

## VARIAÇÃO ESTACIONAL E TOPOGRÁFICA DE NUTRIENTES NA SERAPILHEIRA DE UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA

Rosângela A. Tristão Borém<sup>1</sup> e Doracy Pessoa Ramos<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo estudar o estoque e o conteúdo de nutrientes da serapilheira de duas toposseqüências de solo, pouco e muito alteradas pela ação antrópica, em um fragmento de mata atlântica no município de Silva Jardim, RJ (42°31'W e 22°31'S). As toposseqüências foram divididas em terço inferior, médio e superior e em cada um desses terços foram alocadas parcelas amostrais de 600m<sup>2</sup> de onde coletaram-se amostras de serapilheira utilizando-se uma moldura de madeira de 0,25 m<sup>2</sup> para a caracterização quantitativa e qualitativa. Em razão da influência da sazonalidade, a coleta foi realizada em duas épocas distintas. A média do estoque total de serapilheira coletada não diferiu significativamente entre as toposseqüências. Com relação aos períodos de coleta, o estoque total de serapilheira foi maior no fim do período seco, apresentando um decréscimo no fim do período chuvoso, demonstrando o caráter sazonal da floresta. Os resultados das análises químicas mostraram que os teores de nutriente variaram amplamente entre as toposseqüências. Os terços inferior e médio da toposseqüência muito alterada, para as duas épocas estudadas, foram os que apresentaram os maiores teores de nutrientes minerais.

Palavras-chave: serapilheira, conteúdo de nutrientes, floresta atlântica.

## SEASONAL AND TOPOGRAPHICAL VARIATION OF THE LITTER NUTRIENT CONTENTS OF A ATLANTIC FOREST FRAGMENT

**ABSTRACT:** *The objective of this work was to study the effects of forest degradation on the supply and contents of nutrients in the litter of two toposequences. The study area is located in a fragment of the Atlantic Forest, in Silva Jardim, State of Rio de Janeiro, Brazil (42°31'W and 22°31'S). The two toposequences are under low and high degrees of human intervention. They were divided in lower, middle and upper slope, and the vegetation sampled with plots of 600m<sup>2</sup>. The litter was collected for quantitative and qualitative characterisation using a wood frame of 0,25m<sup>2</sup> randomly distributed within the sample plots. Litter collection was carried out in two distinct dates in order to capture seasonal patterns. The average litter production did not differ significantly between the toposequences. The total litter production was higher at the end of the dry season, and lower at the end of the rainy season, indicating the seasonal pattern of the forest. The chemical analyses showed that the nutrients*

<sup>1</sup> Professora Adjunta -Departamento de Engenharia Florestal, Faculdades Federais Integradas de Diamantina – FAFEID, Rua da Glória, 187, Centro –Diamantina-MG, CEP 39100-000, rosangela@fafeid.edu.br.

<sup>2</sup> Professor Titular –Laboratório de Solos, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF,Av. Alberto Lamego, 2000 - Campos dos Goytacazes – RJ, CEP 28013-600.

*contents varied widely between the toposequences. The lower and middle slope of the toposequence under high degree of human intervention presented the highest nutrient contents in the litter.*

*Key words: litter, content of nutrient, atlantic forest.*

## 1 INTRODUÇÃO

As áreas cobertas pela vegetação de Mata Atlântica há muito tempo vêm sofrendo crescente e permanente devastação (Viana, 1990; CIMA, 1991), restando atualmente apenas alguns fragmentos, na maioria das vezes em locais de topografia muito acidentada.

A degradação acelerada que este ecossistema vem sofrendo, principalmente em decorrência da atividade antrópica, gera a necessidade de se desenvolver programas de conservação e recuperação ambiental. Para tanto, deve ser bem conhecida a dinâmica das interações solo-vegetação nesses ecossistemas.

O relacionamento da ocorrência e do crescimento de espécies florestais com características edáficas ou climáticas tem sido uma preocupação permanente de pesquisadores (Silva, 1993). No entanto, poucos estudos são direcionados para a investigação conjunta da vegetação e de variáveis ambientais que sustentam estes ecossistemas, nele incluída a mancha orgânica.

O ciclo dos nutrientes de um dado ecossistema consiste na movimentação de nutrientes entre seus compartimentos e nas transferências entre o ecossistema em estudo e outros ecossistemas. Assim, nos ecossistemas, os elementos são continuamente transferidos entre os compartimentos bióticos e os abióticos. A ciclagem de nutrientes abrange as trocas de elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente que os circunda, centrando-se nas relações entre a vegetação e o solo. Por meio dela, obtêm-se informações sobre a distribuição de nutrientes no ecossistema, podendo-se inferir sobre os fluxos entre os diferentes compartimentos (Golley, 1983; Jordan, 1985).

A serapilheira constitui-se na camada de detritos vegetais (folhas, ramos, caules, cascas,

frutos, flores) e animais, disposta na superfície do solo. A formação da camada de serapilheira reflete um equilíbrio entre a produção e a decomposição no sistema (Olson, 1963). A serapilheira contribui, juntamente com os diversos compartimentos florestais, para a interceptação das águas da chuva, por meio do amortecimento e conseqüente dispersão da energia cinética das gotas, minimizando assim os efeitos erosivos. Através de um gradiente vertical de decomposição, a camada de serapilheira é responsável pelo armazenamento de água no solo, bem como pelo aumento das taxas de infiltração e condicionamento dos fluxos superficiais (Oliveira, 1987).

No Brasil, os estudos de ciclagem de nutrientes em florestas nativas têm se concentrado na Amazônia, especialmente nas proximidades de Manaus (Luizão, 1982). Esses estudos revelaram ser a floresta amazônica uma das mais oligotróficas do mundo, apresentando, por isso, mecanismos de retenção e de ciclagem de nutrientes bastante desenvolvidos (Klinge, 1977). A oligotrofia dessa floresta é causada pelo elevado grau de intemperismo dos solos e intenso processo de lixiviação a que estão submetidos.

