PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UM
TRECHO DA FLORESTA PLUVIAL ATLÂNTICA - ESTAÇÃO
BIOLÓGICA DE BORACÉIA (SÃO PAULO - BRASIL)

ALCEBIADES CUSTODIO FILHO

Biólogo

Orientador: Prof. Dr. FÁBIO POGGIANI

.....
.....
.....

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração
Ciências Florestais.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Custodio Filho, Alcebiades

C987p   Produção e decomposição da serapilheira em um tre
cho da Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica
de Boracéia (São Paulo - Brasil).   Piracicaba, 1994.
68p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Biomassa florestal 2. Folhedo - Decomposição 3.
Mata Atlântica 4. Serapilheira - Produção I. Escola
Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.909816

**PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UM
TRECHO DA FLORESTA PLUVIAL ATLÂNTICA - ESTAÇÃO
BIOLÓGICA DE BORACÉIA (SÃO PAULO - BRASIL)**

ALCEBIADES CUSTODIO FILHO

Aprovado em : 16/12/1994.

Comissão julgadora :

Prof. Dr. Alvaro Fernando de Almeida

ESALQ/USP

Prof. Dr. Fábio Poggiani

ESALQ/USP

Prof. Dr. Quirino A. de C. Carmello

ESALQ/USP

Prof. Dr. Fábio Poggiani

--- Orientador ---

À

Rita (un pup), por tudo

Ao

Leonardo (amigão) e **Tanira** (pretinha) por tantas alegrias

AGRADECIMENTOS

Agradeço as pessoas e instituições que colaboraram, direta e indiretamente, para a execução deste trabalho, e especialmente:

A Oswaldo Handro e A.H. Gentry "in memoriam" mestres e amigos;

A Antonio Cecílio Dias, amigo de muitos trabalhos ;

Ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo pela autorização da realização do curso;

Ao Prof. Dr. Fábio Poggiani pela orientação e amizade;

Ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, na pessoa de Dra. Francisca C. Val, pela autorização de uso da área e dos recursos da Estação Biológica de Boracéia e, pela amizade;

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio concedido, para o desenvolvimento dos trabalhos de campo e de laboratório, proc.85-1774-8;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio e bolsa concedidos, proc.301123/85 e 404369/85;

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Científico e Tecnológico de Ensino Superior) pela bolsa concedida no período do curso e de análise de dados e redação;

Ao Senhor Firmino Rodrigues Gomes, encarregado da Estação Biológica, e companheiro nos trabalhos de campo;

A Geraldo Antonio Daher Corrêa Franco pela contribuição na excussão deste trabalho;

Aos companheiros e amigos de viagens e responsáveis pela descontração nas horas de trabalho e, principalmente nas conversas das horas de descanso: Sérgio Romaniuc Neto, Cibele Boni de Toledo, e João Dercílio, todos do Instituto de Botânica.

Ao Centro de Tecnologia e Hidraulica, do Departamento de Aguas e Energia Elétrica, na pessoa da Pesquisadora Kikuko Abe, pelo fornecimento dos dados hidrometereologicos e pela amizade.

À Pesquisadora Elvira Neves Domingues pelas leituras, sugestões e orientações em diferentes etapas deste, como em tantos outros trabalhos.

Aos Drs Hermogenes de Freitas Leitão Filho e Fernando Roberto Martins, pelas sugestões e incentivo, na implantação deste trabalho.

À Pesquisadora Marlene F. Tabanez, da E.E. de Assis, pela sensibilidade e ajuda.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	<i>vi</i>
Lista de Tabelas.....	<i>viii</i>
Resumo.....	<i>ix</i>
Summary	<i>xi</i>
1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. A Floresta Pluvial Atlântica	3
2.2. A deposição de Serapilheira	6
3. Material e Métodos.....	10
3.1. A Estação Biológica de Boracéia	10
3.1.1. A vegetação	14
3.1.2. Clima.....	17
3.1.3. Geomorfologia e Solos.....	18
3.2. A serapilheira.....	24
3.2.1. Trabalho de Campo.....	24
3.2.2. Métodos de Laboratório	25
3.2.3. Análises Químicas	26
3.2.4. Serapilheira Acumulada e Decomposição.....	26
4. Resultados e Discussão.....	28
4.1 Clima.....	28
4.2. Deposição de Serapilheira.....	32
4.3. Transferência de nutrientes	48
4.4. Serapilheira acumulada e decomposição	54
5. Conclusões	61
Referências Bibliográficas	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da Estação Biológica de Boracéia/SP.	11
Figura 2.	Aspecto aéreo da vegetação	12
Figura 3.	Folha topografia	13
Figura 4.	Vista aérea da vegetação da Estação Biológica de Boracéia	16
Figura 5.	Temperaturas médias e, máximas e mínimas absolutas	22
Figura 6.	Climadiagrama para a região da Estação Biológica de Boracéia	23
Figura 7.	Valores mensais de pluviosidade.	30
Figura 8.	Valores mensais das temperaturas médias.....	31
Figura 9.	Valores de umidade relativa	33
Figura 10.	Horas de sol	34
Figura 11.	Valores médios das frações da serapilheira produzida	41
Figura 12.	Serapilheira e frações produzidas em dois anos	43
Figura 13.	Serapilheira e frações produzidas, em dois anos.	44
Figura 14.	Variações de concentrações dos nutrientes, em relação a pluviosidade e a temperatura	52
Figura 15.	Variações de concentrações dos nutrientes, em relação à pluviosidade e à temperatura	53

Figura 16.	Tempo de desaparecimento da serapilheira	57
Figura 17.	Teores dos nutrientes na decomposição do folheto	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Médias mensais, desvio padrão (dp), amplitude de variação e frequência das chuvas	19
Tabela 2.	Valores de umidade relativa e insolação	20
Tabela 3.	Médias das temperaturas médias, máximas e mínimas, e valores máximos e mínimos.....	21
Tabela 4.	Análises químicas do solo	24
Tabela 5.	Valores mensais médios de temperatura, insolação e umidade relativa e total anual da pluviosidade.....	29
Tabela 6.	Produção mensal da serapilheira.....	36
Tabela 7.	Serapilheira produzida em florestas tropicais brasileiras ...	37
Tabela 8.	Produção por fração e total, em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, de serapilheira ..	40
Tabela 9.	Produção por fração de serapilheira ao longo de dois anos de observações	42
Tabela 10.	Coeficiente de correlação de Pearson	49
Tabela 11.	Concentração dos macronutrientes, em porcentagem, por fração	51
Tabela 11.	Valores dos macronutrientes, em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, por fração e total médio	51

**PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UM TRECHO DA
FLORESTA PLUVIAL ATLÂNTICA - ESTAÇÃO BIOLÓGICA DE BORACÉIA
(SÃO PAULO - BRASIL)**

Autor: ALCEBIADES CUSTODIO FILHO

Orientador: Prof. Dr. FÁBIO POGGIANI

RESUMO

Estudou-se, na Estação Biológica de Boracéia, durante 24 meses, a produção de serapilheira, avaliando-se a participação percentual apresentada pelas diferentes frações que a compõem. Neste estudo, optou-se em dividir a serapilheira nas frações folhas, ramos e outros componentes tais como flores, frutos, sementes, etc.

A produção mensal da serapilheira foi correlacionada com dados de pluviosidade, temperatura, umidade relativa e horas de insolação.

Foram ainda observados os valores de decomposição das folhas e estimado o tempo médio para o desaparecimento da serapilheira, e a taxa instantânea de decomposição.

Os resultados demonstraram que o clima é úmido, com temperaturas amenas, não ocorrendo déficit hídrico, sendo o solo ácido e de baixa fertilidade.

A produção anual da serapilheira foi de $6.054,10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, onde a fração folhas contribuiu com 72,73%; ramos com 16,09% e outros componentes

com 11.29%. Esses valores estão um pouco abaixo dos padrões de produção encontrados em outras florestas tropicais. A produção mensal da serapilheira apresentou sazonalidade inconspícua; a constante de decomposição K foi estimada em 1,91, resultando em 0,52 anos ou 189 dias como tempo médio de renovação da serapilheira. O tempo necessário para o desaparecimento de 50% e 95% da serapilheira foi, respectivamente, de 131 e 573 dias.

As concentrações de macronutrientes das folhas caducas corresponderam a; N = 1,73%; P = 0,06%; K = 0,26%; Ca = 0,54%; Mg = 0,23% e S = 0,18% e a transferência média de nutrientes via serapilheira, em $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, foi de 105,24 de N; 3,41 de P; 14,76 de K; 32,83 de Ca; 14,72 de Mg e 11,69 de S.

LITTER PRODUCTION AND DECOMPOSITION IN THE ATLANTIC RAIN
FOREST - BORACEIA BIOLOGICAL STATION
(SÃO PAULO - BRAZIL)

Author: ALCEBIADES CUSTODIO FILHO

Adviser: Prof. Dr. FÁBIO POGGIANI

SUMMARY

This study is an analyses of litter production and decomposition, based on data collected in the Boraceia Biological Station from 1985 to 1987 (during 24 months). The litter was separated to leaves, branches and other parts like flowers, fruits, seeds , etc. The percentage of each was rated.

The litter's monthly decomposition was correlated with weather data (rain, temperature, relative moisture and daily time radiation).

Leaves decomposition rate, estimated litter loss average time and the decomposition decay parameters were investigate.

Data showed high humidity, moderate temperature, no hydric deficit and acid soils with poor fertility levels.

