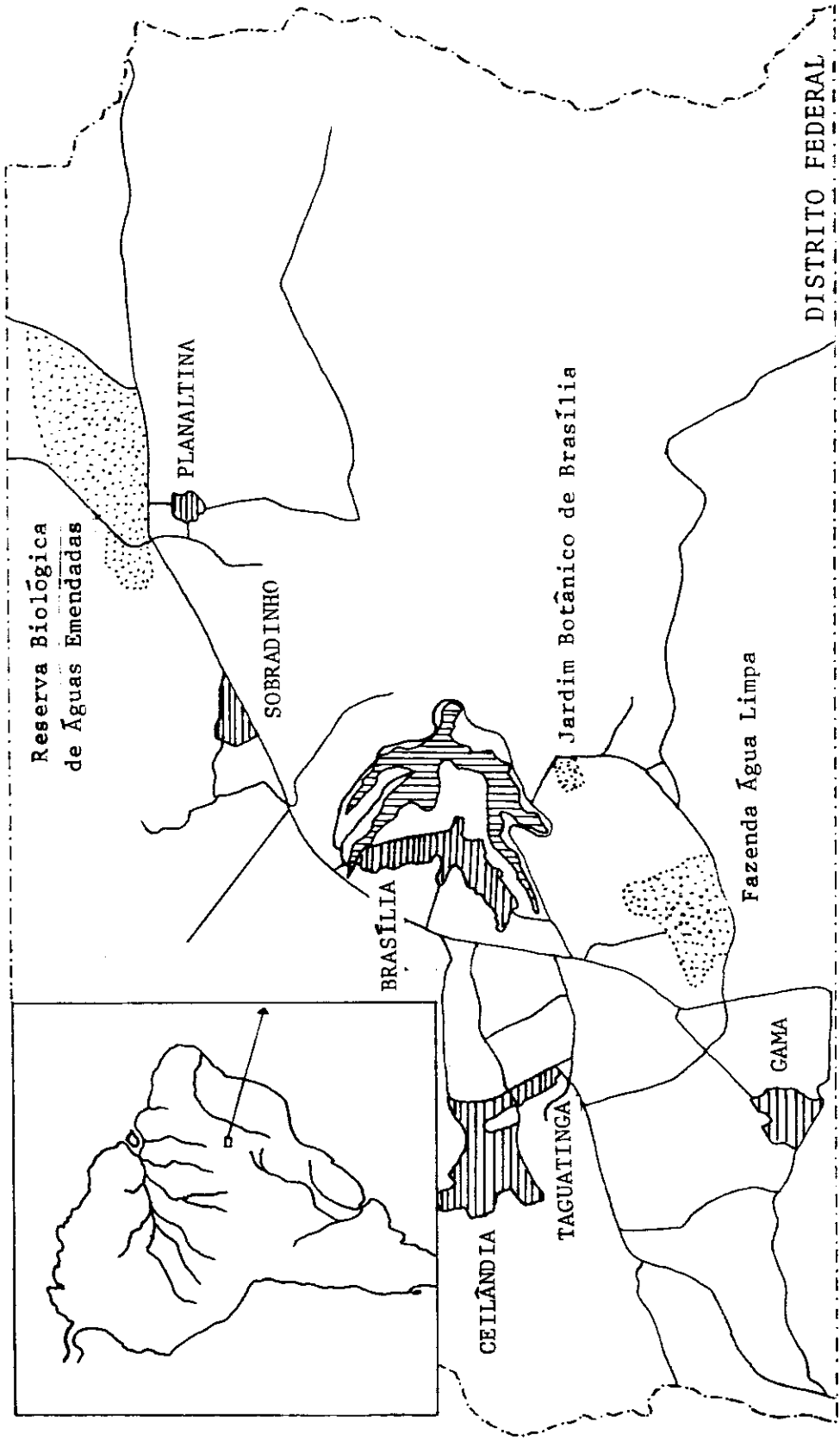
O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da macrofauna de solo na dinâmica de nutrientes do folheto em decomposição no cerrado *sensu stricto*. Foram estimados a biomassa de folheto e seu conteúdo de P, K, Ca e Mg em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, e as taxas de perda de massa do folheto e de liberação destes nutrientes com e sem exclusão da macrofauna.

MATERIAIS E MÉTODOS

Áreas de Estudo

O presente trabalho foi desenvolvido em três áreas de cerrado *sensu stricto* localizadas no Distrito Federal: Reserva Biológica de Águas Emendadas (RBAE), Jardim Botânico de Brasília (JBB), e Fazenda Água Limpa (FAL). As duas primeiras áreas pertencem à Fundação Zoobotânica do Distrito Federal e a terceira pertence à Fundação Universidade de Brasília. Uma parcela de 50 m X 50 m foi demarcada em cada uma das áreas (Figura 1).









Informações sobre a vegetação do Distrito Federal podem ser encontradas em Eiten (1984). Um levantamento fitosociológico realizado na FAL próximo à parcela utilizada (o transecto passou a cerca de 50 m) indica as seguintes espécies arbóreas (considerando indivíduos com mais que 3 cm de diâmetro e/ou 2 m de altura) como as mais importantes em ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Q. grandiflora*, *Ouratea hexasperma*, *Dalbergia violacea*, *Caryocar brasiliense*, *Roupala montana*, *Kielmeyera coriacea*, *Byrsonima crassa*, *B. verbascifolia*, *Stryphnodendron adstringens* e *Blepharocalyx suaveolens*; o número médio de indivíduos por hectare foi 970 e a área basal foi $4,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Ratter, 1987). No JBB, um transecto foi levantado a cerca de 200 m da parcela e indica as seguintes espécies arbóreas como as mais importantes em ordem decrescente: *Styrax ferrugineus*, *Dalbergia violacea*, *Piptocarpha rotundifolia*,



- Estrada pavimentada
- ▨ Área urbanizada
- ▩ Lago
- ▧ Áreas de Estudo (ver Figuras 2 e 3)



Figura 1 - Localização das áreas de estudo.

-  Cerradão
-  Cerrado
-  Campo sujo
-  Campo limpo
-  Mata de galeria
-  Campo de murundus
-  Caminho.
-  Parcelas

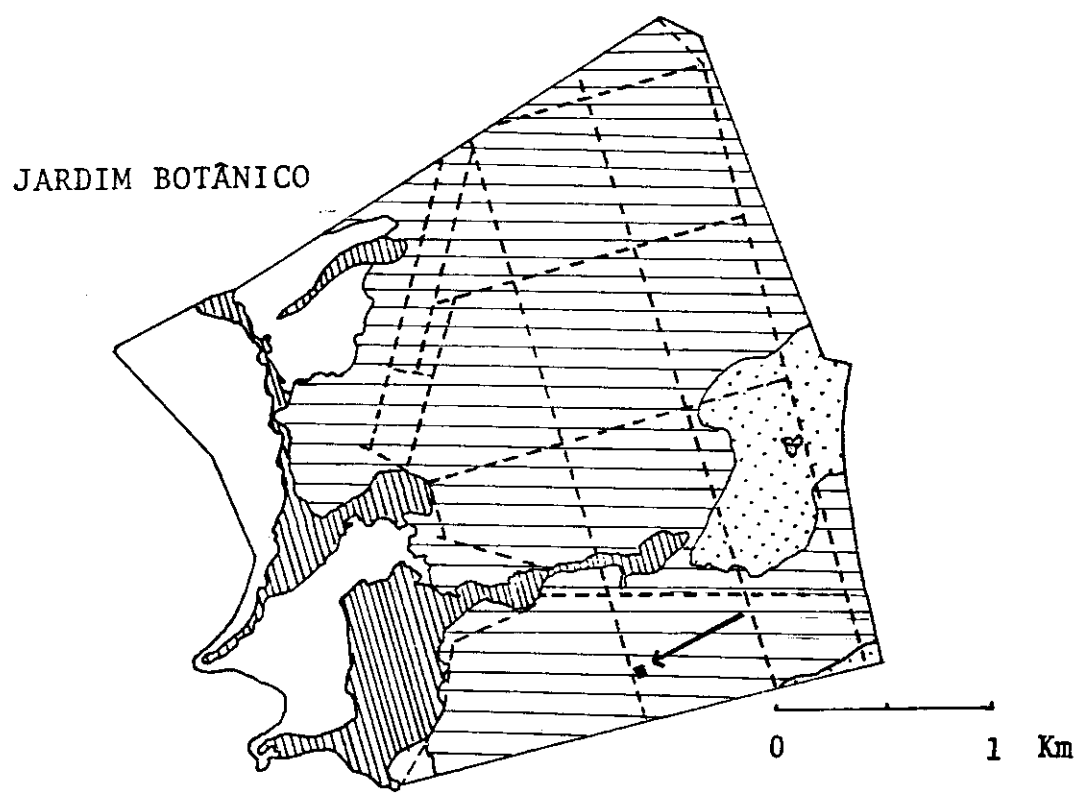
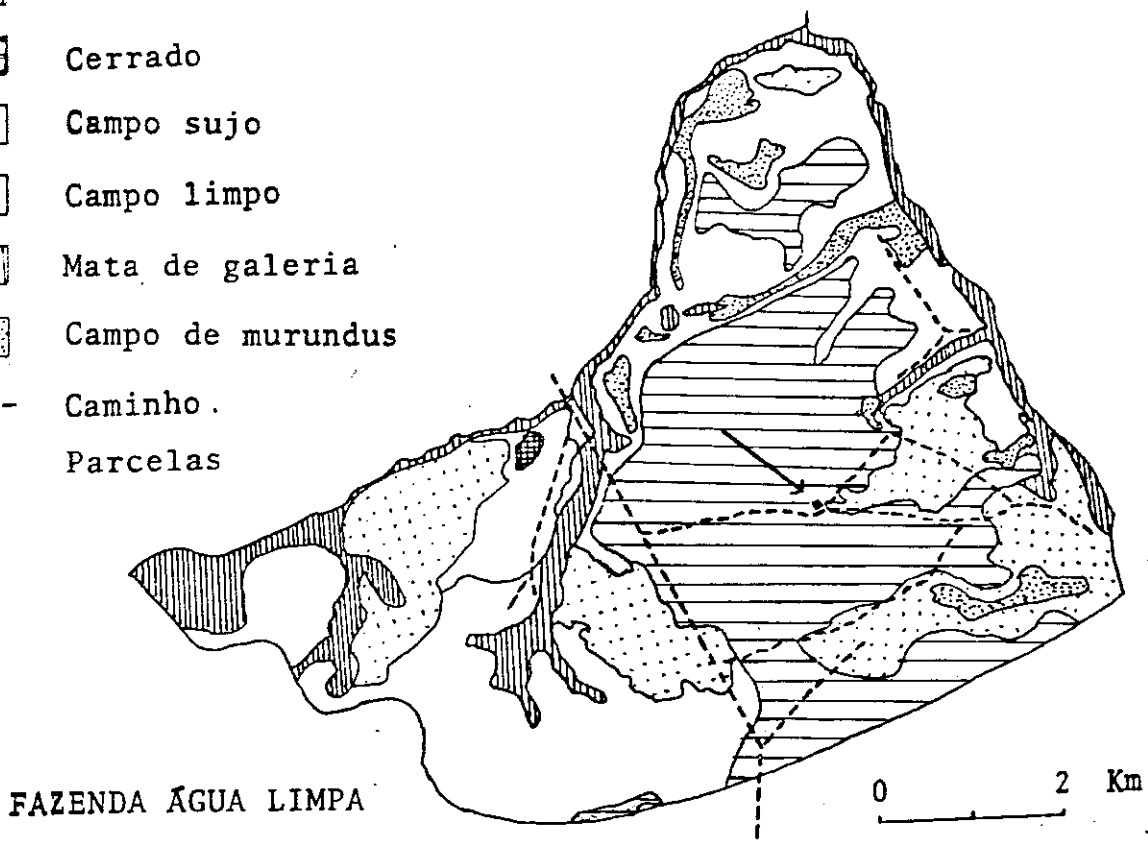


Figura 2 - Localização das parcelas na Fazenda Água Limpa e no Jardim Botânico de Brasília.

- ▣ Área da reserva
- Estrada pavimentada
- - - Caminho
- ↪ Curso d'água
- ▨ Lagoa
- Parcela

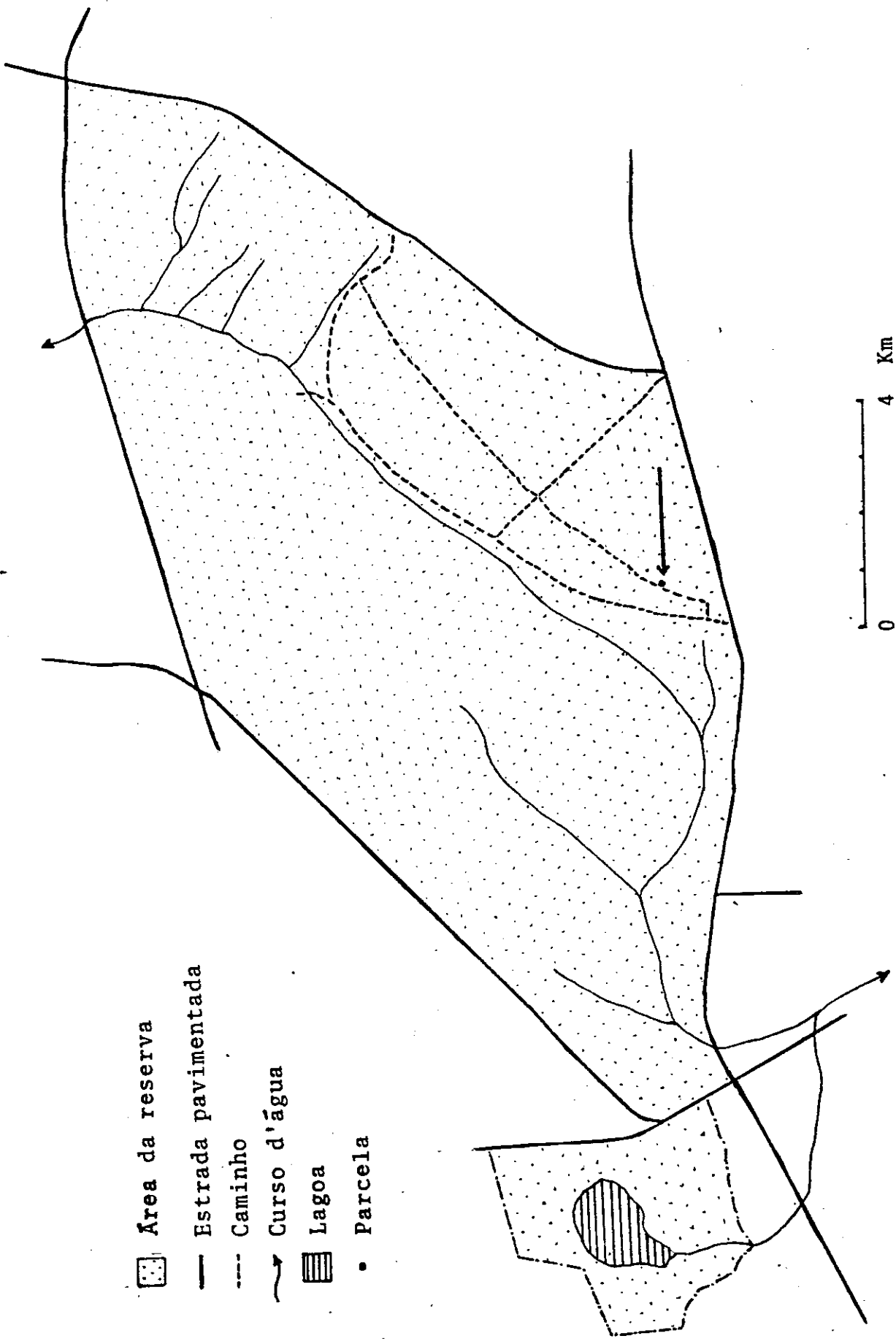


Figura 3 - Localização da parcela na Reserva Biológica de Águas Emendadas.