A variação estacional da deposição de serapilheira é um produto da interação entre a vegetação e o clima. Em geral, as folhas são o componente determinante das alterações sazonais da deposição de material orgânico. Devido às metodologias utilizadas nos trabalhos científicos, o comportamento de outros componentes não tem sido verificado com a precisão desejada (Carpanezzi, 1980). Assim, a deposição de serapilheira varia durante o ano com as estações climáticas, crescendo das regiões frias para as tropicais (Lima, 1987).

Dessa forma, buscando-se ampliar o conhecimento sobre a ciclagem de nutrientes em

florestas tropicais, este trabalho teve como objetivo estudar o estoque de serapilheira, sua variação estacional e o conteúdo de nutrientes de duas toposseqüências de solo, pouco e muito alteradas pela ação antrópica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área estudada

Este trabalho foi desenvolvido em áreas de domínio de Mata Atlântica, localizadas na Fazenda BIOVERT Agroflorestal Ltda., entre as coordenadas de 22°30' - 22°31' latitude sul e 42°31'30" - 42°30'45" longitude oeste, no município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro. Esta área foi selecionada em razão de apresentar, dentro do seu domínio, áreas com características tipológicas pouco alteradas e outras já bastante alteradas e, ainda, com estes ambientes repetindo-se ao longo de toposseqüências de solo.

A vegetação foi classificada de acordo com o sistema de classificação do FIBGE (FIBGE, 1993; Veloso et al., 1991) como Floresta Ombrófila Densa formação submontana. A mata natural é composta por vegetação de Mata Atlântica, que se caracteriza por apresentar, além de pequenos fragmentos ou relictos de florestas primárias, uma predominância de formações secundárias.

O clima, segundo Köppen, é classificado como tropical sempre úmido (Af), sem estação seca definida. No período de amostragem, a precipitação média anual foi de 2.188 mm. A temperatura média anual foi de 24,2°C, registrando a máxima de 39,9°C, em fevereiro e a mínima de 13,2°C, em agosto. Quanto à distribuição, as chuvas se concentraram nos meses de setembro a abril, embora elas ocorram em todos os meses do ano. Isto caracterizou os meses de inverno como menos chuvosos, mas não como secos.

Os solos da área de estudo são classificados pelo sistema brasileiro de taxonomia de solos (Camargo et al., 1987) como Podzólico Ver-

melho-Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho, de baixa fertilidade. Quanto à textura predominam os solos de textura média/argila. Os solos são ácidos com pH variando entre 4,0 e 5,1. O embasamento é formado por granito e gnaíse. O relevo é montanhoso, com encostas íngremes e altitudes que variam entre 200 e 400 m. A declividade das vertentes é muito acentuada, e a maioria das encostas apresenta uma inclinação média de 40°.

As duas toposseqüências, originalmente, possuíam o mesmo tipo de vegetação. A alteração sofrida pela toposseqüência 1 (área pouco alterada) foi exploração seletiva de madeira há cerca de 30 anos, enquanto a toposseqüência 2 (área muito alterada), em 1979 foi submetida a um corte raso (em seus terços inferior e médio) para extração de madeira e implantação de um bananal, que foi abandonado alguns anos depois, seguindo-se uma regeneração natural.

A área estudada apresenta-se, no momento, em bom estado de conservação, sem sinais evidentes de exploração seletiva de madeira nos últimos anos. Os maiores danos observados devem-se à penetração furtiva de caçadores, formando trilhas e prejudicando a vegetação rasteira em alguns pontos.

### 2.2 Metodologia de amostragem

Para efeito de estudo, as duas toposseqüências foram divididas em terço inferior, terço médio e terço superior, sendo alocadas duas parcelas amostrais em cada um dos terços das duas toposseqüências, totalizando doze parcelas de 30 x 20 m (600m<sup>2</sup>) na área estudada. Teve-se o cuidado de demarcar as parcelas alocadas em cada terço da toposseqüência pouco alterada na mesma cota das parcelas alocadas em cada terço da toposseqüência muito alterada, em virtude de se objetivar a comparação dos resultados obtidos em ambas. O levantamento total cobriu uma área de 0,72 ha.

### 2.3 Caracterização da serapilheira

Coletaram-se, em todas as parcelas, amostras de serapilheira (material vegetal depositado sobre o solo, já em diferentes graus de decomposição) utilizando-se uma moldura de madeira de 0,5 x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>), para a sua caracterização quantitativa e qualitativa. Em cada parcela foram coletadas cinco amostras simples. Optou-se por amostras simples com repetição, devido à grande variação dos valores obtidos para cada amostra. As amostras foram colocadas em sacos de papel e levadas para o laboratório.

Sabendo-se da influência da sazonalidade neste tipo de estudo, foram escolhidas duas épocas distintas do ano para coleta de amostras. Dessa forma, a serapilheira foi coletada no início do período úmido (outubro) e no início do período seco (maio).

### 2.4 Análises de laboratório

As análises foram feitas no Laboratório de Solos do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e no Laboratório de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

As amostras de serapilheira foram pesadas e colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas e, após a secagem, foi determinado o estoque/ha. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 30 mesh para realização das determinações qualitativas. As análises foram realizadas seguindo a metodologia proposta pela EMBRAPA (1979).

Após a secagem e moagem, o material foi submetido às digestões nítrico-perclórica e sulfúrica. No extrato da digestão nítrico-perclórica, foram determinadas as concentrações de Ca, Mg, Mn, Zn, Fe e Cu (espectrofotometria de absorção atômica), K e Na (fotometria de chama), P (colorimetria) e S (turbidimetria). A digestão sulfúrica foi realizada para determinação dos teores de N

pelo método Kjeldahl, descrito por Bataglia et al. (1983). O C orgânico foi determinado por oxidação com K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,4 mol L<sup>-1</sup>

### 2.5 Análise dos dados

Os resultados da serapilheira foram analisados utilizando-se o programa SANEST (Sistema de Análise Estatística) (Machado & Zonta, 1991) e as comparações das médias das variáveis de serapilheira entre as posições topográficas de cada ambiente; entre os dois ambientes (tratamentos significativos) foram feitas por meio da diferença mínima significativa (DMS), calculada para todas as variáveis estudadas (Sokal & Rohlf, 1981).