The annual litter production is $6054.10 \text{ kg.ha}^{-1}$ with the leaves fraction contributes 72.73%; branches 16.09% and the other parts 11.29%. These values are below average levels for tropical forests. The monthly litter production does not show sharp change with the seasons. The computed decomposition constant K is 1.91, wich means 0.52 years or 189 days average litter renovation

time. The necessary time for 50% and 95% litter decomposition is 131 and 573 days, respectively.

Nutrient concentration in fallen leaves is: N = 1.73 %; P = 0.06%; K = 0.26%; Ca = 0.54%; Mg = 0.23% and S = 0.18% and the nutrient average translocated by litter, in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$, is 105.24 for N; 3.41 for P; 14.76 for K; 32.83 for Ca; 14.72 for Mg and 11.69 de S.

1. INTRODUÇÃO

A cobertura florestal, que originalmente existia no Estado de São Paulo, ocupando grande parte de seu território, está reduzida, no planalto paulista, a poucos fragmentos e, na costa litorânea, à floresta pluvial atlântica, que ocorre ao longo da costa oceânica e sobre os maciços montanhosos das Serras do Mar e de Paranapiacaba.

Atualmente, a floresta pluvial atlântica, é a maior e a mais importante expressão florestal existente no Estado, ocorrendo do extremo norte ao extremo sul, ao longo da região litorânea. Pela extensão e pelas diferentes condições edafo-climáticas que apresenta, abriga um grande número de espécies vegetais e animais e, como consequência dessas características, apresenta um grande número de espécies endêmicas. Todavia, essa vegetação carece de informações quanto à sua composição, estrutura e dinâmica, embora vários trabalhos tenham sido realizados ou estejam em desenvolvimento. Contudo, considera-se a extensão e a complexidade dessa formação vegetal, como os fatores responsáveis pela escassez de dados, o que dificulta um conhecimento mais profundo.

Além disso, estudos dessa natureza são necessários porque a floresta pluvial atlântica possui uma cobertura vegetal de importância vital na estabilidade das vertentes serranas e na biodiversidade que resguarda. Tal

cobertura vem sendo descaracterizada, desde a ocupação do planalto paulista pelos colonizadores, atividade essa acentuada a partir da década de 50, principalmente, devido aos processos industriais e ao uso inadequado dos recursos florestais.

Em relação aos ciclos biogeoquímicos, poucos trabalhos foram realizados na área de abrangência dessa vegetação. Sabe-se que o estudo da deposição e da decomposição de serapilheira, constituída pelo material decíduo como folhas, ramos, flores e frutos dos vegetais, é de grande importância, para a compreensão do ciclo biogeoquímico de um ecossistema florestal.

Esses dados aliados a outros, referentes aos estudos florísticos, proporcionarão um melhor embasamento para a tomada de decisões sobre o manejo que poderá ser dado à floresta pluvial atlântica.

A importância dessa vegetação e a necessidade de se conhecer, com maior detalhamento, os processos que regem seu equilíbrio dinâmico justificam, portanto, o estudo da deposição e decomposição de serapilheira nesse ecossistema.

Esse trabalho teve como objetivos:

- estimar a deposição de serapilheira;
- estimar o retorno de nutrientes da fitomassa arbórea para o solo, através da deposição de serapilheira;
- estabelecer as correlações entre as condições climáticas e a deposição de serapilheira, e
- observar a velocidade de decomposição do folheto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A Floresta Pluvial Atlântica

Essa vegetação é constituída por florestas perenifólias latifoliadas higrófilas costeiras com fisionomia e florística bastante semelhante à da floresta amazônica, diferindo dela tanto mais quanto mais distante do equador (CAMPOS, 1912; ANDRADE-LIMA, 1966).

ROMARIZ (1972) ressalta que os componentes da floresta pluvial atlântica têm folhas largas, apresentam grande densidade arbórea e que a elevada umidade, garante seu caráter de vegetação perenifólia.

VELOSO e KLEIN (1957) denominam de Mata Pluvial às florestas da encosta atlântica que se distribuem desde o estado da Bahia até às estepes do Rio Grande do Sul.

COUTINHO (1962) ressalta que as árvores são distribuídas em dois ou mais estratos, sendo que, o superior pode atingir até 30m. Ocorrem muitas epífitas e trepadeiras, o solo é recoberto por inúmeras plantas herbáceas, com grande densidade vegetal.

WESTTSTEIN (1970) assinala que o solo é revestido, principalmente, em barrancos úmidos, por musgos e hepáticas. Nas partes menos encharcadas, esse solo é coberto por serapilheira, onde ocorrem muitos fungos.

CAMPOS (1912) informa que a grande diversidade biológica dessa vegetação é devida, principalmente, ao fato de sua grande extensão de ocorrência, entre as latitudes de 5º e 30º Sul, e do relevo muito acidentado.

FERRI (1980) aponta que a floresta pluvial atlântica é formada por ecossistemas extremamente complexos, com um número muito grande de nichos ecológicos. Graças à densidade da vegetação arbórea, o subosque é escuro, mal ventilado e úmido. Há no solo muita serapilheira, que origina abundante húmus. Assim, o ciclo planta-solo, explica a manutenção de florestas exuberantes, em solos nem sempre férteis, às vezes paupérrimos.

HUECK (1953) informa que a pujança dessa vegetação, deve-se à abundância das precipitações, e na ausência dessas, reina sempre grande umidade devido à condensação do vapor oriundo do oceano.

LEITÃO FILHO (1982 e 1987) afirma que, dessa formação existem apenas manchas disjuntas de vegetação e, que esse ecossistema foi duramente alterado sem ser conhecido. Sua grande diversidade florística deve-se às variações climáticas.

JOLY (1970) diz que os ventos úmidos que sopram do mar, ao subirem a escarpa atlântica, resfriam-se e não contendo o excesso de umidade, ocorre condensação e precipitação, principalmente nas partes mais altas da serra, em forma de nevoeiro ou chuva. Assim, a umidade sustenta a floresta costeira.

SILVA & LEITÃO FILHO (1982) informam sobre a pobreza do solo da vegetação atlântica, caráter esse, que associado ao relevo e ao clima

torna-a uma formação muito diversificada em espécies, todavia muito instável quanto ao equilíbrio dinâmico.

GOLLEY et al. (1978) observam que os solos das florestas tropicais são, na grande maioria, pobres e freqüentemente intemperizados a grandes profundidades, e que a perda de nutrientes por lixiviação é acelerada pelos altos índices pluviométricos. Observam, todavia, que essas florestas são muito sensíveis a déficits de nutrientes.

O clima da floresta pluvial atlântica no estado de São Paulo é classificado, segundo KOEPPEN (1948), como Af "tropical chuvoso com chuvas o ano todo"; e segundo NIMER (1977) como "super úmido sem seca". Não existindo seca ecológica nessa região (COUTINHO, 1962), mesmo na ausência de chuvas, reina grande umidade pela condensação dos vapores oriundos do oceano (HUECK, 1953), com ocorrência de geadas em seu extremo sul (LEITÃO FILHO, 1987).

SETZER (1946) e CAMARGO (1972)*, citado por MEGURO (1987) relatam dois tipos climáticos segundo KOEPPEN (1948), influenciando a floresta pluvial atlântica: o tipo Af, na vertente voltada para a planície litorânea, e os tipos Cfa e Cfb, na vertente voltada para o planalto.

Os índices pluviométricos são elevados e constantes durante todo ano, (MATTOS FILHO, 1930; JOLY, 1970 e AB'SABER, 1987).

---

* CAMARGO, J.G.C. Estudo fitogeográfico e ecológico da bacia hidrográfica paulista do Rio Ribeira, **Biogeografia**, São Paulo, 5: 1 - 30, 1972.

2.2. A Deposição de Serapilheira

A serapilheira, também conhecida como liteira ou manta, é um dos compartimentos do ciclo de nutrientes. O material que forma a serapilheira do solo sob a floresta é uma mistura de vários componentes da estrutura das plantas: folhas, ramos, galhos, troncos e resíduos não identificáveis (MASON, 1980).

MEGURO et al. (1979) e PAGANO (1985) dizem que, no âmbito do estudo da ciclagem de nutrientes, a deposição do folheto e o processo de decomposição constituem partes importantes e mais acessíveis da trajetória dos nutrientes no setor biológico e seu ambiente imediato, constituindo os compartimentos planta-folheto-solo. A ordem de grandeza da restituição, e a velocidade com que ela se processa, estão relacionadas com a produtividade e com a capacidade de regeneração do ecossistema.

DELITTI (1984) infere, que o conhecimento das transformações que ocorrem no compartimento da serapilheira acumulada sobre o solo das florestas são importantes para a compreensão da reciclagem de nutrientes e a dinâmica desses ecossistemas. Realça, que a deposição e a decomposição da serapilheira e a transferência de nutrientes liberados através desses processos, são os aspectos mais estudados dos ciclos biogeoquímicos.

GOLLEY et al. (1978) referem-se que, tais estudos, ao lado daqueles relativos ao fluxo de energia, são fundamentais para o conhecimento das

características funcionais dos ecossistemas e, por conseguinte, de sua resistência aos diversos fatores de tensão, decorrentes principalmente da atividade humana.

GOSZ et al. (1972) relatam que as florestas pluviais tropicais, ainda são pouco conhecidas quanto à dinâmica dos nutrientes na superfície do solo.

SILVA (1984) diz que a deposição de serapilheira e a ciclagem de nutrientes estão ligadas às condições dos ecossistemas florestais.