Dimorphandra mollis, *Machaerium opacum*, *Erewantuhs glomerulatus*, *Pterodon pubescens*, *Palicourea rigida*, *Stryphnodendron adstringens*, *Byrsonima verbascifolia*; o número de indivíduos por hectare foi 1200 e área basal foi $3,8 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ (Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, 1985). Ferreira (1976) apresenta um levantamento florístico da RBAE. A parcela localizada na FAL sofreu ação do fogo pela última vez em junho de 1984. As outras duas parcelas não apresentavam sinal de ação recente do fogo. Na RBAE não existe registro de fogo há mais de 15 anos.

As três parcelas estão localizadas na Bacia do Rio São Bartolomeu sobre formações terciárias compostas de cobertura detrito-laterítica. Do ponto de vista geomorfológico, estão sobre o Pediplano de Brasília, composto de chapadas, chapadões e interflúvios tabuliformes com altitude entre 950 e 1200 metros. Os solos das três parcelas são semelhantes e classificados como latossolo vermelho-escuro distrófico, que é o mais comum do Distrito Federal. O clima corresponde ao tipo Cwa da classificação de Koeppen (tropical de altitude) (CODEPLAN, 1984).

A Figura 2 apresenta os dados meteorológicos, correspondentes ao período de estudo, de duas estações meteorológicas: a da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), que fica próxima à FAL (cerca de 4 Km E) e ao JBB (cerca de 9 Km SW), e a do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC) - EMBRAPA, próximo à RBAE (cerca de 15 Km W).

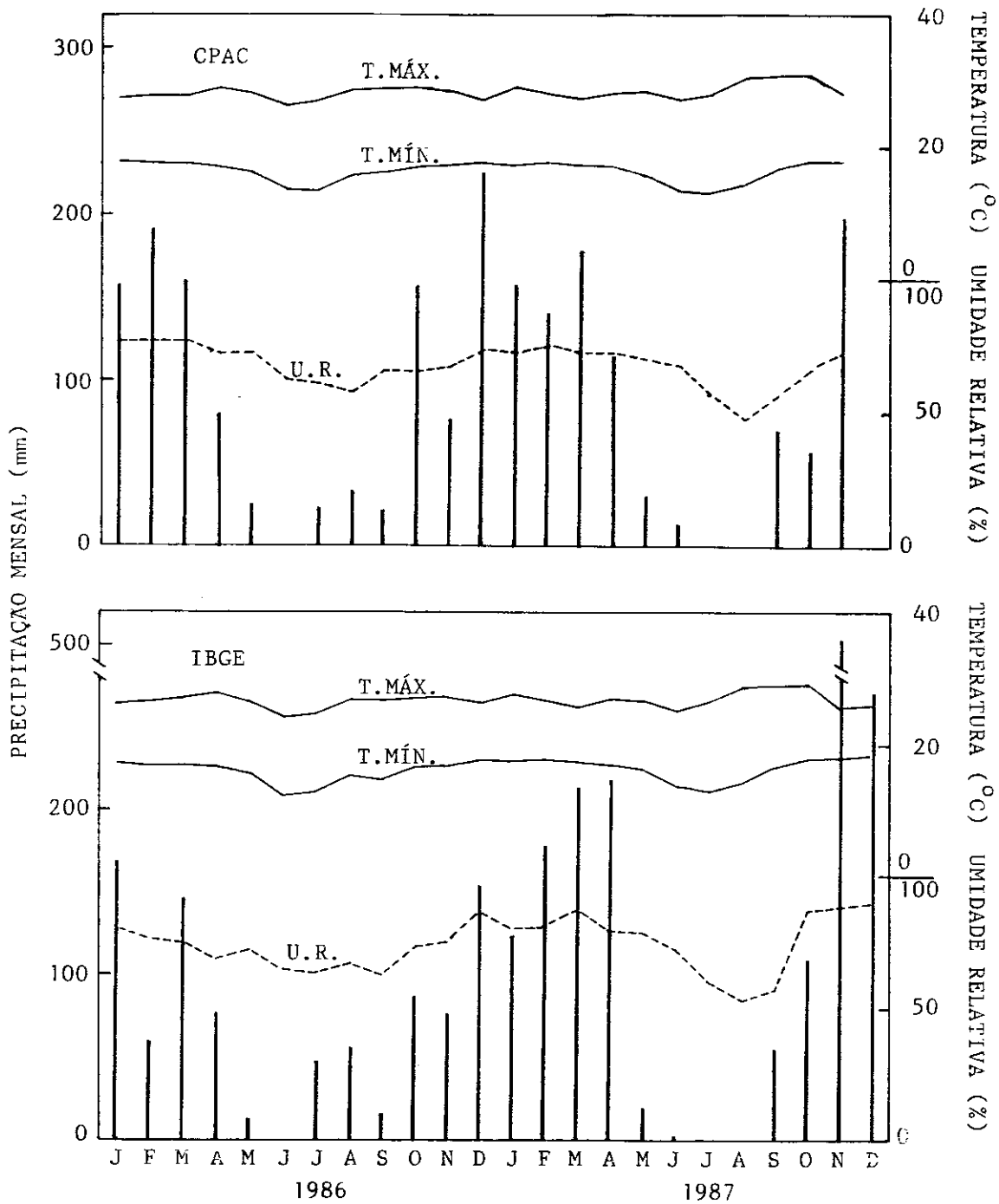


Figura 4 - Precipitação (totais mensais), umidade relativa (médias mensais) e temperatura (médias mensais das máximas e das mínimas) durante o período de estudo. Dados da estação agrometeorológica do CPAC - EMBRAPA e da estação agrometeorológica da Reserva Ecológica do IBGE.

Definição dos termos utilizados

A decomposição é definida de forma geral, como a redução de moléculas orgânicas complexas em CO_2 , água e componentes minerais. Para efeito prático, a decomposição é definida aqui como a taxa relativa de perda de massa e de componentes minerais por unidade de massa por unidade de tempo, expressa em $\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. O folheto é aqui definido como a matéria vegetal morta (no caso folhas) sobre o solo, com estruturas vegetais ainda identificáveis. É equivalente a serapilheira e ao termo inglês "litter", que no entanto são mais abrangentes e incluem todos os resíduos vegetais, inclusive madeira. O morto-em-pé (em inglês "standing-dead") é a matéria vegetal morta ainda ligada à planta viva. Dickinson & Pugh (1974) apresentam uma discussão detalhada destes conceitos. A biomassa de folheto é a quantidade de folheto (peso seco, conteúdo energético e componentes minerais) presente no solo, expressa em g.m^{-2} (peso seco) ou cal.m^{-2} (conteúdo energético). A produção de folheto corresponde ao incremento de matéria vegetal morta por unidade de área por unidade de tempo, expressa em $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (peso seco), ou $\text{cal.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ (conteúdo energético).

A macrofauna de solo é definida como o conjunto de animais do solo com tamanho entre 2 e 20 mm (segundo a definição de Van der Drift, 1951, citado por Hole, 1981). Para efeito prático, é definida aqui como o conjunto de animais do solo capazes de passar por uma tela de malha de 8 mm e barrados por uma malha de 0,5 mm. Estes tamanhos de malha estão próximos

dos utilizados por Edwards & Heath (citado por Singh & Gupta, 1977), i. e., 0,5 e 7 mm. Seleciona animais como Oligochaeta, Isopoda, Diplopoda, Chilopoda, Isoptera, Coleoptera, Formicoidea e Gastropoda.

Coleta de Folheto

Para estimar a biomassa de folheto sobre o solo foram realizadas três coletas em cada área, em maio, agosto e dezembro de 1986. Dez quadrados de 1 m X 1 m foram demarcados aleatoriamente em cada parcela e todo o material acima do solo coletado, embalado em sacos de polietileno e transportado ao laboratório. O folheto foi dividido em duas categorias: gramíneas e não-gramíneas. A categoria gramíneas incluiu as folhas sobre o solo e o morto em pé de gramíneas e graminóides. A categoria não-gramíneas incluiu apenas folhas sobre o solo. Este material separado foi colocado em sacos de papel, seco em estufa a 60° C e pesado. De cada dez amostras de cada componente foram sorteadas quatro para análise química. O restante do material foi misturado e utilizados nos sacos de tela de nylon para estimar a taxa de decomposição e de perda de nutrientes.

Os dados de biomassa de folheto foram utilizados para estimar a taxa de decomposição através da equação (Olson, 1963) :

$$k = L/X$$

onde L = taxa de produção de folheto

X = biomassa de folheto em situação de equilíbrio

Decomposição

Para estimar o efeito da macrofauna de solo sobre a degradação do folheto, foi utilizado o método de confinamento do folheto em sacos de tela de nylon ("litter-bags") de 12 cm X 20 cm com duas malhas diferentes: 0,5 e 8 mm (Edwards & Heath, 1963 citado por Singh & Gupta, 1977). Foram estimadas separadamente as taxas de decomposição de gramíneas e não-gramíneas. Em cada saco foram colocados 10 g de folheto seco. Havia quatro tratamentos resultantes da combinação de dois fatores: malha (0,5 mm e 8 mm) e material (gramíneas e não-gramíneas).

Foram realizados dois experimentos diferentes. No primeiro foram colocados dez sacos de cada tratamento em cada área, em agosto de 1986. Em outubro do mesmo ano (após 85 dias) os sacos foram retirados e substituídos por novos, que permaneceram no campo até fevereiro de 1987 (112 dias). No segundo experimento foram colocados 30 sacos de cada tratamento na parcela da FAL em dezembro de 1986, e retirados dez a cada quatro meses.

No campo, os sacos foram dispostos aleatoriamente, fixados sobre a superfície do solo com estacas. Quando da retirada, os sacos foram embalados em sacos de polietileno para evitar perda de material e de animais. No laboratório os sacos foram abertos e todo o material retirado. Animais encontrados nos sacos foram separados e preservados em álcool a 80% para posterior identificação. A seguir o material foi lavado em peneira de malha de 0,5 mm sob água de torneira para retirar o solo aderido, colocado em sacos de papel, seco em estufa a 60°C

e pesado. Quatro amostras de cada tratamento foram sorteadas para análise química.

O primeiro experimento foi analisado através de análise de variância, comparando malhas e locais. O segundo experimento foi analisado através do ajuste dos dados a dois modelos de decomposição (Olson, 1963; Wieder & Lang, 1982) :

$$X_t/X_0 = \text{EXP}(-k.t) \quad (1)$$

$$X_t/X_0 = p.\text{EXP}(-k_1.t) + (1-p).\text{EXP}(-k_2.t) \quad (2)$$

onde: X_t = quantidade de folheto no tempo t , g
 X_0 = quantidade inicial de folheto, g
 k = taxa de decomposição, $\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$
 t = tempo, dias
 p = fração lábil do folheto
 $1-p$ = fração recalcitrante do folheto
 k_1 = taxa de decomposição da fração lábil, $\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$
 k_2 = taxa de decomposição da fração recalcitrante, $\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$

A constante k do modelo 1 foi calculada através de regressão linear forçada pela origem (Zar, 1977). As constantes do modelo 2 foram calculadas através de ajuste numérico em computador, usando um programa em BASIC adaptado de Boratto (1985). O desvio quadrático médio (DQM), calculado no ajuste numérico é definido como :

$$DQM = \sum (Yc_i - Yo_i)^2 / n$$

onde : Yc_i = valor calculado da variável dependente

Yo_i = valor observado da variável dependente

n = número de observações

A meia-vida é o tempo necessário para que a quantidade de folheto seja reduzida à metade da inicial. Isto se aplica também ao conteúdo de nutrientes. No modelo exponencial simples o cálculo é direto:

$$0,5 = \text{EXP} (-k.t)$$

$$\ln 0,5 = -k.t$$

$$t = - (\ln 0,5)/k$$

No modelo exponencial duplo a solução é iterativa, por aproximação numérica.

Análise Química

As amostras de folheto foram analisadas para determinar o teor de P, K, Ca, e Mg. O material foi moído num moinho tipo Wiley. Uma subamostra de 400 mg foi digerida em mistura de ácidos (nitríco, perclórico e sulfúrico na proporção 10:2:1), aquecida em bloco digestor a 150° C até clarear. As amostras foram então diluídas a 100 ml e armazenadas em frascos de polietileno.

O fósforo foi determinado por método colorimétrico usando o reagente vanadato-molibdato de amônio, a 410 nm. Potássio, cálcio e magnésio foram determinados em espectrofotô-

metro de absorção atômica (Varian modelo AA-175). O cálcio foi determinado por emissão, e potássio e magnésio por absorção (Allen, 1974).

RESULTADOS

Biomassa de folheto sobre o solo e conteúdo de P, K, Ca e Mg

A biomassa do folheto encontrado sobre o solo foi em média 193 g.m^{-2} (RBAE), 184 g.m^{-2} (FAL) e 154 g.m^{-2} (JBB) para gramíneas (incluindo o morto em pé); e 308 g.m^{-2} (RBAE), 122 g.m^{-2} (FAL) e 380 g.m^{-2} (JBB) para não gramíneas (Figura 5), num total de 501 g.m^{-2} (RBAE), 306 g.m^{-2} e 534 g.m^{-2} . A análise de variância revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) entre coletas para gramíneas (variação sazonal), mas não entre locais. As não-gramíneas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,01$) entre locais, mas não entre coletas. A quantidade de folheto de não-gramíneas estimada na FAL foi menor que os da outras duas áreas (ver Tabela A1, página 58).