Procedeu-se a uma análise dos resíduos do modelo, que atendiam às pressuposições de normalidade e homogeneidade das variâncias e aditividade entre efeitos de tratamento e resíduo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de um sistema não depende tanto do suprimento dos elementos minerais, mas da taxa de circulação de matéria através da decomposição, mineralização e assimilação dos produtos pela planta (Douce & Crossley Jr., 1982).

Dessa forma, a serapilheira é a etapa do retorno da matéria orgânica, dos seus nutrientes e dos elementos não essenciais das partes aéreas da comunidade de plantas para a superfície do solo. Esse retorno é dependente de diversos fatores ambientais, principalmente do fator climático. Em face desse aspecto, nos estudos efetuados na serapilheira, a coleta do material foi realizada em duas épocas distintas: fim do período seco e fim do período chuvoso.

### 3.1 Estoque de serapilheira

A média do estoque total de serapilheira coletada não diferiu significativamente, a 1% de probabilidade (P>0,01) entre a toposeqüência pouco

alterada (7,06 t/ha) e a topossequência muito alterada (8,47 t/ha). No entanto, quando foram analisados os dados relativos aos períodos de coleta, em separado, os terços médio e superior da topossequência muito alterada apresentaram diferenças significativas, com os maiores valores sendo encontrados no período de coleta ocorrido no fim do período seco (Tabela 1).

Este fato refletiu no total coletado de serapilheira entre os dois períodos estudados, com diferenças significativas ( $P > 0,01$ ): 9,34 t/ha para o fim do período seco e 6,19 t/ha para o fim do período chuvoso.

Como os resultados registrados nesse estudo, outras pesquisas indicaram que as maiores taxas de produção de serapilheira em florestas tropicais são observadas na estação seca

(Jackson, 1978; Delitti, 1984; Pagano, 1991; Gisler, 1995, e Martins & Rodrigues, 1999), sugerindo que o estresse hídrico seja uma causa da queda sazonal de material das árvores em muitas florestas e, em especial, nas tropicais.

O estoque total de serapilheira foi maior no fim do período seco (Tabela 1), apresentando um decréscimo no fim do período chuvoso, demonstrando o caráter sazonal da floresta. Este fato deve-se, principalmente, ao aumento na produção de folhas, juntamente com um decréscimo na sua decomposição na estação seca. Spain (1984) também mostrou que as variações na camada de serapilheira no solo em florestas tropicais estava relacionado à sazonalidade da produção de serapilheira e à natureza do clima e dos organismos decompositores.

**Tabela 1.** Peso seco da serapilheira (t/ha) nas duas topossequências estudadas na fazenda Biovert, município de Silva Jardim, RJ

**Table 1.** Dry weight of litter (t/ha) in the two toposequences studied in the Biovert Farm, county of Silva Jardim, Rio de Janeiro State.

| Ambiente       | Posição        | Período        |             |
|----------------|----------------|----------------|-------------|
|                |                | Fim do chuvoso | Fim do seco |
|                |                | -----t/ha----- |             |
| Pouco alterado | Terço inferior | 7,39           | 8,05        |
|                | Terço médio    | 6,54           | 7,37        |
|                | Terço superior | 5,91           | 7,12        |
| Muito alterado | Terço inferior | 5,38           | 6,60        |
|                | Terço médio    | 5,42           | 14,40       |
|                | Terço superior | 6,47           | 12,54       |

DMS (Diferença mínima significativa): 3,77.

Quando se comparam os períodos de amostragem dentro das toposseqüências, verifica-se que não houve diferença significativa ( $P>0,01$ ) entre os dois períodos na pouca alterada. O contrário ocorreu com a toposseqüência muito alterada, em que se nota que o estoque de serapilheira é bem maior no fim do período seco que no fim do período chuvoso.

Este maior acúmulo de serapilheira nos terços médio e superior da toposseqüência muito alterada deve ser responsável pelo maior conteúdo de nutrientes e de carbono orgânico apresentado por estas posições topográficas. É interessante ressaltar que embora, os terços médio e superior da toposseqüência muito alterada não se diferenciam muito dos demais em número de indivíduos, estes apresentam maior diversidade de espécies e também maior porcentagem de espécies raras, o que pode implicar diretamente no maior acúmulo de serapilheira. Todavia, acredita-se que a principal causa desse maior acúmulo nessa toposseqüência em relação à toposseqüência pouco alterada seja o estágio sucessional menos avançado em que se encontra esse povoamento. Segundo Meguro et al. (1979), a produção de serapilheira em florestas sucessionais tropicais úmidas pode alcançar valores mais altos do que em florestas maduras, pois nas florestas sucessionais, em geral, ocorre maior número de espécies decíduas, além de mudanças na composição. Assim, a taxa de acumulação de serapilheira é elevada no período de maior crescimento do povoamento, estabilizando-se com a maturidade da floresta.

Uma relação entre acumulação de serapilheira e oligotrofia foi observada no terço inferior da toposseqüência pouco alterada que, tanto no fim do período chuvoso, como no seco, apresentou valores de acumulação de serapilheira mais elevados que os dos terços médio e superior. No entanto, como já observado anteriormente foi o ambiente que se mostrou mais pobre em nutrientes. De acordo com Clevelário Jr. (1996), a acumulação de serapilheira nas florestas com maior escassez de nutrientes está associada à de-

saceleração da decomposição e não à queda mais intensa de material formador.

Os resultados de estoque de serapilheira das toposseqüências desse estudo situam-se entre os valores medianos encontrados para outras florestas tropicais úmidas (Tabela 2).

Nas duas épocas, observou-se um gradiente de aumento no estoque de serapilheira do terço inferior para o terço superior na toposseqüência muito alterada, enquanto que na toposseqüência pouco alterada ocorreu o inverso.

Este fato, provavelmente, está ligado à maior ação antrópica ocorrida no terço inferior da toposseqüência muito alterada, facilitando a ação de decomposição da serapilheira, enquanto que na toposseqüência pouco alterada, possivelmente, o terço inferior é mais úmido ou de maior concentração de umidade que os demais e, assim, sujeito à maior acumulação.

Assim, o caráter subperenifólio da vegetação, associado à diversidade de espécies, deve estar regulando de forma mais dinâmica o estoque de serapilheira entre os períodos úmido e seco, por meio dos processos de deposição e decomposição do material orgânico.