KIMMINS (1987) definiu o processo de deposição de um ecossistema como o incremento de matéria orgânica por unidade de área numa unidade de tempo. Considera três ciclos de nutrientes na natureza: aquele que se processa entre ecossistemas - **geoquímico**; o que se processa dentro do ecossistema - **biogeoquímico**; e o ciclo na planta: **bioquímico**.

No Brasil, os estudos dos ciclos biogeoquímicos iniciaram-se na década de 60, com os trabalhos desenvolvidos na região Amazônica por KLINGE & RODRIGUES (1968 a e b), seguidos por KLINGE (1977), LUIZÃO (1982), SILVA & LOBO (1982) e SILVA (1984). Estes aspectos, nas formações de cerrado, foram estudados por RIZZO et al. (1971), CARPANEZZI (1980) e DELITTI (1984). RIZZO et al. (1971) comparam em Goiás, os aspectos fenológicos da deposição da serapilheira num cerrado e em uma mata caducifolia tropical de planalto, detectando sazonalidade na deposição de folhas, no período de menores precipitações pluviométricas que para essas regiões correspondem ao inverno.

Para as plantações florestais, POGGIANI (1976), POGGIANI et al. (1979), CARPANEZZI (1980), GARRIDO (1981) e DELITTI (1984) avaliaram a deposição, a decomposição, a existência de sazonalidade e a

concentração de nutrientes na serapilheira, em diferentes espécies. em plantios homogêneos. correlacionando esses dados com os obtidos para formações florestais nativas. GARRIDO (1981) desenvolveu, também, estudos comparando o comportamento silvicultural de espécies nativas do estado de São Paulo, em povoamentos puros e misto.

As florestas semidecíduas de planalto, foram objeto de estudo de MEGURO et al. (1979), PAGANO (1985), DINIZ (1987), MORELLATO-FONZAR (1987), CESAR (1988), POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990) e SCHLITTLER (1990). MEGURO et al. (1979) coletaram o folheto produzido em uma mata mesófila em São Paulo/SP. e analisaram a deposição da fração folhas que representou 62,6% do total de serapilheira. Detectaram a ocorrência de sazonalidade na deposição de folheto, que estava associada às variações nos níveis pluviométricos, com a maior deposição ocorrendo na estação seca.

TEIXEIRA et al. (1992) estudaram uma floresta residual na periferia da cidade de São Paulo/SP. e observaram que os valores mensais médios da serapilheira produzida foram muito variáveis ao longo do ano, não encontrando relação entre deposição e precipitação pluviométrica.

POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990) estudaram a deposição de folheto e o retorno de nutrientes ao solo, em uma vegetação de floresta estacional semidecídua em Piracicaba/SP. Observaram uma grande diferença de deposição de folheto durante o ano, ressaltando que essa sazonalidade pode ser causada pelas variações climáticas, pela grande heterogeneidade do dossel e pelos diferentes estádios sucessionais.

JACKSON (1978), VARJABEDIAN & PAGANO (1988), VUONO et al. (1989), DOMINGOS et al. (1990), TEIXEIRA et al. (1992) e

LEITÃO FILHO et al. (1993) estudaram a floresta pluvial atlântica, em relação à composição florística e ciclagem de nutrientes.

JACKSON (1978) avaliou o estágio do conhecimento sobre os ecossistemas atlânticos, informando que os estudos multidisciplinares contribuirão decisivamente para a compreensão desse ecossistema. Alerta para o fato de que a deposição de serapilheira está associada às condições climáticas, correlacionadas, principalmente com a pluviosidade.

DOMINGOS et al. (1990) estudaram a ciclagem de nutrientes na reserva biológica de Paranapiacaba/SP., área sujeita à poluição atmosférica proveniente do Complexo Industrial de Cubatão, obtendo valores de deposição de serapilheira maiores para a área menos sujeita à poluição.

VARJABEDIAN & PAGANO (1988), em estudo de deposição de folheto na região de Guarujá/SP. na floresta pluvial atlântica, observaram que a fração folhas participou com a maior porcentagem (63,6%). Os mais altos índices de deposição de serapilheira foram registrados nos meses de janeiro, fevereiro e outubro, não ocorrendo sazonalidade marcante.

VUONO et al. (1989) avaliaram a decomposição da serapilheira e a liberação de nutrientes na reserva biológica de Paranapiacaba/SP., em dois períodos distintos, não detectando sazonalidade na decomposição.

LEITÃO FILHO et al. (1993) estudando três áreas distintas da floresta atlântica em Cubatão/SP., constataram a ocorrência de variações na quantidade de folheto produzido durante o ano, havendo igualmente, diferenças de deposição entre as áreas mais e menos poluídas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. A Estação Biológica de Boracéia

A Estação Biológica de Boracéia é localizada na serra do Mar, na vertente voltada para o planalto junto ao divisor marítimo, distando do mesmo apenas 1,5 Km (figuras 1, 2 e 3), ela é conhecida na região como "Estação da Quina" e originou-se da antiga Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, que foi criada para o cultivo da quina (*Chinchona ledgeriana* R. & P.), utilizada no combate à febre malárica. Passada a fase de cultivo, a Estação passou a ser administrada pelo Museu de Zoologia, da Universidade de São Paulo, na condição de Estação Biológica.

Ela abrange uma área de 805ha, do município de Salesópolis, Estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas 23º 38' Latitude Sul e 46º 32' Longitude Oeste (figura 1), compõe parte da Reserva Florestal de Casa Grande, pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, criada com a função de proteção dos mananciais e a deposição de água.

Figura 1. Localização da Estação Biológica de Boracéia/SP., dentro do contexto da vegetação Atlântica, São Paulo, Brasil.

Figura 2. Aspecto aéreo da vegetação da Estação Biológica de Boracéia, e sua localização em relação ao divisor marítimo, a área pontilhada delimita o local de amostragem. (Foto aérea EMPLASA, Fx 10B. 451/77, esc. 1:40.000).

Figura 3. Área do experimento, em folha topográfica (escala 1:10.000), a área assinalada pelo triângulo corresponde o local do estudo. Estação Biológica de Boracéia/SP.

Essa área está incluída, portanto, no Parque Estadual da Serra do Mar, unidade de conservação do Estado de São Paulo, administrada pelo Instituto Florestal de São Paulo, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e ocupa uma posição estratégica, por ser uma área naturalmente protegida, com poucos sinais de degradações. Apresenta grande interesse ecológico e social, pelas suas características vegetais e faunísticas, por compor parte da Reserva da Biosfera e pela captação de água para a Região da Grande São Paulo.

3.1.1. A Vegetação

A classificação definitiva da vegetação da Estação Biológica de Boracéia, torna-se difícil, dada à existência de diferentes sistemas, que adotam critérios específicos cada qual com sua proposta de classificação, embasados geralmente, no aspecto exclusivamente fisionômico (FERRI, 1974 e SILVA & LEITÃO FILHO, 1982).

WALTER (1977) classifica-a como floresta pluvial tropical sempre verde, onde as chuvas orográficas estão presentes. ROMARIZ (1972) reconhece-a como uma floresta latifoliada tropical úmida de encosta. Já VELOSO & KLEIN (1957) denominam-na como mata pluvial. LEITÃO FILHO (1982 e 1987) e SILVA & LEITÃO FILHO (1982) adotaram a denominação de mata atlântica; MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG (1974) dizem tratar-se de floresta ombrófila montana latifoliada. RIZZINI (1979) classifica-a como uma floresta montana, COUTINHO (1962) denomina-a floresta pluvial tropical e

AB' SABER (1956) diz tratar-se de uma floresta pluvial atlântica.

Localizada na zona tropical, todavia muito próxima ao Trópico de Capricórnio e sob a influência da altitude, alterando as temperaturas e as precipitações pela interceptação dos ventos alísios, que sopram constantemente do oceano para o planalto. Essas condições, segundo HOLDRIDGE (1978), condicionam uma floresta subtropical baixo-montana muito úmida.

Neste estudo adotou-se a classificação de floresta pluvial atlântica e reconhece-se que a vegetação da Estação Biológica de Boracéia é constituída por espécies de floresta pluvial tropical. Apresenta um denso dossel com árvores distribuídas em dois ou mais estratos, onde o dominante varia de 20 a 30m., com ocorrência de muitas epífitas, lianas e trepadeiras e solo recoberto por muitas herbáceas, musgos, hepáticas e fungos (figura 4).

Considerando tais características, CUSTODIO FILHO (1989) relatou para a área, 110 famílias e 480 espécies vegetais, ocorrendo, em número de espécies, o domínio das famílias Orchidaceae, Melastomataceae, Compositae, Solanaceae, Leguminosae e Myrtaceae, sendo a *Euterpe edulis* Mart., a espécie mais freqüente.

CUSTODIO FILHO et al.** , em estudo fitossociológico, identificaram através do Índice de Valor de Importância (IVI), que as famílias mais importantes, na região de Boracéia, em ordem decrescente, são: Lauraceae, Palmae, Sapotaceae, Rubiaceae, Bombacaceae, Euphorbiaceae, Monimiaceae e Myrtaceae. As espécies mais importantes, através do mesmo índice (IVI), são: *Euterpe edulis*,

---

** CUSTODIO FILHO, A.; NEGREIROS, O.C.; DIAS, A.C. & FRANCO, G.A.D.C. Estrutura fitossociológica de um trecho da floresta pluvial atlântica, Estação Biológica de Boracéia. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo .

Figura 4. Vista aérea da vegetação da Estação Biológica de Boracéia/SP., mostrando a composição do dossel.