O conteúdo médio de P em gramíneas foi de 43 mg.m^{-2} (RBAE), 28 mg.m^{-2} (FAL), e 34 mg.m^{-2} (JBB) e para não-gramíneas 100 mg.m^{-2} (RBAE), 27 mg.m^{-2} (FAL), e 121 mg.m^{-2} (JBB), num total de 143 mg.m^{-2} (RBAE), 55 mg.m^{-2} (FAL), 155 mg.m^{-2} (JBB) (Figura 5). As concentrações médias encontradas em gramíneas foram : 233 mg.kg^{-1} (RBAE), 152 mg.kg^{-1} (FAL) e 283 mg.kg^{-1} (JBB) e em não-gramíneas : 336 mg.kg^{-1} (RBAE), 253 mg.kg^{-1} (FAL) e 314 mg.kg^{-1} (JBB) (Figura 6). A análise de variância revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) nas concentrações de P entre gramíneas e não-gramíneas e entre locais (ver Tabela A2, página 59).

O conteúdo médio de K encontrado para gramíneas foi de 140 mg.m^{-2} (RBAE), 188 mg.m^{-2} (FAL) e 196 mg.m^{-2} (JBB) e em

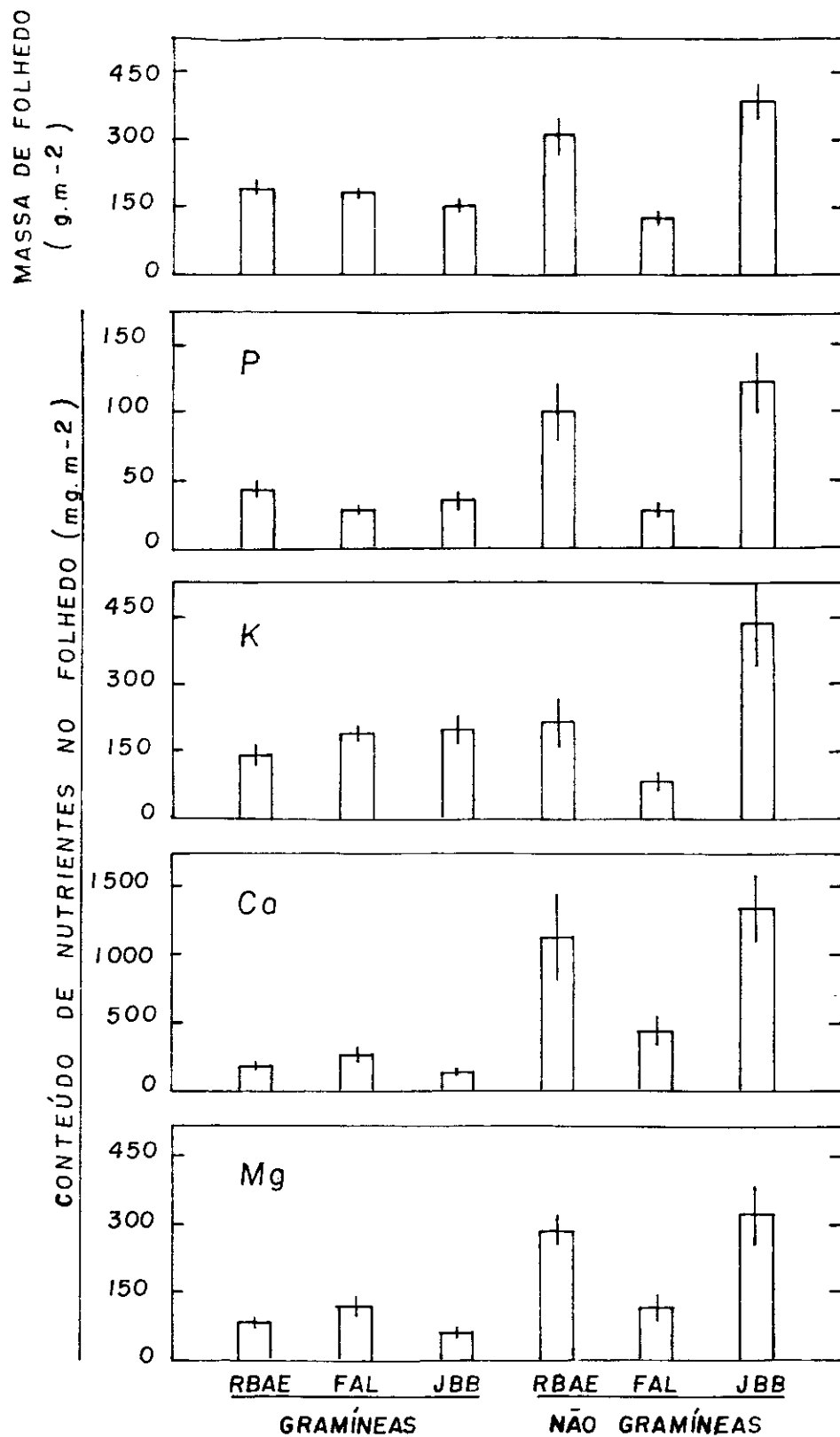


Figura 5 - Biomassa de folheto sobre o solo e o conteúdo de P, K, Ca e Mg (média de três coletas e erro padrão; n = 12 para o conteúdo de nutrientes e n = 30 para a massa), em três áreas de cerrado *sensu stricto*: Reserva Biológica de Águas Emendadas (RBAE), Fazenda Água Limpa (FAL) e Jardim Botânico de Brasília (JBB).

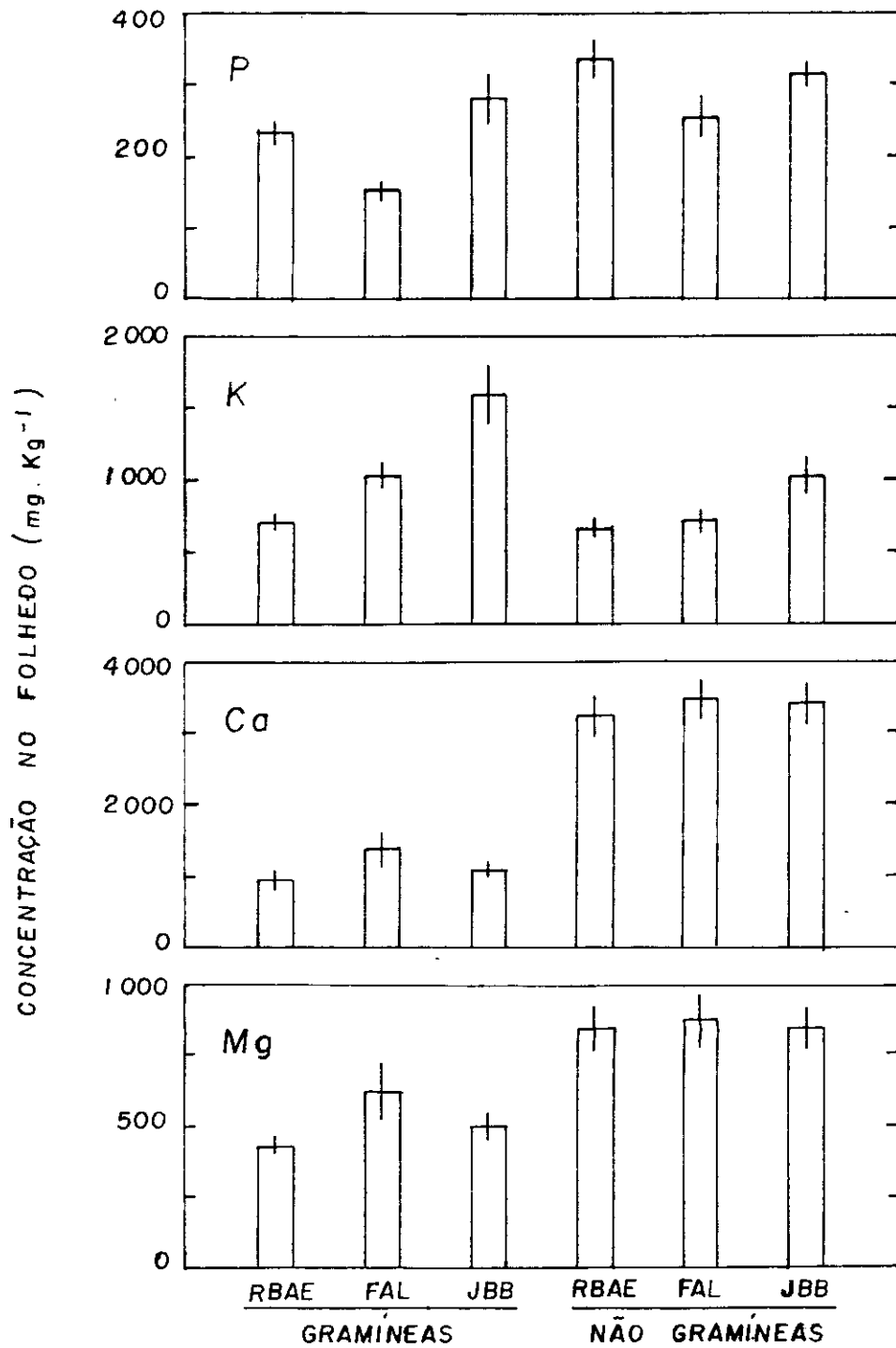


Figura 6 - Concentração de P, K, Ca e Mg no folheto (média de três coletas com o erro padrão; n = 12) em três áreas de cerrado *sensu stricto*: Reserva Biológica de Águas Emendadas (RBAE), Fazenda Água Limpa (FAL), e Jardim Botânico de Brasília (JBB).

não-gramíneas 211 mg.m^{-2} (RBAE), 79 mg.m^{-2} (FAL) e 431 mg.m^{-2} (JBB), num total de 351 mg.m^{-2} (RBAE), 267 mg.m^{-2} (FAL) e 627 mg.m^{-2} (JBB) (Figura 5). As concentrações médias encontradas em gramíneas foram : 710 mg.kg^{-1} (RBAE), 1027 mg.kg^{-1} (FAL) e 1598 mg.kg^{-1} (JBB) e em não-gramíneas 654 mg.kg^{-1} (RBAE), 719 mg.kg^{-1} (FAL) e 1019 mg.kg^{-1} (JBB) (Figura 6). A análise de variância revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) na concentração de K entre gramíneas e não-gramíneas, entre locais e entre coletas (variação sazonal) (ver Tabela A3, página 60).

O conteúdo médio de Ca encontrado para gramíneas foi de 171 mg.m^{-2} (RBAE), 257 mg.m^{-2} (FAL) e 120 mg.m^{-2} (JBB), e para não-gramíneas 1125 mg.m^{-2} (RBAE), 416 mg.m^{-2} (FAL), e 1320 mg.m^{-2} (JBB), num total de 1296 mg.m^{-2} , 673 mg.m^{-2} (FAL) e 1440 mg.m^{-2} (JBB) (Figura 5). As concentrações médias em gramíneas foram : 958 mg.kg^{-1} (RBAE), 1357 mg.kg^{-1} (FAL), 1054 mg.kg^{-1} (JBB) e em não-gramíneas 3217 mg.kg^{-1} (RBAE), 3439 mg.kg^{-1} (FAL) e 3403 mg.kg^{-1} (JBB) (Figura 6). A análise de variância revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) nas concentrações de Ca entre gramíneas e não-gramíneas, (ver Tabela A4, página 61).

O conteúdo médio de Mg encontrado para gramíneas foi de 83 mg.m^{-2} (RBAE), 117 mg.m^{-2} (FAL) e 62 mg.m^{-2} (JBB) e para não-gramíneas 287 mg.m^{-2} (RBAE), 111 mg.m^{-2} (FAL) e 320 mg.m^{-2} (JBB), num total de 370 mg.m^{-2} (RBAE), 228 mg.m^{-2} (FAL) e 382 mg.m^{-2} (JBB) (Figura 5). As concentrações médias em gramíneas foram : 427 mg.kg^{-1} (RBAE), 621 mg.kg^{-1} (FAL) e 497 mg.kg^{-1} (JBB), e em não-gramíneas 838 mg.kg^{-1} (RBAE), 868 mg.kg^{-1} (FAL)

e 840 mg.kg^{-1} (JBB) (Figura 6). A análise de variância revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) entre gramíneas e não gramíneas, e entre coletas (variação sazonal) (ver Tabela A5, página 62).

Decomposição

A análise do primeiro experimento (Figuras 7 e 8; Tabelas A6, A7, A8, A9 e A10, páginas 63 a 67) revela que a perda de massa e de P, K, Ca e Mg é, em geral, maior nas gramíneas, o que indica que a ciclagem dos nutrientes é mais rápida através deste compartimento. Diferenças significativas ($p < 0,01$) de perda de massa entre as duas malhas foram observadas apenas no segundo período (dezembro de 1986 a março de 1987). Não foi observada nenhuma diferença consistente de perda de massa entre locais. A perda de P, K e Ca não foi significativamente diferente entre as malhas, enquanto que a perda de Mg de gramíneas foi maior nos sacos de malha de 8 mm, mas apenas no segundo período. A perda de K de gramíneas foi muito maior que a perda de massa, o que indica que a lixiviação é grande.

No segundo experimento (Figuras 9 e 10), a perda de massa também foi maior nas gramíneas. O folheto confinado nos sacos de tela de 8 mm consistentemente perdeu massa a uma taxa maior que o confinado em malha de 0,5 mm. A perda de P, K, Ca, e Mg foi sempre maior nas gramíneas.