### 3.2 Conteúdo de nutrientes na serapilheira

Os resultados das análises químicas da serapilheira são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Os teores de Ca foram similares, não apresentando diferenças estatísticas significativas ( $P>0,01$ ) entre as toposseqüências, quando se comparam as duas épocas de amostragem. Contudo, tanto no fim do período chuvoso quanto no fim do período seco, os teores de Ca foram bem maiores nos terços inferior e médio da toposseqüência muito alterada do que na pouca alterada. Os menores valores foram encontrados no terço superior. É interessante ressaltar que esta mesma tendência do Ca em aumentar seus valores do terço inferior para o terço médio foi apresentada também pelo horizonte A dos solos estudados,

que mostraram, ainda, para a toposseqüência muito alterada, elevada acumulação deste elemento em relação à pouco alterada.

Segundo Clevelário Jr. (1996), o enriquecimento em Ca da serapilheira pode ser decorrente de uma liberação mais lenta deste elemento pelo material recém-caído, da retranslocação de outros

elementos antes da abscisão das folhas, da redução da massa das folhas antes da abscisão e ou consequência da retenção de Ca contido na transprecipitação (chuva que atravessa o dossel) pela serapilheira. De acordo com Prado Lopes (1994), a transferência do Ca da copa das árvores pela chuva é muito intensa (13 a 21 kg/ha/ano).

**Tabela 2.** Estoque de serapilheira em algumas florestas tropicais úmidas.

**Table 2.** Litter accumulation in some tropical forests.

| Local                         | Estoque | Fonte:                     |
|-------------------------------|---------|----------------------------|
|                               | t/há    |                            |
| TPA (fim do período chuvoso)  | 6,6     | Este estudo                |
| TPA (fim do período seco)     | 7,5     | Este estudo                |
| TMA (fim período chuvoso)     | 5,8     | Este estudo                |
| TMA (fim do período seco)     | 11,2    | Este estudo                |
| Floresta da Tijuca (encostas) | 25,9    | Clevelário Jr. (1996)      |
| Floresta da Tijuca (vales)    | 9,6     | Clevelário Jr. (1996)      |
| Nigéria                       | 2,1     | Madge (1965)               |
| Panamá                        | 3,4     | Golley et al. (1978)       |
| Guiana Fr.                    | 4,0     | Puig (1979)                |
| Malásia                       | 4,3     | Kira (1978)*               |
| Porto Rico                    | 4,4     | Dugger (1978)*             |
| Maracá (Rr.)                  | 4,6     | Scott et al. (1992)        |
| Panamá                        | 4,8     | Golley et al. (1978)       |
| Colômbia                      | 5,0     | Jenny & Bingham (1949)     |
| África                        | 5,3     | John (1973)*               |
| Manaus                        | 5,6     | Klinge (1977)              |
| Porto Rico                    | 6,0     | Odum (1970)*               |
| Porto Rico                    | 6,0     | Jordan & Herrera (1981)    |
| Nova Guiné                    | 6,5     | Edwards (1977)             |
| São Paulo                     | 6,6     | Meguro et al. (1979)       |
| Bornéo                        | 8,5     | Proctor et al. (1983)      |
| Jamaica                       | 10,3    | Tanner (1981)              |
| Bornéo                        | 10,3    | Proctor et al. (1983)      |
| Pará                          | 13,2    | Uhl et al. (1988)          |
| Colômbia                      | 16,5    | Jenny & Bingham (1949)     |
| Manaus                        | 25,6    | Carvalho Jr. et al. (1995) |
| Recife                        | 31,2    | Sampaio et al. (1988)      |
| Venezuela                     | 38,0    | Fassbender & Grimm (1981)  |

\*Citados por Brown & Lugo (1982).

Bellote et al. (1980), avaliando a quantidade de nutrientes exportados por *Eucalyptus grandis*, afirmaram ser o Ca o elemento mais exportado em termos quantitativos. Segundo Attiwill (1979), aproximadamente todo o Ca, dada a sua pouca mobilidade no vegetal, retorna ao solo em grande quantidade com a queda das folhas, galhos e frutos.

É importante ressaltar a capacidade de realimentação do solo pelos nutrientes reciclados por meio da serapilheira. A quantidade de Ca contida nela (Tabelas 3 e 4) é comparável à quantidade disponível desse elemento no solo, nos primeiros dez centímetros. O mesmo fato é observado para Mg, K e P.

Deve ser dado um destaque para o terço médio que, nas duas toposseqüências, caracterizou-se por ser o local de maior teor de Ca, tanto no solo quanto na serapilheira.

Quanto ao Mg, os valores apresentaram diferenças entre os períodos úmido e seco. Os teores deste elemento foram mais elevados no fim do período seco no terço superior da toposseqüência muito alterada. Os maiores valores desse elemento apresentados pelo terço inferior desta toposseqüência, no fim do período chuvoso, indicam que o mesmo sofreu melhor distribuição nessa fase, em consequência da lixiviação ocorrida durante a estação chuvosa.

As duas toposseqüências apresentaram os maiores valores de K no fim do período seco, sendo que, independente do período amostrado, os maiores valores foram observados na toposseqüência muito alterada. Verificou-se ainda, nesta toposseqüência, uma tendência de diminuição dos valores do terço inferior para o terço superior, sendo a mesma tendência observada para este elemento nos solos estudados. Esta maior acumulação do K no terço inferior provavelmente deve-se ao fato desse elemento ser facilmente lavado e lixiviado.

Com relação ao P, os valores obtidos pareceram mostrar uma tendência semelhante à do

Ca, de maior acumulação no terço médio. Os maiores valores foram encontrados na toposseqüência muito alterada, tendo os teores para o solo seguido a mesma tendência, com valores bem mais elevados na toposseqüência muito alterada.

Os resultados mostraram que, no fim do período chuvoso, as duas toposseqüências apresentam maior potencial de reciclagem de cálcio e fósforo, enquanto que, para potássio e magnésio, esse potencial é maior no fim do período seco.