Microphollis gardnerianum, *Eriotheca pentaphylla*, *Bathysa meridionalis*, *Alchornea triplinervia*, *Hyeronima alchorneioides*, *Cryptocaria* sp e *Mollinedia* sp. Obtiveram a distância média entre árvores como 3,47m, com uma amplitude que variava de 11,96m a 0,21m. A circunferência (cap) média calculada foi de 0,76m com valores máximo e mínimo de 3,72m e 0,32m, respectivamente. A área basal total por hectare foi de 52,82m² e a altura média calculada atingiu 13,41m., com máximo em de 31m e mínimo em 4m.

3.1.2. CLIMA

O clima da floresta pluvial atlântica na Estação Biológica de Boracéia classifica-se como Cfa, segundo KOEPPEN (1948).

A pluviosidade anual é de 2.504,8mm (tabela 1). Os meses de maiores precipitações, os maiores índices de umidade relativa e insolação (tabela 2) ocorreram nos meses de maiores temperaturas (verão), estação das chuvas. A umidade relativa média anual é de 86%. O inverno é pouco frio e moderadamente chuvoso.

A temperatura média anual é de 17,9 °C, a qual coloca a região de Boracéia como Subtropical, segundo a classificação de HOLDRIGDE (1978). O mês mais frio (julho) apresenta temperatura média de 14,7 °C, com mínima absoluta de -2,6 °C e o mês mais quente (fevereiro), apresenta temperatura média de 21,5 °C, com máxima absoluta de 34,9 °C (tabela 3 e figura 5).

Para a caracterização climática e para a confecção do climadiagrama (figura 6), de acordo com a metodologia proposta por WALTER (1984), foram utilizados os dados diários de pluviosidade, temperatura, umidade relativa do ar e insolação, obtidos no posto E2 - 110 (Casa Grande) do Centro de Tecnologia e Hidráulica (CTH), do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D.A.E.E.), referentes ao período de 1953 a 1989.

3.1.3. Geomorfologia e Solos

A Estação Biológica de Boracéia, está localizada no Planalto Atlântico, zona do Planalto Paulistano e subzonas das Morrarias do Embu, onde o relevo é ondulado (morrotes baixos), com predomínio de amplitudes locais menores que 50m., topos arredondados, vertentes em perfis convexos a retilíneos (PONÇANO et al., 1981).

Os solos são rasos e de origem granítica, com a presença freqüente de afloramentos rochosos, classificados como pertencentes ao tipo "Campos do Jordão e Litosol - fase substrato granito-gnaiss". São solos arenosos, ácidos, com altos teores de alumínio (BRASIL, 1960).

Para a caracterização edáfica da área do experimento, utilizaram-se amostras de solo, retiradas seguindo-se as recomendações do Instituto Agrônomo de Campinas, nas profundidades 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm, as quais foram enviadas para as análises químicas, realizadas pelo mesmo Instituto (tabela 4).

Tabela 1. Médias mensais, desvio padrão, amplitude de variação e frequência das chuvas iguais ou maiores que 1mm., para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP. Posto meteorológico E2 110 do CTH - DAEE, período de 1953 a 1989.

P R E C I P I T A Ç Ã O								
Mês	Total		Amplitude		Chuvas >= 1mm		Amplitude	
	Média	Desvio	Máxima	Mínima	Média	Desvio	Máxima	Mínima
JAN	311,7	137,8	836,8	134,9	15,8	1,9	21	13
FEV	259,9	120,5	548,9	23,1	11,9	5,6	23	2
MAR	261,2	131,2	667,1	93,4	13,3	3,3	20	7
ABR	232,6	106,0	488,8	81,0	11,9	2,9	17	6
MAI	146,6	92,3	426,5	18,4	8,0	3,6	16	4
JUN	110,2	56,9	225,3	17,9	7,3	4,7	15	1
JUL	98,6	46,7	183,0	20,4	7,1	2,6	14	1
AGO	161,8	167,4	862,7	28,2	9,0	3,3	14	4
SET	150,3	69,0	382,3	38,7	11,9	4,1	20	6
OUT	209,9	80,0	412,1	65,4	14,2	3,3	19	10
NOV	263,9	158,7	818,1	105,2	16,1	3,2	21	11
DEZ	298,1	113,0	578,1	115,6	17,3	2,9	20	15

Tabela 2. Médias mensais de umidade relativa, insolação e desvio-padrão (dp), registrados no período de 1970 a 1989, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP. Posto meteorológico E2 110 do CTH - DAEE.

Mês	UMIDADE RELATIVA			INSOLAÇÃO		
	Média	dp	Amplitude	Média	dp	Amplitude
JAN	86,27	2,99	99 - 59	138,6	39,3	220 - 96
FEV	85,20	3,67	99 - 60	155,5	47,7	249 - 88
MAR	87,13	3,25	99 - 65	147,6	36,4	220 - 67
ABR	87,53	2,77	99 - 61	146,8	27,1	198 - 98
MAI	85,60	3,29	99 - 63	156,4	25,3	195 - 99
JUN	84,47	3,70	99 - 49	152,1	31,9	221 - 104
JUL	83,40	4,15	100 - 52	177,9	25,3	231 - 145
AGO	84,20	3,47	100 - 53	162,0	32,0	239 - 83
SET	86,60	4,53	100 - 59	127,5	31,5	184 - 62
OUT	87,47	3,56	100 - 64	125,4	23,0	71 - 90
NOV	87,27	3,35	100 - 60	130,2	35,0	184 - 79
DEZ	87,00	3,21	99 - 67	118,1	31,4	169 - 47
ANO	86,01	3,68	100 - 49	144,8	17,4	249 - 47

Tabela 3. Médias das temperaturas médias, máximas e mínimas, e valores máximos e mínimos absolutos registrados para a Estação Biológica de Boracéia/SP. Posto meteorológico E2 110 do CTH - DAEE, período de 1970 a 1989.

T E M P E R A T U R A S						
Mês	Médias				Absolutas	
	Média	Desvio	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
JAN	20,95	1,36	23,1	18,4	33,8	6,6
FEV	21,53	0,92	23,0	19,8	34,9	9,6
MAR	20,55	0,98	22,6	19,0	33,3	2,2
ABR	17,87	1,33	20,2	15,8	31,1	0,0
MAI	16,41	1,44	19,2	14,1	28,8	-2,4
JUN	15,18	1,11	17,1	13,4	28,2	-2,6
JUL	14,76	1,53	17,5	12,4	29,0	-0,9
AGO	15,48	1,21	17,4	13,3	30,6	2,3
SET	15,86	0,95	17,8	14,6	33,0	3,0
OUT	17,39	1,32	19,6	15,3	34,0	4,0
NOV	18,61	1,58	21,2	15,6	33,6	6,6
DEZ	20,15	0,98	22,1	18,6	32,4	2,9
ANO	17,89	2,62	23,1	12,4	34,9	-2,6

Figura 5. Variação das temperaturas médias, máximas e mínimas absolutas no período de 1970 a 1989, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

Figura 6. Climadiagrama para a região da Estação Biológica de Boracéia a área em **negrito** está reduzida em 1/10, e a área em hachuras, período chuvoso, de acordo com o método gráfico de WALTER (1984).

3.2. A SERAPILHEIRA

3.2.1. Trabalho de Campo

A serapilheira, para a estimativa de deposição mensal e anual, foi amostrada através de coletores de madeira, com as dimensões de 1,0 x 0,50m, e com o fundo de tela de nylon, com 1,0mm², de malha. Esses coletores foram distribuídos aleatoriamente, em uma área de 1 ha, sob o dossel da floresta.

Tabela 4. Análises químicas de amostras de solo, das profundidades 0-20, 20-40 e 40-60cm, para o local do experimento na Estação Biológica de Boracéia/SP.

Prof	pH		C	N	Argila	Limo	Areia	Ca ⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Al ³⁺	H ⁺	S	T	V%
	H ₂ O	KCl	-----%					-----meq/100g-----							
0 - 20	4.3	3.9	2.1	0.18	25	04	44	0.2	0.2	0.09	1.3	4.9	0.49	6.69	7.0
20-40	4.4	4.0	1.0	0.11	25	05	40	0.4	0.2	0.05	1.0	2.9	0.65	4.55	14.0
40-60	4.4	4.0	0.2	0.07	27	04	35	0.7	0.1	0.05	0.9	2.4	0.85	4.15	20.0

A coleta do material abrangeu um período de dois anos, entre março de 1985 e fevereiro de 1987, em intervalos mensais. O material era coletado, acondicionado em sacos de papel e enviado para a pré-secagem, realizada no laboratório da Estação Biológica de Boracéia e posteriormente para os procedimentos de laboratório.

3.2.2. Métodos de Laboratório

Nos laboratórios da Divisão de Dasonomia do Instituto Florestal, a serapilheira foi colocada em estufa de circulação forçada, a 70°C, por dois dias. Procedeu então, a separação das frações folhas e ramos. Os componentes que não se enquadravam nessas duas categorias, eram englobados na categoria outros. Essas frações eram então colocadas, na estufa à temperatura de 80°C, até registrarem peso constante e, posteriormente eram pesadas em balança com 0,01 gramas de precisão, para a obtenção do peso da biomassa seca. Os conteúdos dos coletores, por fração, eram reunidos em um único recipiente e moídos em moinho do tipo Willey. Alíquotas das frações foram enviadas para as análises químicas, no laboratório de Radioquímica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

3.2.3. Análises Químicas

Seguindo as orientações de ZAGATTO et al. (1981), e objetivando a análise quantitativa dos macronutrientes, procedeu-se o preparo das amostras para as análise.