As taxas de decomposição, calculadas através do modelo exponencial simples, apresentam-se consistentemente maiores nas gramíneas, tanto para perda de massa como para perda de

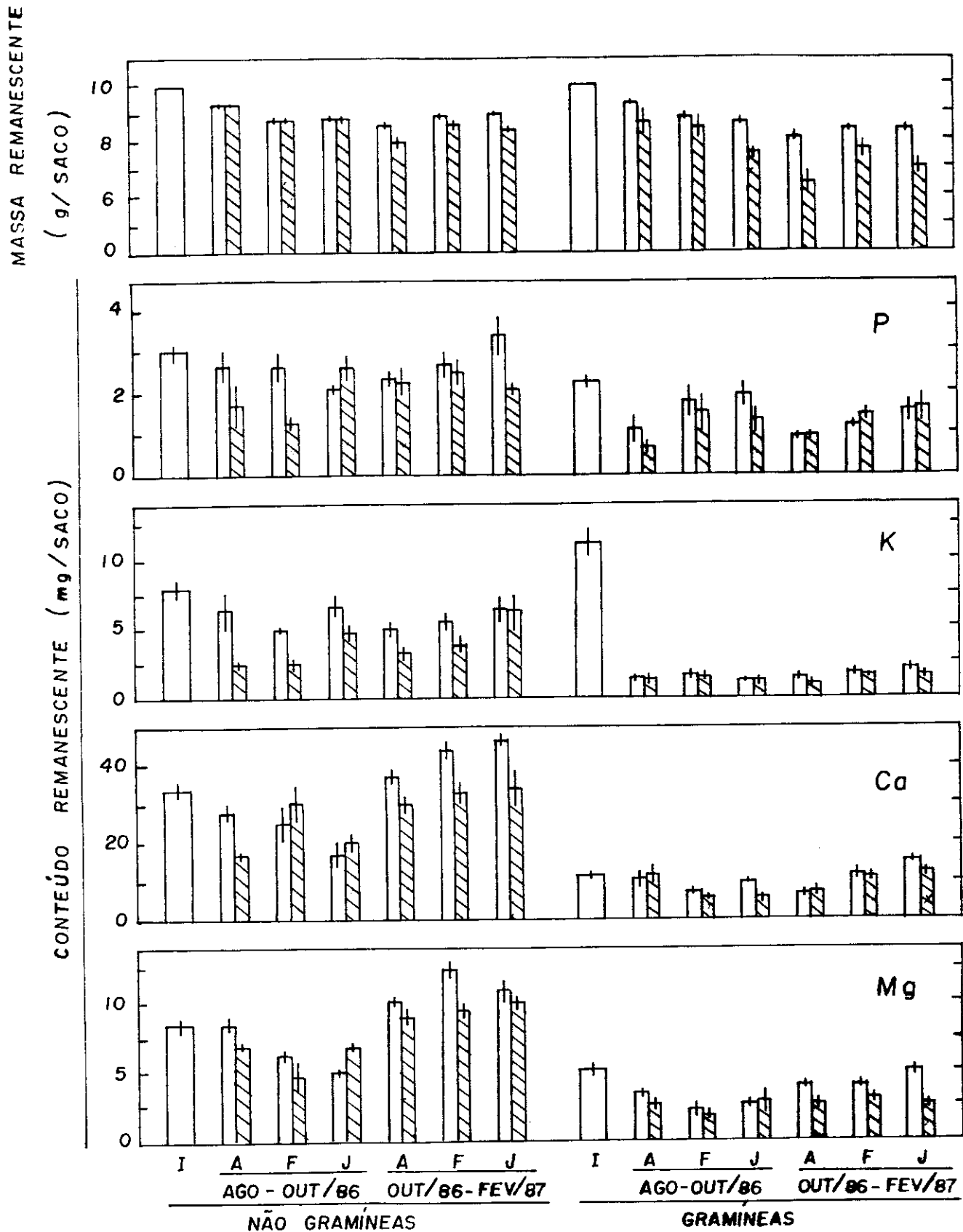


Figura 7 - Massa e conteúdo de P, K, Ca e Mg inicial (I) e remanescente do folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm (barras vazias) e 8 mm (barras hachuradas) em três áreas de cerrado *sensu stricto* : Reserva Biológica de Águas Emendadas (A), Fazenda Água Limpa (F) e Jardim Botânico de Brasília (J), por dois períodos (agosto a outubro de 1986 e outubro de 1986 a fevereiro de 1987).

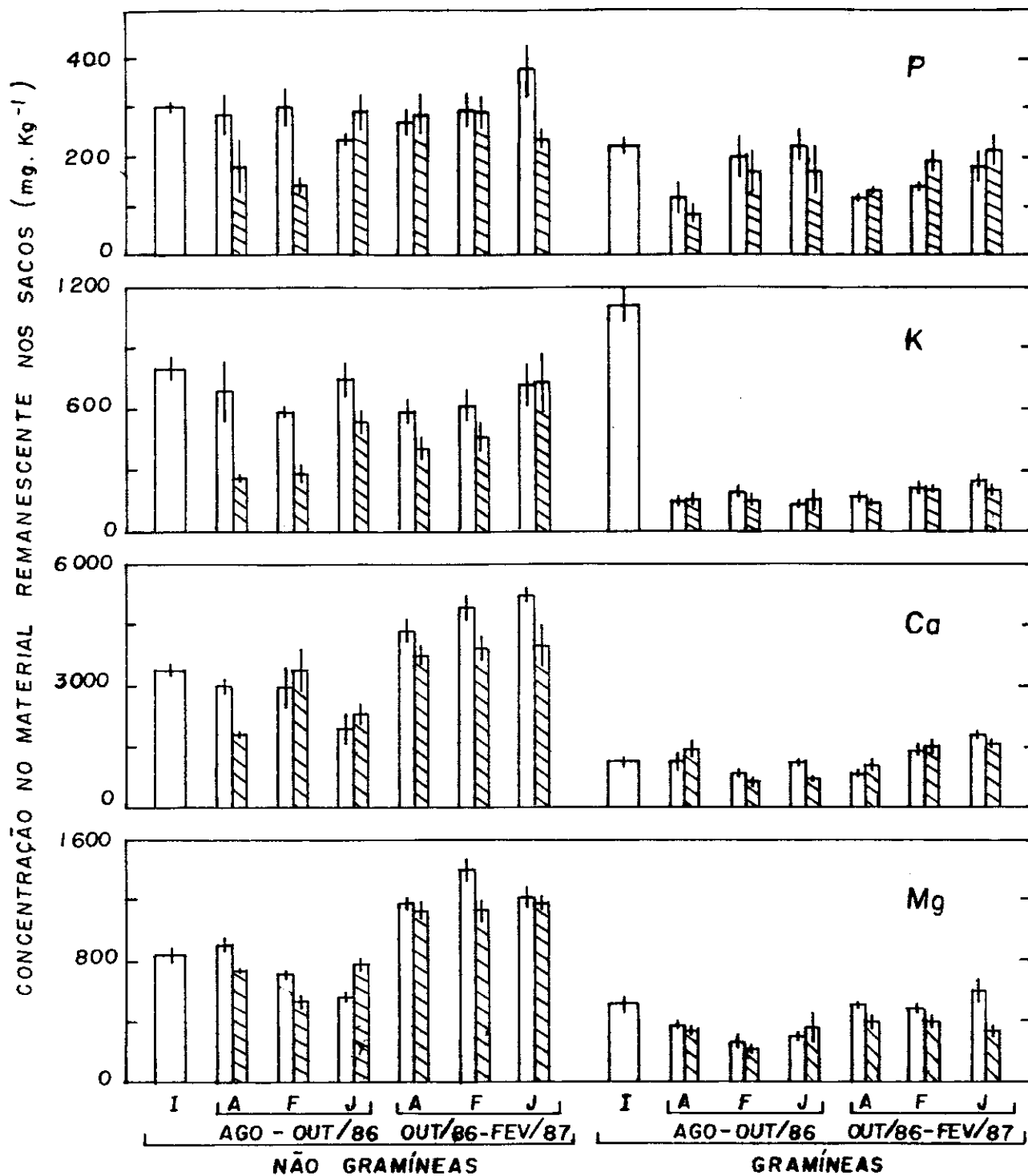


Figura 8 - Concentração inicial (I) e final de P, K, Ca e Mg no folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm (barras vazias) e 8 mm (barras hachuradas) em três áreas de cerrado *sensu stricto* : Reserva Biológica de Águas Emendadas (A), Fazenda Água Limpa (F) e Jardim Botânico de Brasília (J), por dois períodos (agosto a outubro de 1986 e outubro de 1986 a fevereiro de 1987).

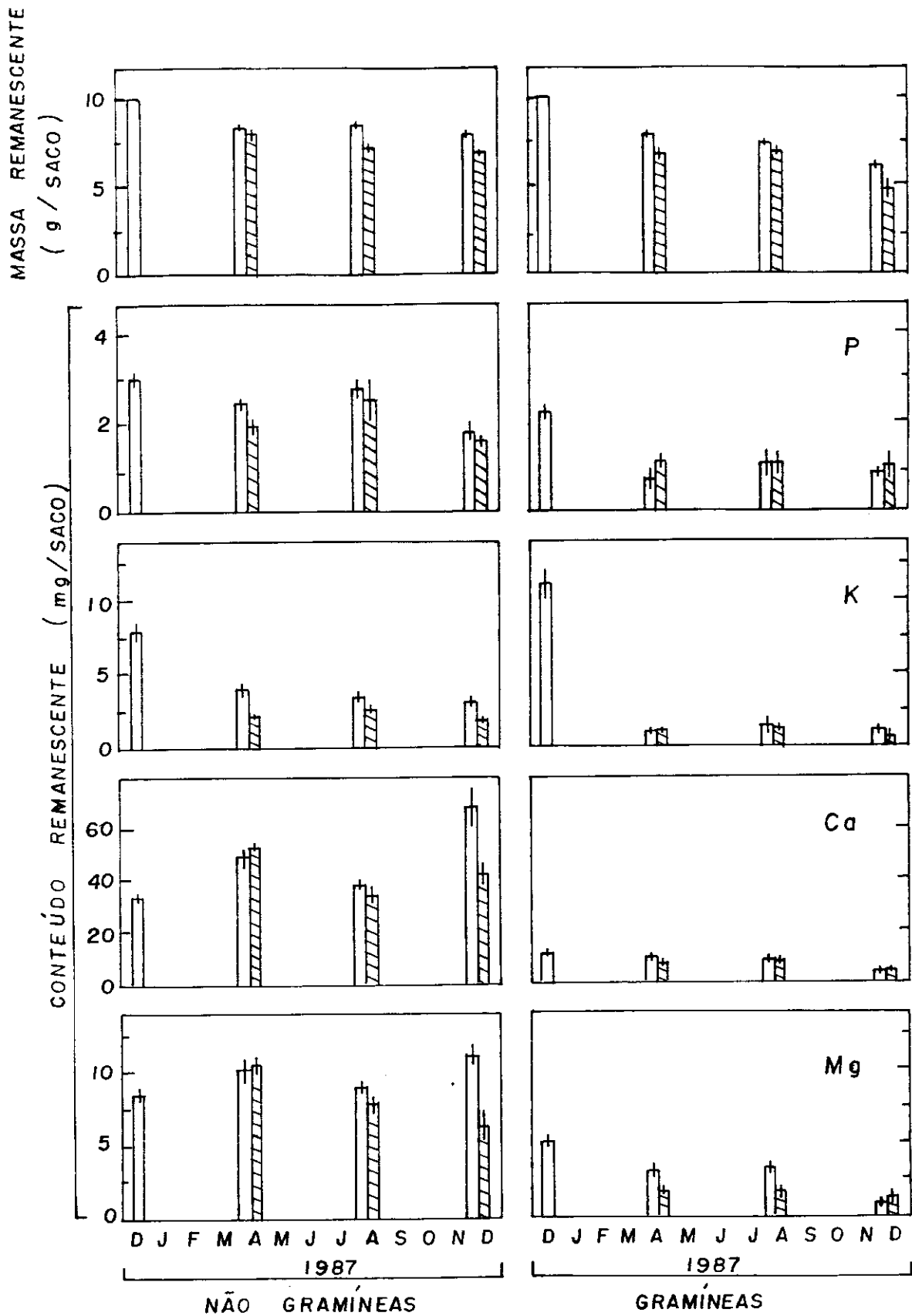


Figura 9 - Massa e conteúdo de P, K, Ca e Mg inicial (primeira barra à esquerda) e remanescente no folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm (barras vazias) e 8 mm (barras hachuradas) em uma área de cerrado *sensu stricto* (Fazenda Água Limpa) ao longo de 12 meses.

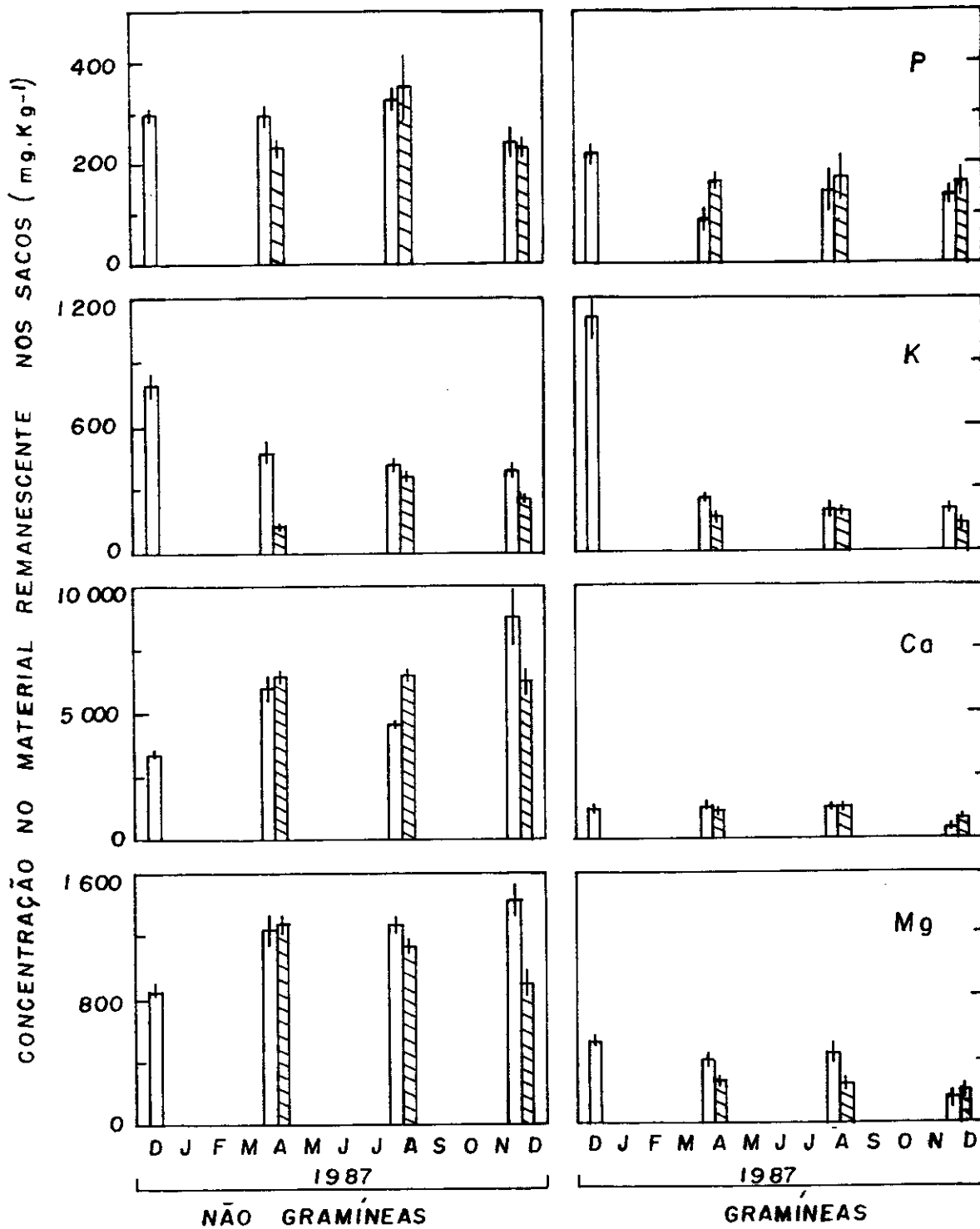


Figura 10 - Concentração inicial (primeira barra à esquerda) e remanescente de P, K, Ca e Mg no folheto confinado em sacos de tela de nylon de malhas de 0,5 mm (barras vazias) e 8 mm (barras hachuradas) em uma área de cerrado *sensu stricto* (Fazenda Água Limpa) ao longo de 12 meses.