A contribuição do C orgânico foi semelhante nas duas toposseqüências, nos dois períodos estudados. Dessa forma, as alterações nos teores de nutrientes entre os períodos não foram influenciadas apenas pela matéria orgânica, mas, principalmente, por fatores outros como mobilidade do elemento e complexação.

Os valores de Mn e S apresentaram uma diferença estatística significativa entre os dois períodos estudados, com o fim do período chuvoso apresentando valores mais elevados dos nutrientes que o fim do período seco, em todas as posições topográficas e para as duas toposseqüências.

Os teores dos micronutrientes (Fe, Zn e Cu) variaram pouco entre os períodos úmido e seco, tendo seus valores sido mais elevados no fim do período chuvoso, principalmente na toposseqüência muito alterada.

Observando-se a contribuição dos elementos analisados na serapilheira, verificou-se, independente da época de coleta, posição topográfica ou toposseqüência, que a maior contribuição advém das bases, principalmente cálcio e magnésio. Esses dados sugerem uma menor quantidade desses nutrientes imobilizados na biomassa.

O conteúdo de nutrientes na serapilheira foi controlado pelo seu estoque, havendo, portanto, tendências similares para todos os elementos (Tabelas 5 e 6).



**Tabela 3.** Teores médios de macro e micronutrientes da serapilheira no fim do período seco, nas duas topossequências estudadas na fazenda Biovert, município de Silva Jardim, RJ.

**Table 3.** Macro and micronutrient concentration of the litter at the end of the dry period, in the two topossequences studied in the Biovert Farm, Silva Jardim county, Rio de Janeiro State.

| Ambiente       | Posição        | g/kg |      |      | %     |      |        | mg/kg |     |       |       |       |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|-------|------|--------|-------|-----|-------|-------|-------|------|------|
|                |                | P    | K    | S    | Ca    | Mg   | C org. | N     | C/N | Mn    | Na    | Fe    | Cu   | Zn   |
| Pouco alterado | Terço inferior | 0,46 | 0,91 | 1,42 | 8,23  | 2,07 | 38,4   | 1,71  | 23  | 464,0 | 53,8  | 173,0 | 8,3  | 35,8 |
|                | Terço médio    | 0,45 | 1,07 | 1,45 | 8,89  | 2,13 | 39,3   | 1,64  | 24  | 389,0 | 65,5  | 223,0 | 7,1  | 45,1 |
|                | Terço superior | 0,40 | 0,98 | 1,49 | 6,12  | 2,57 | 40,5   | 1,83  | 22  | 326,1 | 89,5  | 146,0 | 5,3  | 42,1 |
| Muito alterado | Terço inferior | 0,55 | 2,00 | 1,86 | 11,70 | 2,50 | 36,5   | 1,47  | 25  | 269,0 | 155,4 | 250,0 | 14,5 | 45,1 |
|                | Terço médio    | 0,58 | 1,43 | 1,83 | 13,49 | 2,15 | 37,2   | 2,07  | 18  | 275,0 | 54,1  | 153,0 | 7,2  | 37,9 |
|                | Terço superior | 0,39 | 1,10 | 1,47 | 6,28  | 2,41 | 36,8   | 1,78  | 20  | 305,0 | 68,6  | 230,0 | 4,7  | 30,9 |

**Tabela 4.** Teores médios de macro e micronutrientes da serapilheira no fim do período chuvoso, nas duas topossequências estudadas na fazenda Biovert, município de Silva Jardim, RJ.

**Table 4.** Macro and micronutrient concentration of the litter at the end of the rainy period, in the two toposequences studied in the Biovert Farm, Silva Jardim county, Rio de Janeiro State.

| Ambiente       | Posição        | mg/kg |      |      |       |      |        |      |     |       |      |       |      |      |
|----------------|----------------|-------|------|------|-------|------|--------|------|-----|-------|------|-------|------|------|
|                |                | P     | K    | S    | Ca    | Mg   | C org. | N    | C/N | Mn    | Na   | Fe    | Cu   | Zn   |
| Pouco alterado | Terço inferior | 0,46  | 0,88 | 1,55 | 8,27  | 1,93 | 40,3   | 1,75 | 23  | 539,0 | 58,0 | 191,0 | 9,3  | 40,7 |
|                | Terço médio    | 0,47  | 0,98 | 1,72 | 10,44 | 2,54 | 42,0   | 1,85 | 23  | 425,4 | 60,8 | 206,0 | 8,8  | 53,4 |
|                | Terço superior | 0,42  | 0,82 | 1,71 | 7,53  | 2,47 | 40,7   | 1,60 | 26  | 369,7 | 69,9 | 177,0 | 7,0  | 53,2 |
| Muito alterado | Terço inferior | 0,54  | 1,62 | 2,46 | 11,32 | 2,40 | 36,4   | 1,80 | 20  | 294,1 | 68,7 | 262,0 | 14,2 | 46,1 |
|                | Terço médio    | 0,50  | 1,43 | 3,18 | 13,33 | 2,07 | 37,5   | 2,13 | 18  | 259,7 | 38,5 | 263,0 | 8,6  | 35,0 |
|                | Terço superior | 0,46  | 1,00 | 3,07 | 7,19  | 1,97 | 40,0   | 1,91 | 21  | 372,6 | 43,0 | 123,0 | 6,0  | 32,3 |

**Tabela 5.** Conteúdo de nutrientes da serapilheira no fim do período seco nas duas topossequências estudadas na fazenda Biovert, município de Silva Jardim, RJ.