Ao final, os valores das concentrações médias, em porcentagem, dos macronutrientes, eram multiplicados pelos pesos das respectivas quantidades de cada fração da serapilheira produzida mensalmente, obtendo-se assim o conteúdo de nutrientes depositado nesse período.

Os resultados de deposição de nutrientes, sobre a superfície do solo, através da queda da serapilheira, foram correlacionados com as condições climáticas.

3.2.4. Serapilheira Acumulada e Decomposição

O acúmulo de serapilheira foi estimado pela coleta de 10 amostras de serapilheira, em 4 períodos: maio, agosto, novembro e fevereiro, por meio de um quadrado de madeira de 1,0m² locado aleatoriamente.

A porcentagem de decomposição da serapilheira foi avaliada com a utilização de bolsas de tela de nylon (malha de 1,0 mm²) nas quais foram colocadas folhas que compunham a serapilheira, tomando-se o cuidado para que

fossem recém-caídas.

Essas folhas foram previamente secas, para a retirada do excesso de umidade, misturadas, pesadas e colocadas nas bolsas. Essas bolsas, foram distribuídas sobre o solo em março de 1985, ao lado das bandejas de coleta de serapilheira.

A cada dois meses procedia-se à retirada de 10 bolsas, aleatoriamente. As folhas contidas em cada bolsa eram retiradas e, após a secagem eram pesadas, moídas e analisadas quimicamente, segundo a metodologia de ZAGATTO et al. (1981).

A taxa de decomposição instantânea da serapilheira foi obtida pela equação de OLSON (1963).

$$K = L/X_{ss}$$

onde

L = quantidade de serapilheira produzida por ano
em kg.ha^{-1}

X_{ss} = média das quatro amostras da serapilheira
acumulada em kg.ha^{-1}

O tempo necessário para o desaparecimento de 50% da serapilheira foi obtido pela equação $T_{50} = -\ln 0,5/K$ e de 95%, $T_{95} = -\ln 3/K$, segundo SHANKS & OLSON (1961). O tempo médio necessário para a renovação foi estabelecido pela formula $1/K$ segundo OLSON (1963) e HOPKIN (1966).

Para a análise estatística utilizou-se o coefeciente de correlação de Pearson, do Sistema de análise estatística (SAS).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CLIMA

Na tabela 5 são apresentados os valores médios de pluviosidade, temperatura, umidade relativa e insolação, obtidos para a região de Boracéia, durante os dois anos de experimento, isto é, de 1985 a 1987 (posto E2 110, Casa Grande, do C.T.H. - DAEE).

A pluviosidade média anual, para o período estudado, foi de 2.451,35mm, valor próximo a 2.504,8mm, registrado no período de 1953 a 1989. A variação mensal da pluviosidade mostrou-se similar à observada para o intervalo de 1953 a 1989, com pequenas discrepâncias mensais (figura 7).

A temperatura média anual de 17,7°C, foi semelhante à média registrada para o período de 1970 a 1989. Na figura 8, tem-se a representação gráfica desses dados e das oscilações sazonais, entre os diferentes períodos.

Tabela 5. Valores mensais médios de temperatura, insolação e umidade relativa e total anual médio da pluviosidade, para os dois anos do estudo (Posto E2 - 110 - Casa Grande, CTH - DAEE).

MÊS	TEMPERATURA °C	PLUVIOSIDADE mm	INSOLAÇÃO horas	UMIDADE %
MAR/85	20,5	294,0	108,5	91
ABR/85	21,0	400,3	174,6	90
MAI/85	15,8	213,1	134,9	92
JUN/85	14,0	152,3	171,1	89
JUL/85	13,8	47,1	206,3	86
AGO/85	13,4	93,5	239,5	85
SET/85	15,2	135,3	161,2	88
OUT/85	15,9	48,9	123,7	90
NOV/85	17,6	99,1	184,6	87
DEZ/85	18,3	142,8	143,4	89
JAN/86	19,8	152,2	156,6	88
FEV/86	21,2	169,2	168,4	87
Média	17,2	-	164,4	88
Total	-	1947,8	-	-
MAR/86	21,3	343,0	123,2	90
ABR/86	20,8	531,3	198,9	89
MAI/86	17,7	198,5	134,1	89
JUN/86	16,5	67,9	194,1	87
JUL/86	14,1	200,1	168,6	86
AGO/86	15,0	134,5	184,2	87
SET/86	15,2	68,0	157,8	88
OUT/86	17,2	170,6	123,2	89
NOV/86	17,9	304,0	174,1	86
DEZ/86	21,2	248,4	114,9	87
JAN/87	21,3	197,5	137,7	88
FEV/87	20,7	491,1	88,5	89
Média	17,7	-	157,2	88
Total	-	2954,9	-	-

Figura 7. Valores mensais de pluviosidade, durante o período do experimento, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

Figura 8. Valores mensais das temperaturas médias, durante o período do experimento, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

A umidade relativa média anual mostrou-se semelhante à observada para o intervalo entre 1970 a 1989 (figura 9). Os valores não foram inferiores a 86%, nos 24 meses de observação, não ocorrendo nítida oscilação sazonal.

Os valores de insolação para o período, foram superiores (12,4 horas) aos valores médios observados entre 1970 a 1989 (figura 10).

A pluviosidade, temperatura, umidade relativa e insolação, para o período do experimento, em relação ao período entre 1953 a 1989, não apresentaram diferenças significativas para região da Estação Biológica de Boracéia (Posto meteorológico de Casa Grande), denotando a não ocorrência de deficit hídrico, confirmando os resultados visíveis no climadiagrama (figura 6).

4.2. DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA

Como mostra a tabela 6, a deposição anual de serapilheira foi de 5.702,24 e 6.405,95 kg.ha⁻¹, respectivamente, para o primeiro e o segundo ano. Esses valores situam-se abaixo dos observados em florestas brasileiras (tabela 7), e dos previstos por BRAY & GORHAM (1964) e LONSDALE (1988), para florestas localizadas aproximadamente na mesma latitude da Estação Biológica de Boracéia.

Figura 9. Valores de umidade relativa, observados durante o período do experimento, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

Figura 10. Horas de sol, durante o período do experimento, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

Nos estudos realizados por CUSTODIO FILHO et al.*** em Cunha (Parque Estadual da Serra do Mar) e por VARJABEDIAN & PAGANO (1988) na Ilha de Santo Amaro, Guarujá, ambos no estado de São Paulo, e por JACKSON (1978) na Reserva Biológica de Nova Lombardia/ES., foram observados valores mais altos de deposição de serapilheira. Todavia, a deposição foi superior aos valores obtidos por DOMINGOS et al. (1990), em estudos realizados na Reserva de Paranapiacaba, em Santo André/SP, e por LEITÃO FILHO et al. (1993), em áreas do Parque Estadual da Serra do Mar, em Cubatão/SP, locais estes acentuadamente afetados pela poluição proveniente do complexo industrial de Cubatão.

Uma maior deposição de serapilheira, foi também observada em florestas mesófilas perenifólias, no município de São Paulo, por MEGURO et al. (1979), TEIXEIRA et al. (1992) e por MORELLATO-FONZAR (1987) em uma floresta de altitude, próximo à cidade de Jundiaí/SP.

*** CUSTODIO FILHO, A.; ALMEIDA, M.C.P. & DIAS, A.C. Produção de serapilheira em um trecho de Mata Atlântica, Núcleo Cunha, P.E. Serra do Mar. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo.

Tabela 6. Deposição mensal da serapilheira, durante dois anos (1985/1987), Estação Biológica de Boracéia/SP.

1º ano	kg.ha ⁻¹	Desvio Padrão
MARÇO	450,91	134,82
ABRIL	617,45	146,87
MAIO	208,65	42,41
JUNHO	381,21	108,70
JULHO	490,20	168,82
AGOSTO	582,05	170,65
SETEMBRO	388,56	63,99
OUTUBRO	309,27	52,73
NOVEMBRO	407,72	126,59
DEZEMBRO	676,24	171,88
JANEIRO	651,10	205,60
FEVEREIRO	538,88	100,63
Total	5702,24	-
2º ano	kg.ha ⁻¹	Desvio Padrão
MARÇO	535,77	151,22
ABRIL	711,85	104,81
MAIO	309,67	80,67
JUNHO	378,29	63,62
JULHO	264,76	57,65
AGOSTO	372,65	65,56
SETEMBRO	410,74	69,91
OUTUBRO	805,93	139,24
NOVEMBRO	1024,07	194,27
DEZEMBRO	612,66	119,54
JANEIRO	483,80	59,25
FEVEREIRO	495,76	72,19
Total	6405,95	-

Tabela 7. Valores da serapilheira produzida em florestas tropicais brasileiras.