F, K, Ca e Mg (Tabela 1). A comparação das taxas de decomposição dos dois tamanhos de malha através de teste T (k corresponde à inclinação da reta de regressão) revelou diferenças significativas ($p < 0,01$) em perda de massa para gramíneas e não-gramíneas e em perda de K e Mg para não gramíneas.

O modelo exponencial duplo, embora ajuste-se melhor aos dados, resulta frequentemente em taxas de decomposição negativas (Tabela 2). As taxas de decomposição calculadas através da produção e acúmulo de folheto apresentaram-se bastante próximas das calculadas através do confinamento em sacos de tela (Tabela 3).

Macrofauna

Foram encontradas poucas espécies da categoria macrofauna nos sacos, e quase todas apenas uma vez. Houve um predomínio de cupins (Isoptera, Termitidae) nas gramíneas (5 espécies), que apresentavam sinais claros de estarem consumindo o material. Além dos cupins, foram encontradas formigas (Hymenoptera, Formicidae), e uma única barata (Dyctioptera). Nas não-gramíneas ocorreu um menor número de espécies e apenas as larvas de Lepidoptera encontradas apresentaram sinais evidentes de estarem consumindo as folhas. Outros animais encontrados nos sacos com não-gramíneas foram formigas e cupins. Nenhum animal da categoria macrofauna foi encontrado nos sacos de malha fina.

Tabela 1 - Taxas de perda de massa e de P, K, Ca e Mg do folheto confinado em sacos de tela de nylon com malhas de 0,5 mm e 8 mm segundo o modelo $X_t/X_0 = \text{EXP}(-k.t)$ (ver página 14) (Olson, 1963), no período dezembro de 1986 a dezembro de 1987, num cerrado da Fazenda Água Limpa, DF.

	malha (mm)	k ($\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)	R ²	meia vida (dias)
Gramíneas				
massa	0,5	1,43 (0,11)	0,96	450 - 525
	8,0	2,14 (0,35)	0,84	278 - 387
P	0,5	3,63 (1,71)	0,66	130 - 361
	8,0	3,12 (1,33)	0,70	156 - 387
K	0,5	8,16 (2,54)	0,81	65 - 123
	8,0	9,20 (2,16)	0,88	61 - 98
Ca	0,5	3,63 (1,67)	0,67	131 - 354
	8,0	2,50 (0,80)	0,81	210 - 408
Mg	0,5	4,34 (1,37)	0,81	121 - 233
	8,0	5,06 (1,44)	0,84	107 - 191
Não-gramíneas				
massa	0,5	0,73 (0,10)	0,88	835 - 1100
	8,0	1,23 (0,18)	0,88	492 - 660
P	0,5	1,20 (0,50)	0,69	408 - 990
	8,0	1,69 (0,76)	0,69	283 - 745
K	0,5	3,41 (0,70)	0,85	169 - 256
	8,0	5,22 (1,07)	0,84	110 - 167
Ca	0,5	-1,47 (0,54)	0,62	*
	8,0	-1,20 (0,56)	0,50	*
Mg	0,5	-0,56 (0,41)	0,29	*
	8,0	0,47 (0,54)	0,14	*

* Não pode ser calculada por causa da taxa negativa.

Os valores entre parênteses correspondem ao intervalo de confiança ($p < 0,05$).

Tabela 2 - Taxas de perda de peso do folheto confinado em sacos de tela de nylon com malhas de 0,5 e 8 mm, segundo o modelo $X_t/X_0 = p \cdot \text{EXP}(-k_1 \cdot t) + (1-p) \cdot \text{EXP}(-k_2 \cdot t)$ (ver página 14) (Wieder & Lang, 1982), no período dezembro de 1986 a dezembro de 1987, num cerrado da Fazenda Água Limpa, DF.

malha (mm)	p	k_1 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$)	k_2	meia vida (dias)	DQM
Gramíneas					
0,5	0,11	162,8	1,0	580	0,0354
8,0	0,19	124,8	1,2	405	0,1027
Não-gramíneas					
0,5	0,14	132,9	0,2	2850	0,0267
8,0	0,48	5,6	-0,5	*	0,0591

* Não pode ser calculada por causa da taxa negativa.

Tabela 3 - Comparação das estimativas das taxas de perda de massa obtidas através de confinamento em sacos de tela de nylon (k) com as obtidas através da produção (L) e biomassa (X) de folheto (k'), segundo os modelos $X_t/X_0 = \text{EXP}(-k.t)$ (página 14) e $k' = L/X$ (página 12).

Folheto			
Produção (L) (g.m ⁻² .dia)	Biomassa (X) (g.m ⁻²)	k' (mg.g ⁻¹ .dia ⁻¹)	k (mg.g ⁻¹ .dia ⁻¹)
Gramíneas			
0,41 ¹	180	2,28	1,43 * 2,14 **
Não-gramíneas			
0,55 ²	300	1,83	0,73 * 1,23 **

- * malha de 0,5 mm;
 ** malha de 8 mm;
 1 Batmanian (1983);
 2 Silva (1983);

DISCUSSÃO

Biomassa de Folheto e Conteúdo de P, K, Ca e Mg

A maior parte da informação existente sobre a produção, acúmulo e decomposição do folheto provém de regiões de clima temperado e frio. Poucos estudos foram realizados em florestas e savanas tropicais. Ruess (1987) afirma que em savanas tropicais a ação do fogo, cupins e grandes herbívoros resulta em pequena quantidade de morto-em-pé e de folheto acumulado, contrastando com ecossistemas temperados. No cerrado, o papel dos grandes herbívoros é certamente muito menor que nas savanas africanas.

Os valores de biomassa de folheto encontrados no presente estudo (Tabela A1, página 58) são bem maiores que os encontrados por Ohiagu & Wood (1979) (33 g.m^{-2} de gramíneas) e por Collins (1981) (90 g.m^{-2} de não-gramíneas), numa savana africana, e comparáveis aos encontrados por Jenny *et al.* (1949) em florestas tropicais na Colômbia (500 a 1700 g.m^{-2}), mas muito menores que os encontrados em florestas de coníferas da Califórnia (acima de 10000 g.m^{-2}) pelos mesmos autores. Delitti & Meguro (1984a) estimaram em 800 g.m^{-2} a biomassa total de folheto sobre o solo num cerrado de São Paulo, e em 2000 g.m^{-2} numa floresta artificial de *Pinus elliottii* adjacente. Delitti (1985) estimou em 1130 g.m^{-2} a biomassa de folheto sobre o solo numa mata de galeria (em área de cerrado) de São Paulo.

A proporção do componente não-gramíneas no folheto foi maior que a de gramíneas na RBAE (64% de não-gramíneas) e no JBB (71% de não-gramíneas) e menor na FAL (40% de não-gramíneas). O fogo ocorrido na FAL em 1984 deve ser o responsável pela pequena quantidade de não-gramíneas no folheto. Através do modelo exponencial simples (página 14) pode-se estimar o tempo necessário para acumular determinada quantidade de folheto sobre o solo, sabendo-se as taxas de decomposição e de produção do folheto. Com a taxa de decomposição obtida no presente estudo e a de produção obtida por Silva (1983) seriam necessários 3,5 anos para chegar a 350 g.m^{-2} de folheto de não-gramíneas sobre o solo. Gramíneas apresentam taxa de decomposição maior e o tempo necessário para retornar à quantidade inicial seria menor.

A concentração média de P no componente não-gramíneas do folheto (300 mg.kg^{-1}) está próxima da encontrada por Silva (1983) (330 mg.kg^{-1}) mas é menor que a obtida por Peres et al. (1983) (600 mg.kg^{-1}), todos em cerrados *sensu stricto* do Distrito Federal. Vitousek (1984), numa avaliação dos padrões de ciclagem de N, P e Ca através da queda de folheto em florestas tropicais, afirma que o P seria um elemento limitante e que sua utilização seria mais "eficiente" nestes ecossistemas que nas florestas temperadas. A relação entre queda anual de um determinado nutriente no folheto e sua concentração foi utilizada por este autor como índice de "eficiência do uso". Com base nos dados de Peres et al. (1983) e Silva (1983) e os do presente estudo, o cerrado se encontra próximo de outras savanas tropicais com relação ao P,

com "eficiência" abaixo das florestas temperadas . Isto sem considerar o estrato rasteiro, principalmente as gramíneas, pois os dados de produção de folheto disponíveis referem-se apenas ao estrato arbóreo-arbustivo. Não foram encontradas outras estimativas da concentração de P em folheto de gramíneas do cerrado . No presente estudo, a concentração de P encontrada no componente gramíneas foi ligeiramente mais baixa que no componente não-gramíneas .

A concentração média de K no componente não-gramíneas do folheto (cerca de 800 mg.kg⁻¹) é menor que a encontrada por Silva (1983) (cerca de 1700 mg.kg⁻¹) e que a encontrada por Peres *et al.* (1983) (cerca de 1600 mg.kg⁻¹). Isto pode ser explicado pelo fato de que nestes dois estudos foi analisado folheto fresco recolhido em coletores e no presente estudo foi analisado o folheto acumulado no solo, contendo material de vários anos. Sendo o K um elemento facilmente lixiviável (Attiwill, 1968; Gosz *et al.*, 1973), o material mais velho deve apresentar concentrações mais baixas. A concentração de K no componente gramíneas do folheto apresentou-se maior que nas não-gramíneas. Geralmente gramíneas acumulam mais K que não-gramíneas (Batmanian, 1983).

A concentração média de Ca no componente não-gramíneas do folheto (cerca de 3300 mg.kg⁻¹) mostrou-se muito próxima da encontrada por Peres *et al.* (1983) (3200 mg.kg⁻¹). Os baixos valores relatados por Silva (1983) foram resultados de erros analíticos (M. Haridasan, com. pessoal). De acordo com a avaliação de Vitousek (1984), e com base nos dados de Peres *et al.* (1983) e nos do presente estudo, com re-

lação ao uso do Ca o cerrado seria considerado mais eficiente que as florestas temperadas e que outras savanas tropicais, mas menos eficiente que as florestas tropicais na mesma faixa de produção de folheto. A concentração média de Ca encontrada no componente gramíneas (cerca de 1100 mg.kg^{-1}) foi menor que a encontrada em não-gramíneas.

A concentração média de Mg no componente não-gramíneas do folheto (cerca de 850 mg.kg^{-1}) é menor que a encontrada por Silva (1983) (cerca de 1200 mg.kg^{-1}) e que a observada por Peres *et al.* (1983) (cerca de 1200 mg.kg^{-1}). A mesma explicação da diferença do K aplica-se aqui. O Mg é também bastante lixiviado, embora menos que o K (Gosz *et al.*, 1973). Gramíneas apresentaram concentrações menores (cerca de 500 mg.kg^{-1}) que as não-gramíneas.

Delitti & Meguro (1984a) estimaram o conteúdo mineral do folheto de um cerrado de São Paulo em 290 mg.m^{-2} de P, 450 mg.m^{-2} de K, 3410 mg.m^{-2} de Ca e 650 mg.m^{-2} de Mg, o que equivale a aproximadamente o dobro dos valores encontrados no presente estudo (Figura 5).

Decomposição

O confinamento do folheto em sacos de tela de nylon (ou, menos comumente, de arame) tem sido o método mais utilizados no estudo da decomposição (Crossley & Hoglund, 1962; Witkamp & Olson, 1963; Bockock, 1964; Koelling & Kucera, 1965; Anderson, 1973; Suffling & Smith, 1974; Ewel, 1976; Fowler & Whitford, 1980; Santos *et al.*, 1981; Santos & Whitford, 1981;

Schaefer & Whitford, 1981; Swift et al., 1981; Wieder & Lang, 1982; Santos et al., 1984; Moore, 1984; Ezcurra & Becerra, 1987). Embora o método possa subestimar a decomposição real, assume-se que os resultados obtidos refletem os processos e tendências características do folheto não confinado em decomposição, permitindo comparações entre espécies, locais e diferentes manipulações experimentais.

Alteração do microclima, perda de fragmentos durante a permanência no campo e no transporte, e alterações devidas à secagem artificial são problemas que podem fazer com que a decomposição estimada no material confinado seja diferente da decomposição real. Quanto maior a malha, maior a perda de fragmentos, e quanto menor a malha maior a retenção de umidade dentro dos sacos.

Perda de massa

A diversidade de metodologias utilizadas dificulta a comparação dos resultados de decomposição de diferentes estudos. Santos & Rodrigues (1982) estimaram a taxa de decomposição (k) do folheto num cerrado de São Paulo em $1,3 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, utilizando o método proposto por Santos & Whitford (1981). No entanto, não definem o material utilizado, e nem o tamanho da malha dos sacos. Silva (1983) estimou em $1,46 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ a taxa de perda de massa de folheto fresco de quatro espécies arbóreas comuns no cerrado, usando sacos de tela de nylon com malha de 2 mm, num cerrado da Fazenda Água Limpa. Peres et al. (1983) estimaram em $0,48 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ a

taxa de perda de massa para gramíneas e em $0,44 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ para não-gramíneas (folhas misturadas de Leguminosae e Vochysiaceae), usando sacos de tela com malha de 2 mm, com o método proposto por Suffling & Smith (1974), num cerrado do Distrito Federal; estes são os valores mais baixos de decomposição registrados no cerrado. Delitti & Meguro (1984a) encontraram uma taxa de perda de massa de $0,74 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ num cerrado de São Paulo, através do confinamento do folheto em sacos de tela (não informam o tamanho da malha). Oliveira Jr. (1985) estimou a taxa de perda de massa do folheto misturado (coletado no solo) em $0,93 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ usando sacos de malha de 1 mm pelo método de Santos & Whitford (1981), num cerrado da Fazenda Água Limpa.