**Table 5.** Nutrient content of the litter at the end of the dry period, in two topossequences studied in the Biovert Farm, Silv Jardim county, Rio de Janeiro State.

| Ambiente       | Posição        | kg/ha |      |      |       |      |        |       |     |     |     |      |      |      |
|----------------|----------------|-------|------|------|-------|------|--------|-------|-----|-----|-----|------|------|------|
|                |                | P     | K    | S    | Ca    | Mg   | C org. | N     | C/N | Mn  | Na  | Fe   | Cu   | Zn   |
| Pouco alterado | Terço inferior | 3,7   | 7,3  | 11,4 | 66,2  | 16,7 | 38,4   | 13,76 | 23  | 3,7 | 0,4 | 1,39 | 0,07 | 0,28 |
|                | Terço médio    | 3,3   | 7,9  | 10,7 | 65,5  | 15,7 | 39,3   | 12,08 | 24  | 2,9 | 0,5 | 1,64 | 0,05 | 0,33 |
|                | Terço superior | 2,8   | 7,0  | 10,6 | 43,6  | 18,3 | 40,5   | 13,03 | 22  | 2,6 | 0,6 | 1,04 | 0,04 | 0,30 |
| Muito alterado | Terço inferior | 3,6   | 13,2 | 12,3 | 77,2  | 16,5 | 36,5   | 9,70  | 25  | 1,8 | 1,0 | 1,65 | 0,09 | 0,30 |
|                | Terço médio    | 8,3   | 20,6 | 26,3 | 194,3 | 31,0 | 37,2   | 29,81 | 18  | 4,0 | 0,8 | 2,20 | 0,10 | 0,55 |
|                | Terço superior | 4,9   | 13,8 | 18,4 | 78,7  | 30,2 | 36,8   | 22,32 | 20  | 3,8 | 0,9 | 2,88 | 0,06 | 0,40 |

**Tabela 6.** Conteúdo de nutrientes da serapilheira no fim do período chuvoso nas duas toposequências estudadas na fazenda Biovert, município de Silva Jardim, RJ.  
**Table 6.** Nutrient content of the litter at the end of the rainy period, in the two toposequences studied in the Biovert Farm, Silva Jardim county, Rio de Janeiro State.

| Ambiente       | Posição        | kg/ha |     |      | %    |      |        | kg/ha |     |     |      |      |      |      |
|----------------|----------------|-------|-----|------|------|------|--------|-------|-----|-----|------|------|------|------|
|                |                | P     | K   | S    | Ca   | Mg   | C org. | N     | C/N | Mn  | Na   | Fe   | Cu   | Zn   |
| Pouco alterado | Terço inferior | 3,4   | 6,5 | 11,4 | 61,1 | 14,3 | 40,3   | 12,93 | 23  | 4,0 | 0,43 | 1,41 | 0,07 | 0,30 |
|                | Terço médio    | 3,1   | 6,4 | 11,2 | 68,3 | 16,6 | 42,0   | 12,10 | 23  | 2,8 | 0,40 | 1,35 | 0,06 | 0,35 |
|                | Terço superior | 2,5   | 4,8 | 10,1 | 44,5 | 14,6 | 40,7   | 9,46  | 26  | 2,2 | 0,41 | 1,05 | 0,04 | 0,31 |
| Muito alterado | Terço inferior | 2,9   | 8,7 | 13,2 | 60,9 | 12,9 | 36,4   | 9,68  | 20  | 1,6 | 0,37 | 1,41 | 0,08 | 0,25 |
|                | Terço médio    | 2,7   | 7,7 | 17,1 | 71,7 | 11,1 | 37,5   | 11,55 | 18  | 1,4 | 0,21 | 1,42 | 0,05 | 0,19 |
|                | Terço superior | 2,5   | 5,4 | 16,5 | 38,7 | 10,6 | 40,0   | 12,36 | 21  | 2,4 | 0,28 | 0,66 | 0,04 | 0,21 |

Quanto ao conteúdo de nutrientes da serapilheira da área estudada, observou-se que os valores encontram-se próximos aos relatados na literatura (Tabela 7).

Como é de se esperar, os valores encontrados para a relação C/N, comparados com os das áreas com culturas agrícolas, foram bastante elevados. Embora não exista diferença estatística significativa ( $P > 0,01$ ) entre os períodos estudados (seco e chuvoso), os terços inferior e médio

das duas toposseqüências apresentaram uma relação C/N maior no fim do período seco, enquanto o terço superior apresentou os maiores valores no fim do período chuvoso. O terço médio da toposseqüência muito alterada, tanto no fim do período chuvoso quanto no fim do período seco, mostrou uma relação C/N menor que a apresentada pelos terços inferior e superior, e esta mesma tendência é observada para o solo.

**Tabela 7.** Conteúdo em kg/ha de Ca, Mg, K, Na, P e N na serapilheira de algumas florestas tropicais úmidas.

**Table 7.** Content (kg/ha) of Ca, Mg, K, Na, P and N in the litter of some tropical forests.

| Local                 | Ca  | Mg | K  | Na  | P  | N   | Fonte:                    |
|-----------------------|-----|----|----|-----|----|-----|---------------------------|
| Fl. Tijuca (encostas) | 148 | 33 | 19 | 28  | 11 | 347 | Clevalário Jr. (1996)     |
| Fl. Tijuca (vales)    | 84  | 15 | 11 | 10  | 5  | 129 | Clevalário Jr. (1996)     |
| Gana                  | 569 | 57 | 46 |     | 20 | 264 | Greenland & Kowal (1960)  |
| Manaus                | 21  | 18 | 8  |     | 3  | 294 | Klinge (1975)             |
| Panamá                | 71  | 11 | 24 | 1   | 1  |     | Golley et al. (1978)      |
| Panamá                | 318 | 20 | 39 | 2   | 14 |     | Golley et al. (1978)      |
| Venezuela             | 216 | 55 | 59 | 7   | 29 | 583 | Grimm & Fassbender (1981) |
| Venezuela             | 178 | 30 | 20 |     | 10 | 137 | Hase & Fölster (1982)     |
| Nova Guiné            | 195 | 25 | 31 | 4   | 11 | 106 | Grubb & Edwards (1982)    |
| Nova Guiné            | 96  | 15 | 12 |     | 5  | 81  | Edwards (1982)            |
| Bornéio               | 110 | 5  | 4  | 0,4 | 2  | 39  | Proctor et al. (1983)     |
| Bornéio               | 7   | 4  | 10 | 0,5 | 1  | 42  | Proctor et al. (1983)     |
| Bornéio               | 44  | 5  | 5  | 0,4 | 1  | 26  | Proctor et al. (1983)     |
| Bornéio               | 270 | 14 | 5  | 0,5 | 3  | 78  | Proctor et al. (1983)     |
| Bahia                 | 456 | 81 | 46 |     | 17 | 173 | Leite (1987)              |
| Recife                | 221 | 12 | 43 |     | 12 |     | Sampaio et al. (1988)     |
| Maracá (Rr)           | 32  | 8  | 8  |     | 2  | 49  | Scott et al. (1992)       |

O menor peso de matéria seca por hectare, assim como a menor quantidade de nutrientes imobilizados na serapilheira do terço superior da topossequência pouco alterada, no fim do período seco, resultou, provavelmente, da maior velocidade de decomposição da serapilheira, favorecida por uma mais baixa relação C/N.