Vegetação	Serapilheira (kg/ha/ano)	Folhedo (kg/ha/ano)	Autores
Floresta Pluvial Atlântica (Espírito Santo)	-	4620	JACKSON (1978)
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	7925	5039	VARJABEDIAN & PAGANO (1988)
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	3810	-	DOMINGOS et al. (1990)
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	4460	3638	LEITÃO FILHO et al. (1993)
Floresta Mesófila (São Paulo)	9410	5890	MEGURO et al. (1979a)
Floresta Residual (São Paulo)	7288	4906	TEIXEIRA et al. (1992)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	8643	5361	PAGANO (1985)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	11590	7680	DINIZ (1987)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	8800	5680	CESAR (1988)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	6568	4737	SCHLITTLER (1990)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	8600	5500	MORELLATO-FONZAR (1992)
Floresta Mesófila de Altitude (São Paulo)	7000	4900	MOELLATO-FONZAR (1992)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	-	8505	POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990)
Floresta Tropical (Amazônia)	7300	-	SILVA & LOBO (1982)
Floresta Tropical (Amazônia)	6656	4757	SILVA (1984)
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	6054	4403	Esse estudo

Para as florestas mesófilas semidecíduas, características do interior do Estado de São Paulo, das regiões do domínio da depressão periférica e do planalto ocidental, as produções anuais de serapilheira, também foram maiores que no presente estudo. DINIZ (1987) em Araras, estimou uma deposição de

11.500 kg.ha⁻¹; DELITTI (1984) em Mogi - Guaçu, obteve 6.687 kg.ha⁻¹; PAGANO (1985) em Rio Claro, 8.643 kg.ha⁻¹; CESAR (1988) em Anhembi, 8.800 kg.ha⁻¹; SCHLITTLER (1990) em Teodoro Sampaio, 8.600 kg.ha⁻¹ e POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990) em Piracicaba relatam 8.500 kg.ha⁻¹ de folheto.

SILVA & LOBO (1982) e SILVA (1984) em floresta de terra firme da Amazônia, bem como em outros locais, evidenciam resultados sempre maiores de deposição de serapilheira (tabela 7).

A média dos valores mensais de deposição de serapilheira são apresentados na tabela 8 e na figura 11. Observa-se uma maior deposição de serapilheira no mês de novembro e menor deposição em maio. A análise desses dados indica a ocorrência de uma tendência de maior deposição de serapilheira na primavera e verão (novembro/dezembro) e no início do outono (abril). Todavia, nota-se que além dessas variações, ocorreram também pequenos picos de deposição nos meses de junho e agosto, que podem estar associados ao aumento expressivo no volume de chuvas e das tempestades fortes, que são relativamente frequentes nessa região. Não foi observada, todavia, uma correlação estatisticamente significativa, entre as condições climáticas e a deposição de serapilheira. Considerando-se as quatro estações do ano, as deposições em ordem decrescente foram observadas na primavera, verão, outono e inverno.

Os valores mensais de deposição de serapilheira, como também das frações: folhas, ramos e, observados durante os dois anos de pesquisa, estão representados na tabela 9. As comparações entre esses dados, a pluviosidade, a temperatura, a umidade relativa e a insolação, são apresentadas

nas figuras 12 e 13 Observa-se que os meses mais quentes e chuvosos favoreceram a deposição de serapilheira, porem, mesmo nos meses frios podem ocorrer picos menores de deposição principalmente em relação à fração folhas.

Pode-se dizer portanto, que há relações perceptíveis mas não estatisticamente comprovéis entre as condições climáticas e a deposição de serapilheira ou suas frações, tanto para os valores máximos, como para os valores mínimos.

Há de se observar (figuras 12 e 13), todavia, uma tendência de aumento na deposição de serapilheira, associada ao aumento dos índices pluviométricos, resultado de um provável efeito físico da água sobre a vegetação.

Esses dados corroboram a ausência de correlação entre a pluviosidade e a deposição de serapilheira, bem como a não ocorrência de sazonalidade marcante nessa vegetação.

A fração folhas contribui, em média, com 72,73% da serapilheira produzida anualmente, estando pouco acima dos padrões previstos por BRAY & GORHAM (1964) que é de 62,4% e dos valores obtidos em trabalhos desenvolvidos em florestas brasileiras. VARJABEDIAN & PAGANO (1988), em uma vegetação similar à do presente estudo, obtiveram 63,6%.

Tabela 8. Valores médios, em kg.ha^{-1} , de deposição por fração e total de serapilheira para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

Mês	Folha	Ramos	Outros	Total
MAR	380,73	66,24	46,38	493,34
ABR	400,05	211,54	53,05	664,65
MAI	187,40	43,83	27,93	259,16
JUN	253,30	91,82	34,63	379,75
JUL	286,97	45,45	45,06	377,48
AGO	358,20	72,58	46,57	477,35
SET	271,64	76,62	51,39	399,65
OUT	432,95	73,40	51,25	557,60
NOV	539,16	81,84	94,89	715,90
DEZ	532,91	46,59	64,95	644,45
JAN	414,93	64,90	87,62	567,45
FEV	345,08	99,30	72,95	517,32
Total	4403,31	974,13	676,66	6054,10

Figura 11. Valores médios de folhas, ramos e da serapilheira produzida pela vegetação, na Estação Biológica de Boracéia/SP.

Tabela 9. Deposição das diferentes frações de serapilheira, em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ao longo de dois anos de observações (1985/1987), para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

MÊS	FOLHA	RAMOS	OUTROS	TOTAL
MARCO	329,17	71,13	50,61	450,91
ABRIL	450,56	105,18	61,70	617,45
MAIO	124,00	49,43	35,22	208,65
JUNHO	253,12	97,30	30,79	81,21
JULHO	392,82	53,48	43,90	490,20
AGOSTO	416,34	101,63	64,09	582,05
SETEMBRO	288,55	46,71	53,31	388,56
OUTUBRO	218,85	35,23	55,20	309,27
NOVEMBRO	328,72	26,15	52,85	407,72
DEZEMBRO	561,76	54,83	59,65	676,24
JANEIRO	469,09	80,61	101,40	651,10
FEVEREIRO	391,15	86,57	61,16	538,88
TOTAL	4224,12	808,25	669,87	5702,24
MARCO	432,28	61,35	42,15	535,77
ABRIL	349,55	317,90	44,40	711,85
MAIO	250,79	38,24	20,65	309,67
JUNHO	253,48	86,35	38,46	378,29
JULHO	181,12	37,42	46,23	264,76
AGOSTO	300,05	43,54	29,05	372,65
SETEMBRO	254,74	106,54	49,46	410,74
OUTUBRO	647,05	111,58	47,29	805,93
NOVEMBRO	749,61	137,53	136,94	1024,07
DEZEMBRO	504,05	38,35	70,25	612,66
JANEIRO	360,76	49,20	73,84	483,80
FEVEREIRO	299,01	112,03	84,73	495,76
TOTAL	4582,50	1140,01	683,45	6405,95
MÉDIA	4403,31	974,13	676,66	6054,10

Figura 12. Serapilheira e frações produzidas em dois anos, na Estação Biológica de Boracéia/SP., em relação à pluviosidade e temperatura.

Figura 13. Serapilheira e frações produzidas, em dois anos, na Estação Biológica de Boracéia/SP., em relação a umidade relativa e insolação.

As frações ramos e outros contribuíram, respectivamente, com 16,09% e 11,29% da formação da serapilheira. O aumento na deposição da fração ramos, principalmente em abril do segundo ano pode estar associada às fortes tempestades.

A queda de inflorescências de *Euterpe edulis* é um dos fatores que afetou a variação da fração outros, sendo o mesmo comportamento observado por DOMINGOS et al. (1990).

Deve ser assinalado, portanto, que a deposição de serapilheira, ou de suas frações, não apresenta correlações estatisticamente significativas ao nível de 5% com os fatores climáticos: pluviosidade, temperatura, umidade relativa e insolação.

Tudo indica que a floresta atlântica no estado de São Paulo não está sujeita a fatores de estresse relevantes, e que também não possui um período de caducifolia bem definido, sendo esse caráter variável para as diferentes espécies vegetais.

Esse padrão de deposição de serapilheira, sem variações significativas ao longo do ano, corresponde ao padrão observado nos trabalhos realizados na floresta pluvial atlântica no estado de São Paulo. Difere todavia, do comportamento observado em outras formações florestais paulistas do interior, onde há sazonalidade na deposição de serapilheira, principalmente na estação seca (MEGURO et al., 1979; CARPANEZI, 1980; GARRIDO, 1981; PAGANO, 1985; DINIZ, 1987; MORELLATO-FONZAR, 1987; CESAR, 1988;

POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR, 1990; SCHLITTLER, 1990 ; TEIXEIRA et al., 1992).

Concordando com DELITTI (1984), a abscisão de folhas pode ser uma estratégia de minimização dos efeitos da perda de água pela transpiração durante as épocas de déficit hídrico. Essa afirmação é também, proposta por ALVIN (1964), que atribuiu a ocorrência de caducifolia ao déficit hídrico, provocando portanto uma sazonalidade marcante na derrubada de folhas nas florestas do interior do estado.

Ainda, quanto à derrubada de folhas, RICHARDS (1952) assinala que as florestas tropicais apresentam grande variação entre as espécies, tornando-se difícil, as vezes, estabelecer se essas são perenes ou caducifolias, fato observado na área da Estação Biológica de Boracéia.

POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990) acreditam que, tanto os períodos mais prolongados de seca como as baixas temperaturas, aceleram a derrubada de folhas em florestas do interior do estado de São Paulo.

Os dados evidenciam que a deposição de serapilheira na Estação Biológica de Boracéia, estaria mais associada às condições edafoclimáticas históricas (life-history) do ecossistema, do que às situações pontuais atípicas conforme proposto por SANTOS et al. (1984). PAGANO (1985) ao explicar a falta de correlação entre os fatores abióticos, confirma essa condição como uma forma de adaptação do ecossistema. Assim, essa afirmação concorda com a proposta de MARTINS (1979), que atribui a queda de folhas às características genéticas das espécies, que responderiam ou não, aos mecanismos

de foto e termoperiodicidade, fatores esses assinalados, também, por ALVIM (1964); MATTHES (1980) ; MORELLATO-FONZAR (1987).