A comparação com os dados do presente estudo é difícil devido às diferenças de tamanho de malha, material original, métodos de análise e até mesmo de cálculo das taxas de decomposição. A utilização de malhas de 1 e 2 mm possivelmente permite a entrada de alguns elementos da macrofauna, mas não há dados sobre a importância relativa das várias classes de tamanho dos animais. A quantidade inicial de folheto utilizada no presente estudo (10 g) e o tamanho dos sacos (12 cm X 20 cm) parecem adequados. Oliveira Jr. (1985) não encontrou diferenças entre os resultados obtidos com sacos de vários tamanhos contendo 5, 10, 20 e 100 g de material inicial. A natureza do material original é, talvez, a maior dificuldade para se comparar os resultados. Alguns autores não definem claramente qual a procedência e características do folheto utilizado nos sacos. A taxa de decomposição obtida com folhas frescas (recém-caídas,

recolhidas em coletores) de uma ou de algumas espécies como no estudo de Silva (1983) não pode ser comparada com a obtida com o folheto coletado sobre o solo, que contém material de vários anos e vários estágios de decomposição. Para estimar a taxa de decomposição do folheto como um compartimento, é mais adequado o uso do folheto coletado sobre o solo.

Os valores encontrados no cerrado são muito mais baixos que os encontrados em savanas africanas. Ohiagu & Wood (1979) estimaram em $3,2 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ a taxa de perda de massa de gramíneas numa savana da Nigéria, através do confinamento do material em gaiolas de arame. Collins (1981) estimou em $7,7 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ a taxa de perda de massa de não-gramíneas, através de confinamento sob telas de arame fixadas ao solo. Singh & Gupta (1977), numa revisão das taxas de decomposição estimadas em vários ecossistemas do mundo (através de vários métodos), encontraram os valores mais baixos em florestas de coníferas ($0,03 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) e os mais altos em florestas tropicais da África (até $15 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), mas não apresentam nenhum dado sobre savanas tropicais.

Perda de nutrientes

Não foram encontradas informações sobre a liberação de nutrientes do folheto durante a decomposição no cerrado, nem em outras savanas tropicais. A maioria dos estudos deste tipo foram realizados em regiões temperadas.

A mobilidade dos elementos (taxa de liberação - ver Tabela 1, página 27) seguiu a seguinte ordem : $\text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Ca}$

em gramíneas e $K > P > Mg > Ca$ em não-gramíneas. Attiwill (1968) encontrou a ordem $K > Ca > Mg > P$ em floresta de eucalipto da Austrália, e afirmou que a perda de Ca, Mg e P é proporcional à perda de massa seca do material, enquanto o K seria bastante lixiviado. Gosz *et al.* (1973) encontraram a seguinte ordem na floresta experimental de Hubbard Brook : $K > Mg > Ca > P$; os padrões de perda de K e Mg foram considerados semelhantes, com uma perda rápida devida à lixiviação seguida de estabilização; fósforo aumentou em concentração e conteúdo ao longo de um ano, devido, segundo os autores, à ação de organismos do solo e à precipitação de material fino rico em P. Luizão & Schubart (1986) encontraram, numa floresta de terra firme da região de Manaus, a seguinte ordem de mobilidade : $K > Mg > P > Ca$, em folhas confinadas em sacos de tela de nylon.

No presente estudo foi observado aumento aparente do conteúdo de Ca e Mg em não-gramíneas. A contaminação do material por atividade de organismos do solo ou precipitação de material fino (como cinzas, já que o fogo é comum no cerrado) é uma possibilidade. A precipitação de Ca e Mg alcança valores consideráveis no cerrado. Coutinho (1979) estimou em $560 \text{ mg.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ a precipitação atmosférica de Ca e em $90 \text{ mg.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ a de Mg, num cerrado de São Paulo. Silva (1983) estimou em $157 \text{ mg.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ a precipitação de Ca e em $157 \text{ mg.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ a de Mg, num cerrado da Fazenda Água Limpa, DF. Meguro & Delitti (1985) estimaram em 1932 mg^{-2} a precipitação de Ca e em 534 mg.m^{-2} a de Mg, num cerrado de São Paulo. Lima (1986) estimou em $680 \text{ mg.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ a precipitação de Ca e em $710 \text{ mg.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ a de Mg, num cerrado de São Paulo. A hipótese de

contaminação no laboratório pode ser afastada porque todas as amostras sofreram o mesmo tratamento e o aumento na concentração de Ca e Mg ocorreu de forma desigual entre os materiais e malhas.

Modelos

Vários modelos matemáticos têm sido propostos para descrever a perda de massa e de nutrientes da matéria orgânica em decomposição ao longo do tempo. Esta abordagem permite uma descrição objetiva do processo e a aplicação de testes de hipóteses sobre o mesmo. O modelo mais utilizado é o exponencial simples (ver página 14) proposto originalmente por Jenny et al. (1949) e discutido por Olson (1963), que é análogo ao modelo de decaimento de isótopos radiativos. Minderman (1968) afirma que a decomposição é melhor representada por uma soma de várias funções exponenciais, cada uma representando um constituinte do material, tal como fenóis, gorduras, lignina, celulose, hemicelulose e açúcares. O modelo exponencial duplo (ver página 14) baseia-se nesse princípio, e divide o material em duas frações, com taxas de decomposição diferentes. Como a proporção entre as frações varia em função do tempo, a taxa total de decomposição também varia. Outros modelos (assintótico, linear, quadrático e potencial) têm sido utilizados de maneira mais restrita e não se ajustam tão bem como os exponenciais (Wieder & Lang, 1982).

Ezcurra & Becerra (1987) compararam quatro modelos ajustados aos dados obtidos com material confinado em sacos de tela sob condições controladas de temperatura e umidade em laboratório, e concluíram que o modelo exponencial duplo é o que melhor descreve a perda de massa, enquanto que o exponencial simples se ajustou mal aos dados. No entanto, estes resultados não podem ser extrapolados ao que ocorre em condições naturais, onde a taxa de decomposição varia em função de fatores ambientais como temperatura, umidade e atividade de organismos do solo.

Os modelos podem ser divididos em dois grupos: os lineares ou linearizáveis e os intrinsecamente não-lineares. Os primeiros podem ser ajustados através de regressão linear, o que permite comparações diretas de inclinações (que correspondem às taxas de decomposição) através de análise de covariância. Os modelos intrinsecamente não-lineares são ajustados por métodos numéricos que exigem o uso de computadores e não permitem comparações através de análise de covariância (Wieder & Lang, 1982).

No presente estudo foram utilizados os modelos exponenciais simples (que é linearizável através de transformação logarítmica) e duplo (que é intrinsecamente não-linear). Embora o exponencial duplo ajuste-se melhor aos dados, o exponencial simples apresenta algumas vantagens: cálculo mais simples, permite comparações estatísticas diretas e maior facilidade de interpretação.

Macrofauna

Anderson (1975) afirma que o estudo das comunidades extremamente complexas dos organismos do solo é um dos mais intratáveis problemas da ecologia. A influência dos animais na decomposição pode ser estudada de várias formas. Cada espécie (ou grupo taxônomico) pode ser estudada em detalhe em condições controladas de laboratório, analisando dieta, ingestão e assimilação da matéria orgânica. Através da estimativa da biomassa dos animais pode-se avaliar seu efeito sobre a decomposição a nível de ecossistema. Este procedimento, no entanto, requer esforço e tempo muito grandes e outros métodos mais simples e rápidos são normalmente utilizados. A exclusão através do confinamento em sacos de tela com malhas de 7 e 0,5 mm foi utilizada por Edwards & Heath (citado por Singh & Gupta, 1977) para avaliar o efeito de diferentes categorias de organismos na decomposição de folhas. A eliminação seletiva através do uso de substâncias tóxicas foi utilizada por Santos & Whitford (1981) e Oliveira (1985) para avaliar o efeito de microartrópodos na decomposição de folheto.

No presente estudo foi utilizada a exclusão por diferentes tamanhos de malha. Os resultados mostram diferença significativa de perda de massa entre o folheto confinado em sacos de malha de 0,5 mm e o confinado em sacos de malha de 8 mm. A diferença na taxa de decomposição entre as malhas foi de 33% em gramíneas e de 41% em não-gramíneas. Diferenças devidas ao efeito físico do tamanho de malha podem ter ocorrido. A malha maior facilita a perda por derramamento, o que superestima-

ria a diferença. Por outro lado, a malha menor retém mais umidade, o que acelera a decomposição por microorganismos, e resulta em efeito contrário. Como o derramamento observado no transporte foi muito pequeno, pode-se afirmar que a diferença de perda de massa deve-se principalmente à ação da macrofauna.

Matsumoto & Abe (1979) estimaram o consumo de folheto por cupins, numa floresta da Malásia, em 32% da produção. Ohiagu & Wood (1979) estimaram em 64% a contribuição dos cupins no desaparecimento do folheto de gramíneas numa savana da Nigéria. Collins (1981) estimou o consumo de folheto (folhas de não-gramíneas e madeira) por cupins em 24 % da queda anual, na mesma savana da Nigéria. Luizão & Schubart (1986) estimaram em cerca de 40% a perda de massa do folheto causada por cupins do gênero *Syntermes* numa floresta próxima de Manaus.

Segundo Petersen & Luxton (1982), existem poucos dados sobre a composição e biomassa da fauna de solo de ecossistemas tropicais. As estimativas existentes indicam um predomínio de cupins em savanas e florestas tropicais em contraste com o predomínio de minhocas em florestas temperadas. Bandeira & Torres (1985) estimaram que os cupins correspondem a 52% da biomassa fresca da fauna de solo de uma mata primária de terra firme da Amazônia. Lamotte (1987) afirma, com base em estudos realizados em savanas africanas, que os cupins são dominantes entre os detritívoros, especialmente em savanas mais secas.

Nielsen (1962) afirma, com base em estudos sobre a atividade de carbohidrases de animais da fauna de solo, que a decomposição primária seria realizada principalmente por microorganismos devido à incapacidade da maioria dos animais de

produzir as enzimas necessárias. Segundo este mesmo autor apenas Gastropoda e larvas de Diptera apresentaram atividade significativa de enzimas como celulase, xylanase, e pectinase. Do ponto de vista ecológico não é muito importante se estas enzimas são produzidas pelos próprios animais ou por microorganismos, já que a associação entre eles é, em geral, permanente. No entanto, atualmente sabe-se que algumas espécies de cupins são capazes de produzir celulase e lignase em quantidades consideráveis (Butler & Buckerfield, 1979; McEwen *et al.*, 1980; O'Brien & Slaytor, 1982; Veivers *et al.*, 1982). Onde os cupins são abundantes, grandes quantidades de matéria orgânica seriam retiradas do folheto e de plantas vivas e carregadas para um ponto de armazenamento, sendo então degradada intensamente até que o resíduo não contenha quase nada utilizável por outros organismos (Lee & Wood, 1971). A capacidade de várias espécies de cupins de fixar nitrogênio atmosférico (Breznak *et al.*, 1973; Benemann, 1973; Sylvester-Bradley *et al.*, 1978; Prestwich *et al.*, 1980) provavelmente facilita a sua ação como detritívoros, já que a relação C/N é considerada um fator crítico para a ação dos decompositores.

Mathews (1977), Coles (1980) e Coles de Negret & Redford (1982) citam várias espécies de cupins do cerrado que consomem folheto, algumas especializadas, outras não. Domingos *et al.* (1986) e Lacher *et al.* (1986) apresentam algumas informações sobre a comunidade de cupins do cerrado. Não foi possível, no presente estudo, fazer um levantamento das espécies envolvidas. Apenas foram registrados os animais encontrados dentro dos sacos de folheto. Uma análise quantitativa não teria

sentido, porque muitas espécies podem entrar e sair dos sacos, sem nunca serem coletadas e também porque a frequência de ocorrência foi muito baixa.

CONCLUSÕES

A biomassa de folheto sobre o solo nas áreas de estudo foi estimada em $457 \pm 23 \text{ g.m}^{-2}$, composto de $177 \pm 8 \text{ g.m}^{-2}$ de gramíneas (incluindo o morto-em-pé) e de $289 \pm 24 \text{ g.m}^{-2}$ de não-gramíneas. O conteúdo mineral por m^{-2} foi estimado em $174 \pm 15 \text{ mg}$ de K, $35 \pm 3 \text{ mg}$ de P, $183 \pm 22 \text{ mg}$ de Ca, $87 \pm 10 \text{ mg}$ de Mg no componente gramíneas e $240 \pm 46 \text{ mg}$ de K, $83 \pm 22 \text{ mg}$ de P, $954 \pm 154 \text{ mg}$ de Ca, $240 \pm 37 \text{ mg}$ de Mg no componente não-gramíneas do folheto. As gramíneas apresentaram sempre concentração menor de P, Ca e Mg, e maior de K que não-gramíneas.

As taxas de perda de massa de gramíneas foram estimadas em $1,43 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ em malha de 0,5 mm e $2,14 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ em malha de 8 mm e de não-gramíneas em $0,73 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ em malha de 0,5 mm e $1,23 \text{ mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ malha de 8 mm, com meia-vida correspondente de 485, 324, 950 e 564 dias, respectivamente. A diferença nas taxas de decomposição entre as malhas, que estima o efeito da macrofauna, foi de 33% em gramíneas e 41% em não-gramíneas. A taxa de decomposição de gramíneas foi o dobro da de não-gramíneas nos sacos de malha de 0,5 mm e 1,7 vezes nos sacos de malha de 8 mm.