Os teores de nutrientes na serapilheira variaram amplamente entre as topossequências. A topossequência muito alterada foi a que apresentou os maiores teores de nutrientes minerais. Deve-se dar destaque aos maiores teores de Mn em todas as posições da topossequência pouco alterada. As topossequências se distinguiram mais em relação aos teores de Ca e menos para os de P.

É importante ressaltar a capacidade de realimentação do solo pelos nutrientes reciclados através da serapilheira. Nela, os nutrientes estão mais protegidos contra lixiviação que os armazenados no solo porque na sua maioria, fazem parte de compostos orgânicos.

A quantidade de nutrientes que retorna ao solo através da serapilheira é função, dentre outros fatores, da densidade do povoamento e composição de espécies (Ashton, 1975), da época do ano (McCull, 1966; Klinge & Rodrigues, 1968a, 1968b; Attiwill et al., 1978), da maturidade do povoamento (há uma maior taxa de deposição em povoamento mais jovens e uma menor taxa em povoamentos mais estabilizados) e da atividade dos microrganismos do solo (O'Connell et al., 1978).

A topossequência pouco alterada apresentou, apenas no terço inferior, maior estoque de serapilheira que a topossequência muito alterada. Este fato ocorreu em função de ter sido este o local mais perturbado de toda a área estudada. A topossequência muito alterada, mesmo apresentando a menor densidade de povoamento, foi a que apresentou a maior diversidade de espécies e também os maiores teores de nutrientes, tanto no solo quanto na serapilheira. Por se encontrar em processo de regeneração natural, a dinâmica de

sucessão florestal é mais intensa, o que acarreta em um maior acúmulo de serapilheira neste ambiente.

Com relação à época do ano, Ca, Mn, C orgânico, Zn, Cu e Fe apresentaram conteúdo mais elevado no final do período seco, independente da topossequência, enquanto os demais elementos apresentaram valores que variam com a topossequência, posição topográfica e época do ano.

A menor quantidade de nutrientes no solo e na serapilheira da topossequência pouco alterada pode ser resultado de uma característica da vegetação de florestas próximas ao clímax de imobilizar grandes quantidades de nutrientes na biomassa, reduzindo ao mínimo os seus níveis no solo.

Ecossistemas que atingiram o equilíbrio entre a absorção e retorno de nutrientes ao solo têm grande parte das necessidades nutricionais das plantas supridas pelo processo de ciclagem. De acordo com Fonseca (1984), as práticas de manejo da vegetação e do solo que, de alguma forma, alterem o estado de equilíbrio alcançado pelos ecossistemas florestais, seja pelo aumento da velocidade de decomposição, pelo acúmulo ou mesmo pela destruição da serapilheira, devem ser evitadas.

#### 4 CONCLUSÕES

O estoque de serapilheira mais elevado foi obtido nos terços médio e superior da topossequência muito alterada, na coleta realizada no fim do período seco, com valores que correspondem, praticamente, ao dobro dos obtidos para os mesmos ambientes na coleta do fim do período chuvoso.

A maior concentração de bases, especialmente de Ca e Mg, ocorreu na serapilheira da topossequência muito alterada, que apresenta vegetação em estágio sucessional intermediário e, portanto, de dinâmica florestal mais intensa que a vegetação próxima ao clímax da topossequência pouco alterada.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHTON, D. H. Studies of litter in *E. regnans* forest. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 23, n. 4, p. 413-433, 1975.
- ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling in *Eucalyptus* and *Pinus* forests in South-eastern Australia. In: SYMPOSIUM ON IMPACT OF INTENSIVE HARVESTING ON FOREST NUTRIENT CYCLING, 1979, New York.
- ATTIWILL, P. M.; GUTHRIE, H. B.; LEUNING, R. Nutrient cycling in a *E. obliqua* (L'Hérit) forest. I - Litter production and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 26, n. 1, p. 79-91, 1978.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48 p. (IAC. Boletim Técnico, 78).
- BELLOTE, A. J.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Extração e exportação de nutrientes pelo *E. grandis* Hill ex Maiden em função da idade: I - Macronutrientes. **IPEF**, Piracicaba, n. 20, p. 1-23, 1980.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. **Biotrópica**, St. Louis, v. 14, n. 3, p. 161-187, Sept. 1982.
- CAMARGO, M. N.; KLANT, E.; KAUFFMANN, J. H. Sistema brasileiro de classificação do solo. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, jan./abr. 1987.
- CARPANEZZI, A. A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de *Eucalyptus* no interior do Estado de São Paulo**. 1980. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- CARVALHO JR.; J. A.; SANTOS, J. M.; SANTOS, J. C.; LEITÃO, M. M. A tropical rainforest clearing experiment by biomass burning in the Manaus region. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 29, n. 17, p. 2301-2309, Sept. 1995.
- CIMA **Subsídios técnicos para elaboração do relatório nacional do Brasil para a CUNAMAD**. Brasília, 1991. 272 p.
- CLEVELÁRIO JR.; J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montano**. 1996. 135 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DELITTI, W. B. C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, SP)**. 1984. 132 p. Tese (Doutorado em Biociências) – Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências, São Paulo.
- DOUCE, G. K.; CROSSLEY JR.; D. A. The effect of soil fauna on litter mass loss and nutrient loss dynamics in arctic tundra at Barrow, Alaska. **Ecology**, Washington, v. 63, n. 2, p. 523- 537, Apr. 1982.
- EDWARDS, P. J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. II - The production and disappearance of litter. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 65, n. 3, p. 971-992, Nov. 1977.
- EDWARDS, P. J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. V - Rates of cycling in throughfall and litterfall. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 70, n. 3, p. 807-827, Nov. 1982.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979.
- FASSBENDER, H. W.; GRIMM, U. Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. II - Producción y descomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, San José, v. 31, n. 1, p. 39-47, ene/mar. 1981.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – FIBGE. **Mapa da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 1993.
- FONSECA, S. da **Propriedades físicas, químicas e microbiológicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagem**. 1984. 78 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, viçosa, MG.
- GISLER, C. V. T. **O uso da serapilheira na recomposição da cobertura vegetal em áreas mineradas de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 1995. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências, São Paulo.
- GOLLEY, F. B. Nutrient cycling and nutrient conservation. In: **Tropical forest ecosystems: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 137-156.
- GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU/ EDUSP, 1978. 256 p.
- GREELAND, D. J.; KOWAL, J. M. L. Nutrient content of the moist tropical forest of Ghana. **Plant and Soil**, The Hague, v. 12, n. 2, p. 154-174, 1960.
- GRIMM, U.; FASSBENDER, H. W. Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. I - Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al e Na). **Turrialba**, San José, v. 31, n. 1, p. 27-37, ene/mar. 1981.
- GRUBB, P. J.; EDWARDS, P. J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. III - The distribution of mineral elements in the above-ground material. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 70, n. 3, p. 623-648, Nov. 1982.
- HASE, H.; FÖLSTER, H. Bioelement inventory of a tropical (semi) evergreen seasonal forest on eutrophic alluvial soils, Western Llanos, Venezuela. **Acta Oecologica**, Paris, v. 3, n. 4, p. 331-346, 1982.
- JACKSON, J. F. Seasonality of flowing and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotrópica**, St. Louis, v. 10, n. 1, p. 38-42, Mar. 1978.
- JENNY, I. S. P. G.; BINGHAM, F. T. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. **Soil Science**, Baltimore, v. 68, n. 6, p. 419-432, June 1949.
- JORDAN, C. F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na Bacia Amazônica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1985, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, BA, 1985. p. 187-202.
- JORDAN, C. F.; HERRERA, R. Tropical rain forests: are nutrients really critical? **American Naturalist**, Chicago, v. 117, n. 2, p. 167-180, Feb. 1981.
- KLINGE, H. Fine litter production and nutrient return to the soil in three natural forest stands of eastern Amazonian. **Revue Internationale d'Ecologie et de Géographie Tropicale**, Liege, v. 1, p. 159-167, 1977.