BRAY & GOHRAM (1964) concluíram que a quantidade de material decíduo (serapilheira) está relacionada com as condições climáticas, e a deposição é semelhante para florestas localizadas nas mesmas latitudes, altitudes, solo, etc. Entretanto, EWEL (1976) relata uma menor deposição de serapilheira em florestas climáticas, do que em florestas sucessionais, tendo em vista que nessas ultimas o número de espécies decíduas é maior, além da mudança constante de sua composição.

Autores como MEGURO et al. (1979) e SCHLITTLER (1990) também citam a possibilidade da ocorrência dessas características.

MEDWECKA-KORNAS (1971), PAGANO (1985) e SCHLITTLER (1990) salientam a necessidade de um tempo maior de amostragem em busca de correlações, principalmente na faixa atlântica, entre a precipitação, o termo e fotoperiodismo e a deposição de serapilheira, com o objetivo de aprofundar futuros estudos dos ciclos biogeoquímicos, para melhor interpretação dos mecanismos que atuam no equilíbrio de ecossistemas florestais.

4.3. TRANSFERÊNCIA DE NUTRIENTES

A tabela 10 representa os coeficientes de correlação entre as condições climáticas e a deposição de serapilheira por fração e, em relação aos macronutrientes. Estas correlações foram não significativa a nível de 5%.

Os valores médios mensais e anuais do retorno dos macronutrientes ao solo, via serapilheira, durante os dois anos do experimento, estão representados em porcentagem na tabela 11 e em kg.ha^{-1} na tabela 12.

As figuras 14 e 15 representam respectivamente, as variações percentuais dos macronutrientes, em relação à pluviosidade e temperatura no decorrer dessa pesquisa. Esses dados permitem observar que, os nutrientes N, P, Ca, Mg e S, apresentam comportamentos semelhantes. O aumento ou a diminuição na concentração desses nutrientes, parece estar associada às variações de pluviosidade. Verificou-se que, nos meses de março, abril e dezembro, do primeiro ano, e março, abril, outubro e novembro, do segundo ano, houve aumento de pluviosidade seguido pelo aumento na concentração desses nutrientes.

Tabela 10. Coeficiente de correlação de Pearson, entre as condições climáticas e a deposição de serapilheira e os macronutrientes.

Fração Folhas	kg	N	P	K	Ca	Mg	S
Horas de Sol	0.31	-0.46	-0.12	-0.20	-0.24	-0.01	0.19
Precipitação	0.10	-0.07	-0.33	-0.10	-0.22	-0.34	-0.72
Temperatura Média	0.14	-0.02	-0.28	0.06	0.33	0.16	-0.34
Umidade Relativa	0.44	0.50	0.03	0.06	0.04	-0.14	-0.37
Fração Ramos	kg	N	P	K	Ca	Mg	S
Horas de Sol	0.34	-0.27	-0.31	-0.25	-0.15	-0.34	0.08
Precipitação	0.49	0.68	0.14	-0.18	0.13	-0.03	-0.13
Temperatura Média	0.03	0.06	0.18	0.29	-0.08	-0.05	-0.49
Umidade Relativa	0.35	0.40	0.07	0.03	0.05	-0.08	-0.32
Fração Outros	kg	N	P	K	Ca	Mg	S
Horas de Sol	0.07	-0.10	-0.08	-0.15	-0.30	-0.17	0.21
Precipitação	0.03	-0.29	-0.38	-0.36	-0.37	-0.66	-0.16
Temperatura Média	0.58	0.42	0.44	0.14	0.16	0.44	0.22
Umidade Relativa	-0.24	-0.12	-0.32	-0.18	0.16	-0.17	-0.54

Constatou-se que, os nutrientes N, P e K apresentam-se em maiores concentrações nas frações outros, enquanto o Mg e S estão em maiores concentrações nas folhas, e o Ca aparece em maiores porcentagens nos ramos. A avaliação desses nutrientes em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, entretanto, evidencia que as folhas constituem a fração que mais contribuiu para o retorno dos nutrientes ao solo, tendo em vista que o volume de material foliar decíduo é o mais expressivo.

A análise das tabelas 11 e 12 evidencia ainda que as concentrações dos macronutrientes apresentaram-se mais altas na fração outros, por conter fragmentos de flores, frutos e sementes.

Em geral, os valores observados situam-se, ligeiramente abaixo dos encontrados por LEITÃO FILHO et al. (1993) em três áreas da mata atlântica próximas à Cubatão. Deve-se lembrar, todavia, que a concentração de nutrientes na serapilheira está intimamente relacionada com as características edáficas e, principalmente, com a fertilidade da camada superficial do solo.

Tabela 11. Concentração dos macronutrientes em cada fração e ano de observação.

ANO	FRAÇÃO	%					
		N	P	K	Ca	Mg	S
1	Folhas	1,64	0,05	0,27	0,51	0,26	0,21
	Ramos	0,33	0,03	0,18	0,57	0,17	0,14
	Outros	0,17	0,11	0,40	0,50	0,24	0,20
2	Folhas	1,83	0,06	0,24	0,55	0,26	0,20
	Ramos	1,39	0,04	0,18	0,59	0,19	0,15
	Outros	2,05	0,09	0,29	0,51	0,25	0,18

Tabela 12. Quantidades dos macronutrientes em cada fração e total médio dos dois anos.

ANO	FRAÇÃO	kg.ha ⁻¹ ano ⁻¹					
		N	P	K	Ca	Mg	S
1	Folhas	68,05	1,99	11,29	21,81	11,12	8,87
	Ramos	10,77	0,27	1,42	4,67	1,33	1,13
	Outros	14,63	0,72	2,73	3,36	1,62	1,33
2	Folhas	86,02	2,71	10,08	25,57	11,63	9,08
	Ramos	16,13	0,47	1,98	6,84	2,03	1,72
	Outros	14,88	0,65	2,02	3,41	1,71	1,26
	Média	105,24	3,41	14,76	32,83	14,72	11,69

Figura 14. Variações na concentração dos nutrientes na serapilheira, ao longo do experimento, em comparação com a pluviosidade e a temperatura.

Figura 15. Variações na concentração dos nutrientes na serapilheira, ao longo do experimento, em comparação com a pluviosidade e a temperatura.

A transferência de nutrientes da serapilheira para o solo, durante os dois anos, não apresentou grandes variações. A seqüência decrescente foi assim estabelecida $N > Ca > K > Mg > S > P$.

O retorno dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg, observado neste estudo foi baixo se comparado a outros estudos realizados em florestas do estado de São Paulo. Entretanto, esses valores podem ser atribuídos à baixa fertilidade do solo e aos eficientes mecanismos de translocação e absorção desenvolvidos pela floresta pluvial atlântica, cuja vegetação restringe a perda de nutrientes como uma forma de adaptação à pobreza do solo e aos altos índices pluviométricos reinantes na região.

4.4. SERAPILHEIRA ACUMULADA SOBRE O SOLO E DECOMPOSIÇÃO

Além da deposição de serapilheira, foi estudado o acúmulo de material vegetal na superfície do solo florestal, durante as quatro estações do ano, e que resultou numa média de 3.169,60 kg.ha⁻¹.

A constante (K) que representa a taxa instantânea de decomposição, apresentou um valor de 1,91, resultando em 0,52 anos ou 189 dias, o tempo médio de renovação, estabelecido pela formula $1/K$ segundo OLSON (1963).

O tempo médio para o desaparecimento de 50% da

serapilheira, obtido através da equação $T_{50} = -\ln 0,5/K$, foi igual a 0,36 anos ou 131 dias e, o tempo necessário para o desaparecimento de 95% ($T_{95} = -\ln 3/K$), igual a 1,57 anos ou 573 dias (figura 16).

As constantes de decomposição K , obtidas por diversos autores que estudaram diferentes áreas florestais do estado de São Paulo, foram: 0,86 por MEGURO et al. (1979); 1,06 por CESAR (1988); 1,15 por PAGANO (1985); 0,72 por VARJABEDIAN & PAGANO (1988); 1,4 por DINIZ (1987); 1,02 por SCHLITTLER (1990); 0,58 por DELITTI (1984); 2,3 por POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990) apenas para o folheto; 0,85, 0,72 e 0,47 por LEITÃO FILHO et al. (1993) em áreas de florestas sujeitas aos poluentes de Cubatão, SP; e 0,62 e 0,57 por VUONO et al. (1989), também em áreas afetadas por poluição no município de São Paulo.

Esses resultados demonstram que o valor da constante K deste estudo, é superior aos valores obtidos nos demais trabalhos realizados no estado de São Paulo, com exceção dos resultados de POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990), que estudaram apenas a decomposição de folhas, reconhecidas como material de rápida decomposição.

O tempo médio de desaparecimento de 50% da serapilheira, denota a rápida decomposição que ocorre na Estação Biológica de Boracéia. Esta é uma característica das florestas pluviais tropicais e subtropicais, que ainda possuem equilíbrio dinâmico e o seu ecossistema preservado.

A taxa instantânea de decomposição (K), considera a relação entre a deposição de serapilheira e seu acúmulo sobre o solo. Segundo OLSON (1963), depende diretamente da temperatura, da pluviosidade e do estágio sucessional da floresta que, em clímax, apresenta-se em estado de

equilíbrio, isto é, a taxa de deposição é equivalente à taxa de decomposição (ODUM, 1986).