A taxa de perda de nutrientes seguiu a seguinte ordem : $\text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Ca}$ em gramíneas, e $\text{K} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Ca}$ em não-gramíneas. A taxa de liberação de K foi maior que a taxa de perda de massa, provavelmente por causa da lixiviação.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, S.E. (ed.). 1974. *Chemical Analysis of Ecological Materials*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 565p.
- Anderson, J.M. 1973. The breakdown and decomposition of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill) and beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf litter in two deciduous woodland soils. I. breakdown, leaching, and decomposition. *Oecologia* 12: 251-274.
- Anderson, J.M. 1975. Succession, diversity and trophic relationships of some soil animals in decomposing leaf litter. *J. Anim. Ecol.* 44: 475-495.
- Attiwill, P.M. 1968. The loss of elements from decomposing litter. *Ecology* 49 : 142-145.
- Bandeira, A.G. & M.F. Torres. 1985. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Bol. Mus. Paraense E. Goeldi - Zoologia* 2: 13-38.
- Batmanian, G.J. 1983. *Efeitos do fogo sobre a produção primária e a acumulação de nutrientes do estrato rasteiro de um cerrado*. Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília, 87 p.

- Benemann, J.R. 1973. Nitrogen fixation in termites. *Science* 181: 164-165.
- Bocock, K.L. 1964. Changes in the amount of dry matter, nitrogen, carbon and energy in decomposing woodland leaf litter in relation to the activities of the soil fauna. *J. Ecol.* 52: 273-284.
- Boratto, F. 1985. *Basic para Engenheiros e Cientistas*. Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., Rio de Janeiro e São Paulo, 120 p.
- Breznak, J.A.; W.J. Brill; J.W. Mertins & H.C. Coppel. 1973. Nitrogen fixation in termites. *Nature* 244: 577-580.
- Butler, J.H.A. & J.C. Buckerfield. 1979. Digestion of lignin by termites. *Soil Biol. Biochem.* 11: 507-513.
- CODEPLAN. 1984. *Atlas do Distrito Federal*. 3 vol. Brasília.
- Coles, H.R. 1980. *Defensive strategies in the ecology of neotropical termites*. Tese de Ph.D., Universidade de Southampton. 243 pp.
- Coles de Negret, H.R. & K.H. Redford. 1982. Biology of nine termite species (Isoptera : Termitidae) from the cerrado of Central Brazil. *Psyche* 89: 81-106.

- Collins, N.M. 1981. The role of termites in the decomposition of wood and leaf litter in the Southern Guinea Savanna of Nigeria. *Oecologia* 51: 389-399.
- Coutinho, L.M. 1979. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III - a precipitação atmosférica de nutrientes minerais. *Revta bras. Bot.* 2: 97-101.
- Crossley, D.A. & M.P. Hoglund. 1962. A litter-bag method for the study of microarthropods inhabiting leaf litter. *Ecology* 43 : 571-573.
- Delitti, W.B.C. & M. Meguro. 1984a. Decomposição no campo cerrado e no pinhal de Mogi-Guaçu, SP. *Ciência e Cultura* (Suplemento) 36 : 611-612.
- Delitti, W.B.C. & M. Meguro. 1984b. Produção de folheto no campo cerrado e no pinhal de Mogi-Guaçu, SP. *Ciência e Cultura* (Suplemento) 36 : 612-613.
- Delitti, W.B.C. 1985. Produção e decomposição do folheto na mata ciliar de Mogi-Guaçu, SP. *Ciência e Cultura* (Suplemento) 37 : 561-562.
- Dickinson, C.H. & G.J.F. Pugh. 1974. *Biology of Plant Litter Decomposition*. Academic Press, Londres e Nova Iorque.

Domingos, D.J.; T.M.C.M. Cavenaghi; T.A. Gontijo; M.A. Drumond & R.C.F. Carvalho. 1986. Composição em espécies, densidade e aspectos biológicos da fauna de térmitas do cerrado em Sete Lagoas - MG. *Ciência e Cultura* 38: 1-9.

Egler, I. 1984. *Importância dos cupinzeiros de Procornitermes araujo (Isoptera, Termitidae) na ciclagem de nutrientes em um cerrado de Brasília*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 106 p.

Egler, I. & M. Haridasan. 1987. Alteration of soil properties by *Procornitermes araujo* Emerson (Isoptera, Termitidae) in latosols of the Cerrado Region of Central Brazil. p. 280-308 in: San Jose, J.J. & R. Montes (eds.). *La Capacidad Bioprodutiva de Sabanas*. I.V.I.C, Caracas, 545 p.

Eiten, G. 1984. Vegetation of Brasília. *Phytocoenologia*, 12: 271-292.

Ewel, J. 1976. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in Eastern Guatemala. *J. Ecology* 64: 293-308.

Ezcurra, E. & J. Becerra. 1987. Experimental decomposition of litter from the Tamaulipan cloud forest : a comparison of four simple models. *Biotropica* 19: 290-296.

- Ferrar, P. 1982. Termites of a South African Savanna. I - List of species and subhabitat preferences. *Oecologia* 52: 125-132.
- Ferreira, M.B. 1976. Reserva Biológica de Águas Emendadas. Dados sobre a composição florística - I. *Cerrado* 8: 24-29.
- Fowler, H.G. & W.G. Whitford. 1980. Termites, microarthropods and the decomposition of senescent and fresh creosotebush (*Larrea tridentata*) leaf litter. *Journal of Arid Environments* 3: 63-68.
- Fundação Zoobotânica do Distrito Federal. 1985. *Análise preliminar da vegetação do Jardim Botânico de Brasília*. Brasília. (relatório não publicado), 93 p.
- Golley, F.B.; J.T. McGinnis; R.G. Clements; G.I. Child & M.J. Duever. 1978. *Ciclagem de Minerais em um Ecossistema de Floresta Tropical Úmida*. EPU-EDUSP, São Paulo, 256 p.
- Gosz, J.R.; G.E. Likens & F.H. Bormann. 1973. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook forest, New Hampshire. *Ecological Monographs* 43: 173-191.
- Gosz, J.R.; G.E. Likens & F.H. Bormann. 1976. Organic matter and nutrient dynamics of the forest floor in the Hubbard Brook forest. *Oecologia* 22: 305-320.

Hole, F.D. 1981. Effects of animals on soil. *Geoderma* 25:
75-112.

Jenny, H.; S.P. Gessel & F.T. Bingham. 1949. Comparative study
of decomposition rates of organic matter in temperate and
tropical regions. *Soil Sci.* 68: 419-432.

Klinge, H. & W.A. Rodrigues. 1968a. Litter production in an area
of Amazonian terra firme forest. Part I. Litter-fall,
organic carbon and total nitrogen contents of litter.
Amazoniana 1 : 287-302.

Klinge, H. & W.A. Rodrigues. 1968b. Litter production in an area
of Amazonian terra firme forest. Part II. Mineral nutrient
content of litter. *Amazoniana* 1 : 303-310.

Koelling, M.R. & C.L. Kucera. 1965. Dry matter losses and mineral
leaching in bluestem standing crop and litter. *Ecology*
46: 529-532.

Lacher Jr., T.E.; I. Egler; C.J.R. Alho & M.A. Mares. 1986.
Termite communities composition and mound characteristics
in two grassland formations in Central Brazil. *Biotropica*
18: 356-359.

- Lamotte, M. 1987. El destino de la materia vegetal em los ecosistemas herbaceos tropicales. p. 1-77 in: San Jose, J.J. & R. Montes (eds.) *La Capacidad Bioprodutiva de Sabanas*. I.V.I.C., Caracas, 545 p.
- Lee, K.E. & T.G. Wood. 1971. *Termites and Soils*. Academic Press, Londres e Nova Iorque, 251 p.
- Lima, W.P. 1986. Entrada de nutrientes pela chuva e pela lixiviação das copas em florestas homogêneas de pinheiros tropicais e em vegetação natural de cerrado. *Acta Limnol. Brasil*. 1: 503-525.
- Luizão, F.J. & H.O.R. Schubart. 1986. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da amazônia central. *Acta Limnol. Brasil*. 1: 575-600.
- Mathews, A.G.A. 1977. *Termites from the Mato Grosso State, Brazil*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 267 p.
- Matsumoto, T. & T. Abe. 1979. The role of termites in an equatorial rain forest ecosystem of west Malaysia. II. Leaf litter consumption on the forest floor. *Oecologia* 38: 261-274.

- McEwen, S.E.; M. Slaytor; & R.W. O'Brien. 1980. Cellobiase in three species of Australian termites. *Insect. Biochem.* 10: 563-567.
- Meguro, M. & W.B.C. Delitti. 1985. O papel da precipitação na ciclagem de nutrientes minerais no campo cerrado de Mogi-Guaçu, SP. *Ciência e Cultura* (Suplemento) 37 : 561
- Minderman, G. 1968. Addition, decomposition and accumulation of organic matter in forests. *J. Ecol.* 56: 355-362.
- Moore, T.R. 1984. Litter decomposition in a subarctic spruce-lichen woodland, Eastern Canada. *Ecology* 65: 299-308.
- Nielsen, C.O. 1962. Carbohydrases in soil and litter invertebrates. *Oikos* 13: 200-215.
- O'Brien, R.W. & M. Slaytor. 1982. Role of microorganisms in the metabolism of termites. *Aust. J. Biol. Sci.* 35: 239-262.
- Ohiagu, C.E. & T.G. Wood. 1979. Grass production and decomposition in Southern Guinea Savanna, Nigeria. *Oecologia* 40: 155-165.
- Oliveira Jr., R. 1985. *Efeito dos microartrópodos sobre a decomposição do folheto em um cerrado*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 65 p.

- Olson, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology* 44: 322-331.
- Peres, J.R.R; A.R. Suhet; M.A.T. Vargas & A. Drozdowicz. 1983. Litter production in areas of brazilian "cerrados" *Pesq. agropec. bras.* 18: 1037-1043.
- Petersen, H. & M. Luxton. 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39: 287-388.
- Poggiani, F. 1986. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*. *Acta Limnol. Brasil.* 1: 527-553.
- Prestwich, G.B.; B.L. Bentley & F.J. Carpenter. 1980. Nitrogen sources for neotropical nasute termites: fixation and selective foraging. *Oecologia* 46: 397-401.
- Ratter, J.A. 1987. *Notas sobre a vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, D.F., Brasil)*. Editora da Universidade de Brasília, Brasília, 136 p.
- Ruess, R.W. 1987. Herbivory. The role of large herbivores in nutrient cycling of tropical savanas. p. 67-91 in: Walker, B.H. *Determinants of tropical savanas*. International Union of Biological Sciences, Paris, 156 p.

- Santos, P.F.; J. Phillips & W.G. Whitford. 1981. The role of mites and nematodes in early stages of buried litter decomposition in a desert. *Ecology* 62: 664-669.
- Santos, P.F. & W.G. Whitford. 1981. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology* 62: 654-663.
- Santos, P.F.; S.N. Pagano & D. Cesar. 1982. Decomposição do folheto em ecossistemas de mata mesófila semidecídua no Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura* (Suplemento) 34: 561.
- Santos, P.F. & G.S. Rodrigues. 1982. Avaliação de métodos para a estimativa da decomposição em ecossistema de cerrado (Corumbataí-SP). *Ciência e Cultura* (Suplemento) 34: 559.
- Santos, P.F.; N.Z. Elkins; Y. Steinberger & W.G. Whitford. 1984. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. *Ecology* 65: 278-284.
- Schaefer, D.A. & W.G. Whitford. 1981. Nutrient cycling by the subterranean termite *Gnathamitermes tubiformans* in a Chihuahuan desert ecosystem. *Oecologia* 48: 277-283.

- Silva, I.S. 1983. *Alguns aspectos da ciclagem de nutrientes em uma área de cerrado (Brasília - DF): chuva, produção e decomposição de liter*. Dissertação de mestrado, UnB, Brasília, DF, 87 p.
- Silva, M.F.F. 1982. *Produção anual de serrapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme na área do rio Tocantins*. Dissertação de Mestrado, INPA - FUA, Manaus, 78 p.
- Sylvester-Bradley, R.; A.G. Bandeira & L.A. Oliveira. 1978. *Fixação de nitrogênio (redução de acetileno) em cupins (Insecta: Isoptera) na Amazonia Central*. *Acta Amazonica* 8: 621-627.
- Singh, J.S. & S.R. Gupta. 1977. *Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems*. *The Botanical Review* 43: 449-528.
- Staaf, H. & B. Berg. 1982. *Accumulation and release of plant nutrients in decomposing Scots pine needle litter. Long-term decomposition in a Scots pine forest II*. *Can. J. Bot.* 60: 1561-1568.
- Suffling, R. & D.W. Smith. 1974. *Litter decomposition studies using mesh bags: spillage inaccuracies and the effects of repeated artificial drying*. *Can. J. Bot.* 52: 2157-2163.

- Swift, M.J.; A. Russell-Smith & T.J. Perfect. 1981. Decomposition and mineral-nutrient dynamics of plant litter in a regenerating bush-fallow in sub-humid tropical Nigeria. *J. Ecology* 69: 981-995.
- Usher, M.B. 1975. Studies on a wood-feeding termite community in Ghana, West Africa. *Biotropica* 7: 217-233.
- Veivers, P.C.; A.M. Musca; R.W. O'Brien; & M. Slaytor. 1982. Digestive enzymes of the salivary glands of *Mastotermes darwiniensis*. *Insect. Biochem.* 12: 35-40.
- Vitousek, P.M. 1984. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology*, 65: 285-298.
- Wieder, R.K. & G.E. Lang. 1982. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology* 63: 1636-1642.
- Wiegert, R.G. & F.C. Evans. 1964. Primary production and disappearance of dead vegetation on an old field in southeastern Michigan. *Ecology* 45: 49-63.
- Witkamp, M. & Olson, J.S. 1963. Breakdown of confined and nonconfined oak litter. *Oikos* 14 : 138-147.

Wood, T.G.; R.A. Johnson; S. Bachus; M.O. Shittu & J.M Anderson.
1982. Abundance and distribution of termites (Isoptera) in
a riparian forest in the Southern Guinea Savanna Vegetation
Zone of Nigeria. *Biotropica* 14 25-39.

Zar, J.H. 1977. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall,
Englewood Cliffs, 620 p.

Tabela A1 - Biomassa de folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (n = 10).

Data	LOCAL			Média
	AE	FAL	JBB	
g.m ⁻²				
GRAMÍNEAS				
Mai 86	200 (25) Aa	170 (9) Aab	102 (20) Ab	161 (13) A
Ago 86	232 (22) Aa	200 (10) Aa	204 (29) Ba	212 (13) B
Dez 86	147 (27) Aa	181 (16) Aa	147 (17) ABa	153 (12) A
Média *	193 (15) a	185 (7) a	154 (79) a	177 (8)
NÃO-GRAMÍNEAS				
Mai 86	176 (41) Aa	79 (14) Aa	397 (85) Ab	205 (37) A
Ago 86	439 (82) Ba	157 (17) Ab	363 (63) Aab	320 (42) AB
Dez 86	397 (80) ABa	145 (42) Aa	382 (57) Aa	349 (41) B
Média *	337 (45) a	123 (13) b	380 (37) a	289 (24)
TOTAL				
Mai 86	376 (37) Aab	249 (14) Aa	499 (81) Ab	375 (33) A
Ago 86	671 (76) Ba	357 (17) Ab	567 (42) Aab	532 (37) B
Dez 86	544 (71) ABa	326 (52) Aa	529 (56) Aa	466 (36) AB
Média	530 (42) a	307 (16) b	534 (33) a	457 (23)

As médias da mesma coluna que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

As porcentagens correspondem à proporção de cada componente em relação ao total do folheto.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

* ver Figura 5 página 18.