- KLINGE, H. Preliminary data on nutrient release from decomposing leaf litter in a neotropical rain forest. **Amazoniana**, Manaus, v. 6, n. 2, p. 193-202, Aug. 1975.
- KLINGE, H.; RODRIGUES, W. A. Litter production in an area of Amazonian Terra Firme Forest. I - Litterfall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazoniana**, Manaus, v. 1, n. 4, p. 287-301, Dec. 1968a.
- KLINGE, H.; RODRIGUES, W. A. Litter production in an area of Amazonian Terra Firme Forest. II - Mineral nutrient content of the litter. **Amazoniana**, Manaus, v. 1, n. 4, p. 303-310, Dec. 1968b.
- LEITE, J. O. Características do manto detritico e sua relação com a fertilidade da camada superficial do solo em plantações de cacau. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 45-49, 1987.
- LIMA, W. P. **O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais**. São Paulo: Artpress, 1987. 114 p.
- LUIZÃO, F. J. **Produção e decomposição da liteira em Floresta de Terra Firme da Amazônia Central: aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira**. 1982. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- MACHADO, A. A.; ZONTA, E. P. **Manual do Sanest - sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: UFPe, 1991. 102 p.
- MADGE, D. S. Leaf and litter disappearance in a tropical forest. **Pedobiologia**, Jena, v. 5, n. 4, p. 273-288, 1965.
- MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, S. P. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 405-412, set. 1999.
- MCCOLL, J. G. Accesion and deposition of litter in spotted Gum forest. **Australian Forestry**, v. 30, p. 191-198, 1966.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. I - Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica**, São Paulo, v. 7, p. 11-31, 1979.
- O'CONNELL, A. M.; GROVE, T. S.; DIMMOCK, G. M. Nutrients in the litter on Jarrah forest soils. **Australian Journal of Ecology**, Collingwood, v. 3, p. 253-260, 1978.
- OLIVEIRA, R. R. **Produção e decomposição de serapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ**. 1987. 107 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.
- OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, Washington, v. 44, n. 2, p. 322-330, Apr. 1963.
- PAGANO, S. N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP: **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 3, p. 633-639, ago. 1991.
- PRADO LOPES, M. L. C. S. **Ciclo hidrogeoquímico na bacia do Alto Rio da Cachoeira, Floresta da Tijuca-RJ**. 1994. 130 p. Tese (Mestrado em Geoquímica) - Universidade Federal de F. Instituto de Química, Niterói.
- PROCTOR, J.; ANDERSON, J. M.; FOGDEN, S. C. L. et al. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. II - Forest environment, structure and floristics. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 71, n. 1, p. 237-260, Mar. 1983.

- PUIG, H. Production de litière en forêt guyanaise: résultats préliminaires. **Extrait du Bulletin de la Société D'Histoire Naturelle de Toulouse**, Tolose, v. 115, n. 3-4, p. 338-346, 1979.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; NUNES, K. S.; LEMOS, E. E. P. Ciclagem de nutrientes na mata de Dois Irmãos (Recife-Pe) através da queda de material vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 10, p. 1055-1061, out. 1988.
- SCOTT, D A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. II - Litter and nutrient cycling. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 80, n. 4, p. 705-717, 1992.
- SILVA, J. G. M. da **Relação solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no Triângulo Mineiro**. 1993. 121 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. San Francisco: Freeman, 1981. 859 p.
- SPAIN, A. V. Aspects of the role of the soil biota in forest litter decomposition. **Australian Forestry**, v. 38, n. 2, p. 171-176, June 1984.
- TANNER, E. V. J. The decomposition of leaf litter in Jamaican montane rain forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 69, n. 1, p. 263-275, 1981.
- UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A . S. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 76, n. 3, p. 663-681, Sept. 1988.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123 p.
- VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 113-118.