Tabela A2 - Concentração de P no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (n = 4).

Data	LOCAL			Média
	AE	FAL	JBB	
	mg.kg ⁻¹			
GRAMÍNEAS				
Mai 86	249(53) Aa	157(40) Aa	276(14) ABa	227(26) AB
Ago 86	194(7) Aa	123(3) Aa	149(20) Aa	155(11) A
Dez 86	256(7) Aa	175(12) Aa	423(46) Bb	285(34) B
Média *	233(18) ab	152(14) a	283(37) b	223(17)
NÃO-GRAMÍNEAS				
Mai 86	416(8) Aa	297(67) Aa	303(23) Aa	339(27) A
Ago 86	351(47) Aa	265(43) Aa	339(35) Aa	318(25) AB
Dez 86	237(34) Aa	196(30) Aa	299(29) Aa	244(21) A
Média *	335(28) a	253(29) a	314(16) a	300(15)

As médias da mesma coluna que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

* ver Figura 6 página 18.

Tabela A3 - Concentração de K no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (n = 4).

Data	LOCAL						Média
	AE	FAL		JBB			
	mg. kg ⁻¹						
GRAMÍNEAS							
Mai 86	530(81) Aa	752(49) ABa	1732(564) Ba	1005(234) A			
Ago 86	856(102) Aa	1211(155) ABa	1892(233) Ba	1320(158) A			
Dez 86	744(53) Aa	1118(157) Aa	1172(206) Aa	1011(98) A			
Média *	710(59) a	1027(91) a	1599(215) a	1112(100)			
NÃO-GRAMÍNEAS							
Mai 86	737(132) Aa	836(190) Aa	1014(74) Aab	862(81) A			
Ago 86	743(48) Aa	834(89) ABa	1422(314) Bb	1000(135) A			
Dez 86	482(81) Aa	488(38) Aa	622(9) Aa	531(33) B			
Média *	654(61) a	719(81) ab	1019(140) a	797(62)			

As médias da mesma coluna que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

* ver Figura 6 página 19.

Tabela A4 - Concentração de Ca no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (n = 4).

Data	LOCAL			Média
	AE	FAL	JBB	
	.mg.kg ⁻¹			
GRAMÍNEAS				
Mai 86	1216(336) Aa	2151(551) Ab	1302(191) Aa	1556(240) A
Ago 86	703(61) Aa	972(126) Aa	820(70) Aa	832(58) B
Dez 86	954(117) Aa	947(136) Aa	1039(61) Aa	980(59) B
Média *	958(126) a	1357(244) a	1054(87) a	1123(98)
NÃO-GRAMÍNEAS				
Mai 86	3298(314) Aa	2941(315) Aa	3241(374) Aa	3160(181) A
Ago 86	3577(611) Aa	3804(656) Aa	3260(356) Aa	3547(299) A
Dez 86	2776(671) Aa	3572(572) Aa	3707(796) Aa	3352(379) A
Média *	3217(306) a	3439(300) a	3402(293) a	3353(169)

As médias da mesma coluna que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

* ver Figura 6 página 19.

Tabela A5 - Concentração de Mg no folheto sobre o solo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (n = 4).

Data	LOCAL			Média
	AE	FAL	JBB	
	mg.kg ⁻¹			
GRAMÍNEAS				
Mai 86	355 (64) Aa	642 (220) Aa	522 (103) Aa	506 (84) A
Ago 86	495 (30) Aa	805 (184) Aa	593 (86) Aa	631 (73) A
Dez 86	432 (47) Aa	415 (48) Aa	375 (44) Aa	407 (25) A
Média *	427 (31) a	621 (100) a	497 (50) a	515 (40)
NÃO-GRAMÍNEAS				
Mai 86	652 (90) Aa	567 (35) Aa	596 (38) Aa	605 (33) A
Ago 86	952 (96) Aa	1180 (101) Ab	1088 (99) Aa	1073 (59) B
Dez 86	911 (202) Aa	856 (172) Aab	837 (92) Aa	868 (85) B
Média *	838 (83) a	868 (97) a	840 (74) a	849 (48)

As médias da mesma coluna que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

* ver Figura 6 página 19.

Tabela A6 - Massa remanescente de folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (n = 10).

Período		Local	Malha 0,5 mm		Malha 8 mm	
início	final		g/saco		g/saco	
Ago 86	Out 86		Gramíneas			
		AE	9,28 (0,06)	Aa	8,62 (0,42)	Aa
		FAL	8,81 (0,04)	Aa	8,45 (0,41)	Aa
		JBB	8,63 (0,06)	Aa	7,70 (0,20)	Aa
			Não-gramíneas			
		AE	9,30 (0,04)	Ba	9,31 (0,06)	Ba
		FAL	8,75 (0,06)	Aa	8,77 (0,08)	Aa
		JBB	8,80 (0,04)	Aa	8,80 (0,09)	Aa
Out 86	Fev 87		Gramíneas			
		AE	8,05 (0,11)	Aa	6,38 (0,42)	Ab
		FAL	8,37 (0,08)	Aa	7,64 (0,32)	Ba
		JBB	8,36 (0,05)	Aa	6,69 (0,32)	Ab
			Não-gramíneas			
		AE	8,56 (0,07)	Aa	7,97 (0,17)	Ab
		FAL	8,89 (0,05)	Aa	8,59 (0,15)	Ba
		JBB	8,95 (0,05)	Aa	8,36 (0,09)	ABb

As médias da mesma coluna e mesma coleta que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

Massa inicial = 10 g.

Ver Figura 7 página 22.

Tabela A7 - Conteúdo remanescente de P no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (n = 4).

Período		Local	Malha 0,5 mm		Malha 8 mm	
início	final		mg/saco		mg/saco	
Ago 86		Out 86	Gramíneas			
		AE	1,1 (0,3)	Aa 50%	0,7 (0,1)	Aa 32%
		FAL	1,8 (0,4)	Aa 81%	1,5 (0,4)	Aa 68%
		JBB	1,9 (0,3)	Aa 86%	1,3 (0,3)	Aa 59%
			Não-gramíneas			
		AE	2,7 (0,4)	Aa 90%	1,7 (0,5)	Aa 57%
		FAL	2,6 (0,4)	Aa 87%	1,3 (0,2)	Aa 43%
		JBB	2,1 (0,1)	Aa 70%	2,6 (0,30)	Aa 87%
Out 86		Fev 87	Gramíneas			
		AE	0,9 (0,1)	Aa 40%	0,9 (0,1)	Aa 40%
		FAL	1,2 (0,1)	Aa 54%	1,4 (0,2)	Aa 63%
		JBB	1,5 (0,3)	Aa 68%	1,6 (0,3)	Aa 72%
			Não-gramíneas			
		AE	2,3 (0,2)	Aa 77%	2,3 (0,3)	Aa 77%
		FAL	2,7 (0,2)	Aa 90%	2,5 (0,3)	Aa 83%
		JBB	3,4 (0,5)	Aa 113%	2,1 (0,1)	Aa 70%

As médias da mesma coluna e mesma coleta que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

As porcentagens correspondem à fração remanescente em relação ao conteúdo original.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

Ver Figura 7 página 22.

Tabela A8 - Conteúdo remanescente de K no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.

Período		Local	Malha 0,5 mm		Malha 8 mm	
início	final		mg/saco		mg/saco	
Ago 86			Gramíneas			
	Out 86	AE	1,4 (0,2)	Aa 13%	1,3 (0,4)	Aa 12%
		FAL	1,7 (0,3)	Aa 15%	1,4 (0,4)	Aa 13%
		JBB	1,2 (0,1)	Aa 11%	1,2 (0,30)	Aa 11%
			Não-gramíneas			
		AE	6,5 (1,3)	Aa 81%	2,5 (0,2)	Aa 31%
		FAL	5,0 (0,2)	ABa 63%	2,5 (0,2)	Aa 31%
		JBB	6,6 (0,7)	Ba 83%	4,8 (0,6)	Aa 60%
Out 86			Gramíneas			
	Fev 87	AE	1,4 (0,2)	Aa 13%	0,9 (0,2)	Aa 8%
		FAL	1,8 (0,2)	Aa 16%	1,5 (0,1)	Aa 13%
		JBB	2,1 (0,3)	Aa 19%	1,6 (0,2)	Aa 14%
			Não-gramíneas			
		AE	5,1 (0,5)	Aa 64%	3,2 (0,4)	Aa 40%
		FAL	5,6 (0,7)	Aa 70%	3,9 (0,6)	Aa 49%
		JBB	6,4 (0,9)	Aa 80%	6,2 (1,3)	Aa 78%

As médias da mesma coluna e mesma coleta que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

As porcentagens correspondem à fração remanescente em relação ao conteúdo original.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

n = 4 para o primeiro período e n = 8 para o segundo.

Ver Figura 7 página 22.

Tabela A9 - Conteúdo remanescente de Ca no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.

Período		Local	Malha 0,5 mm		Malha 8 mm	
início	final		mg/saco			
Ago 86	Out 86		Gramíneas			
		AE	10,3 (1,8) Aa	92%	11,6 (2,1) Ba	103%
		FAL	7,2 (0,6) Aa	64%	5,6 (0,6) Aa	50%
		JBB	9,6 (0,5) Aa	85%	5,5 (0,5) Aa	49%
			Não-gramíneas			
		AE	27,9 (2,0) Aa	83%	16,9 (0,9) Aa	50%
		FAL	25,1 (4,4) Aa	75%	30,4 (5,0) Aa	91%
		JBB	17,1 (3,3) Aa	51%	20,3 (2,3) Aa	61%
Out 86	Fev 87		Gramíneas			
		AE	6,3 (0,7) Aa	56%	6,9 (1,2) Aa	61%
		FAL	11,6 (1,3) Aa	103%	10,9 (1,1) Aa	97%
		JBB	15,1 (0,6) Ba	134%	11,8 (1,2) Aa	105%
			Não-gramíneas			
		AE	37,3 (2,3) Aa	111%	29,8 (2,5) Aa	89%
		FAL	43,9 (2,6) Aa	131%	32,8 (2,7) Aa	98%
		JBB	46,4 (1,5) Aa	138%	34,0 (4,7) Ab	101%

As médias da mesma coluna e mesma coleta que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

As porcentagens correspondem à fração remanescente em relação ao conteúdo original.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

n = 4 para o primeiro período e n = 8 para o segundo.

Ver Figura 7 página 22.

Tabela A10 - Conteúdo remanescente de Mg no folheto confinado em sacos de tela após a permanência no campo em três áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal.

Período		Local	Malha 0,5 mm		Malha 8 mm	
início	final		mg/saco			
Ago 86	Out 86		Gramíneas			
		AE	3,4 (0,2) Aa	66%	2,7 (0,5) Aa	52%
		FAL	2,2 (0,4) Aa	43%	1,8 (0,3) Aa	35%
		JBB	2,6 (0,3) Aa	50%	2,8 (0,8) Aa	54%
			Não-gramíneas			
		AE	8,5 (0,5) Ba	100%	6,9 (0,2) Aa	81%
		FAL	6,1 (0,4) ABa	72%	4,7 (1,1) Aa	55%
		JBB	4,9 (0,3) Aa	58%	6,9 (0,4) Aa	81%
Out 86	Fev 87		Gramíneas			
		AE	4,0 (2,4) Aa	78%	2,5 (0,4) Ab	49%
		FAL	4,1 (0,2) Aa	80%	3,0 (0,3) Ab	58%
		JBB	5,0 (0,3) Aa	97%	2,6 (0,4) Ab	50%
			Não-gramíneas			
		AE	10,1 (0,3) Aa	119%	9,0 (0,5) Aa	106%
		FAL	12,5 (0,7) Aa	147%	9,4 (0,6) Ab	111%
		JBB	10,8 (0,7) Aa	127%	10,0 (0,5) Aa	118%

As médias da mesma coluna e mesma coleta que apresentam alguma letra maiúscula em comum e as médias da mesma linha que apresentam alguma letra minúscula em comum não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores entre parênteses correspondem ao erro padrão.

As porcentagens correspondem à fração remanescente em relação ao conteúdo original.

AE = Reserva Biológica de Águas Emendadas.

FAL = Fazenda Água Limpa.

JBB = Jardim Botânico de Brasília.

n = 4 para o primeiro período e n = 8 para o segundo.

Ver Figura 7 página 22.

Tabela A11 - Cálculo da regressão forçada pela origem
(segundo Zar, 1977).

 . Equação da reta

$$y = b \cdot x \quad (1)$$

. Inclinação

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} \quad (2)$$

. Correlação

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}} \quad (3)$$

. Variância da inclinação

$$SQ_{Res} = \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} \quad (4)$$

$$MQ_{Res} = SQ_{Res} / (n - 1) \quad (5)$$

$$VAR(b) = MQ_{Res} / \sum x^2 \quad (6)$$

. Teste T para comparar duas inclinações

$$MQa = \frac{(SQ_{Res})_1 + (SQ_{Res})_2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (7)$$

$$S_{b_1-b_2} = \sqrt{\frac{MQa}{(\sum x^2)_1} + \frac{MQa}{(\sum x^2)_2}} \quad (8)$$

$$T = \frac{b_1 - b_2}{S_{b_1-b_2}} \quad (9)$$

$$G.L. = n_1 + n_2 - 2 \quad (10)$$

onde : y = logaritmo neperiano da fração remanescente de material no tempo x;

x = tempo, dias;

b = taxa de decomposição (-k), g.g⁻¹.dia⁻¹;

r = coeficiente de correlação;

SQ_{Res} = soma dos quadrados dos resíduos;

MQ_{Res} = média dos quadrados dos resíduos;

n = número de observações;

VAR(b) = variância de b;

MQa = média agrupada dos quadrados dos resíduos;

G.L. = número de graus de liberdade.

OBS: Quando x = 0, a fração remanescente é 1. Como ln(1) = 0, y = 0 e a reta passa pela origem.