O desaparecimento da serapilheira observado através do material foliar remanescente, submentido à decomposição em bolsas, expressa em porcentagem do peso seco inicial, está representado na figura 16. Observa-se um rápido desaparecimento inicial, atingindo 59% nos primeiros 120 dias. Esse valor está muito próximo do valor estimado pela equação de OLSON (1963). Observa-se em seguida uma redução na velocidade de decomposição durante 6 meses, correspondendo ao período outono-inverno.

PAGANO (1985) e MEGURO et al. (1979) assinalam a existência de variações sazonais que afetam o processo de decomposição, as quais estão relacionadas diretamente com os fatores bióticos e abióticos. Dentre os bióticos, destacam-se principalmente, a textura das folhas e a atividade microbiológica e, dentre os abióticos, ressaltam a ação direta da pluviosidade e a da temperatura, e indireta da umidade relativa e horas de insolação.

Figura 16. Representação do tempo de desaparecimento observado e do tempo esperado (segundo a equação de OLSON, 1963), da serapilheira, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP. To = março de 1985.

Em geral o padrão de decomposição da serapilheira na mata atlântica, bem como nas florestas do planalto atlântico, regiões sob influência de chuvas orográficas, não apresenta variações sazonais, todavia, estudos realizados em outras florestas, do interior do estado como os de MORELLATO-FONZAR (1987); DINIZ (1987); DELITTI (1984); PAGANO (1985); CESAR (1988); SCHLITTLER (1990); POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990) relatam sazonalidade marcante.

Nessa pesquisa, o tempo de desaparecimento da serapilheira, estimado segundo a fórmula de OLSON (1963) e o observado experimentalmente são representados na figura 16, que demonstram a rápida velocidade de ciclagem existente na vegetação da Estação Biológica de Boracéia, sustentada pelas condições ambientais favoráveis.

A figura 17a mostra a variação da concentração de nitrogênio, no folheto contido nas bolsas de decomposição, que aumentou nos primeiros 4 meses, diminuindo posteriormente, e permanecendo constante até o final da observação; do fósforo, que apresentou um ligeiro aumento em sua concentração até o 16º mês e do potássio que como era esperado, devido à elevada mobilidade, apresentou uma concentração decrescente até o 8º mês, estabilizando-se em seguida.

A figura 17b representa a variação da concentração do cálcio, que apresenta um aumento nos quatros primeiros meses, voltando à concentração inicial no 12º mês; do magnésio e do enxofre que apresentaram comportamento semelhante, oscilando ao redor da concentração inicial.

O P, Ca e K apresentaram comportamentos semelhantes aos relatados por MEGURO et al. (1980) e VUONO et al. (1989). Todavia, não foi observada correlação entre a concentração desses nutrientes com a variação das condições climáticas, conforme proposto por MIKOLA (1960); MEGURO et al. (1980).

Figura 17. Variação nos teores dos macronutrientes durante a decomposição do folheto, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na avaliação da deposição e decomposição da serapilheira da vegetação na Estação Biológica de Boracéia, demonstraram que:

- a. A deposição média anual de serapilheira foi de 6.054,10 kg/ha, a fração folhas contribui com 4.403,31 kg.ha⁻¹, a fração ramos contribuiu com 974,13 kg.ha⁻¹ e a fração outros contribuiu com 676,66 kg.ha⁻¹, valores que estão um pouco abaixo dos padrões encontrados em florestas tropicais pluviais.
- b. As variações ao longo do ano não evidenciaram correlação significativa com as condições climáticas, não denotando sazonalidade marcante.
- c. A fração folhas participa expressivamente da composição da serapilheira (72,73%).
- d. O retorno dos macronutrientes ao solo, acompanhou aproximadamente as oscilações de deposição de serapilheira, devolvendo em kg.ha⁻¹.ano⁻¹, 105,24 de N; 3,41 de P; 14,76 de K; 32,83 de Ca; 14,72 de Mg e 11,69 de S.
- e. A decomposição da serapilheira em condições de campo foi mais rápida no início, face às condições climáticas reinantes (verão-outono), tornando-se mais lenta nos meses seguintes, em virtude da alteração das condições climáticas sazonais (outono-inverno).
- f. A constante de decomposição K foi estimada em 1,91, resultando em 0,52 anos ou 189 dias, o tempo médio de renovação da

serapilheira. O tempo necessário para o desaparecimento de 50% e 95% da serapilheira foi, respectivamente, de 131 e 573 dias.

g. O padrão de deposição da serapilheira na floresta pluvial atlântica na Estação Biológica de Boracéia difere do padrão observado nas florestas mesófilas do interior do Estado de São Paulo que apresentam sazonalidade marcante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. A terra paulista. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, **23**: 5 - 38, 1956.
- AB'SABER, A.N. A serra do mar na região de Cubatão; Avalanches de janeiro de 1985. A ruptura do equilíbrio ecológico na Serra de Paranapiacaba e a poluição industrial. *ACIESP*, São Paulo, **2**: 74 - 116, 1987.
- ALVIM, P.T. *Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais*. In: Congresso da Sociedade Botânica do Brasil, 15, Porto Alegre, *Anais* 1964. p. 405 - 422.
- ANDRADE-LIMA, D. *Vegetação*. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas Nacional do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE. 1966.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Comissão de solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo; contribuição à carta de solos do Brasil. *Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas*, Rio de Janeiro, **12**. 634p. 1960.
- BRAY, J.R. & GORHAM, E. Litter production in forests of the world. *Advances in Ecological Research*, London, **2**: 101 - 157, 1964.

- CAMPOS, G. *Mappa florestal*. Ed Typ. da Diretoria do Serviço de Estatística. Rio de Janeiro, 1912. 102p.
- CARPANEZZI, A.A. *Produção de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de Eucaliptus no interior do estado de São Paulo*. Piracicaba, 1980. 107p. (Mestrado - ESALQ/USP).
- CESAR, O. *Composição florística, fitossociologia e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro Rico. Mun. Anhembi (SP))*. Rio Claro, 1988. 222p. (Livre-Docência - Universidade Estadual Paulista).
- COUTINHO, L.M. Contribuição ao conhecimento da Ecologia da Mata Pluvial Tropical. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, 257p (Botânica). 1962.
- CUSTODIO FILHO, A. Flora da Estação Biológica de Boracéia - Listagem de espécies. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 1(1): 161 - 199, 1989.
- DELITTI, W.B.C. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii Englem. var. elliottii (Mogi-Guaçu, S.P.)*. São Paulo, 1984. 298p. (Doutoramento - USP).
- DINIZ, S. *Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema de mata mesófila semidecídua, no município de Araras - Rio Claro*. 1987. 89p. (Mestrado - UNESP/Rio Claro).

- DOMINGOS, M.; POGGIANI, F.; VUONO, Y.S. & LOPES, M.I.M.S. Produção de serapilheira na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão. *Hoehnea*, São Paulo, 17(1): 47 - 58, 1990.
- EWEL, J.J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in Eastern Guatemala, *Journal of Ecology*, 64: 293 - 308, 1976.
- FERRI, M.G. *Ecologia, temas e problemas brasileiros*. Belo Horizonte, Editora Itatiaia e Editora da Universidade de São Paulo. 1974.188p
- FERRI, M.G. *Vegetação brasileira*. Belo Horizonte, Itatiaia, 1980. 157p.
- GARRIDO, M.A.O. *Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas*. Piracicaba. 1981. 105p. (Mestrado - ESALQ/USP)
- GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.I. & DUERVER, M.J. *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*, São Paulo, EPU/EDUSP, 1978. 256p.
- GOSZ, J.; LIKENS, G.E. & BORAMANN, F.H. Nutrients content of litter fall on the hubbard brook experimental forest, New Hampshire. *Ecology*, 53(5): 769 - 784, 1972.
- HOLDRIDGE, L.R. *Ecologia basada en zonas de vida*. Editora de La Serie: Matilde de La Cruz M. 1978. 216p

- HOPKINS, B. Vegetation of the Olokomeji forest Reserve (Nigeria). IV - the litter and soil with special reference to their sazonal changes. *Journal of Ecology*, London, **54**(3): 687 - 703, 1966.
- HUECK, K. *Problemas e importância prática da fitossociologia no estado de São Paulo. (Contribuição para a pesquisa fitossociológica paulista)*, São Paulo, Instituto de Botânica, 18p. 1953.
- JACKSON, J.F. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian Subtropical Lower Montane Moist forest. *Biotropica*, **10**(1): 38 - 42, 1978.
- JOLY, A.B. *Conheça a vegetação brasileira*. São Paulo, EDUSP, 1970. 181p.
- KIMMINS, J.P. *Forest Ecology*, New York. MacMilland Published Co. 532 pg. 1987.
- KLINGE, H. Fine litter production on nutrient return to the soil in three natural forest stand of eastern Amazonia. *Tropical Ecology*. **20**(2): 225 - 235, 1977.
- KLINGE, H. & RODRIGUES, W.A. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest. Part I. Litter fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. *Amazoniana*, Manaus, **1**(4): 287 - 302, 1968a.
- KLINGE, H. & RODRIGUES, W.A.. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest. Part II. Mineral nutrient content of the litter. *Amazoniana*, Manaus, **1**(4): 303 - 310, 1968b.
- KOEPPEN, W. *Climatologia*. 1948. Mexico, Ed. Fondo de la Cultura Economica. 253p.

LEITÃO FILHO, H.F. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16(1): 197 - 204, 1982.

LEITÃO FILHO, H.F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. *IPEF*, Piracicaba, 35: 41 - 46, 1987.

LEITÃO FILHO, H.F; PAGANO, S.N.; CESAR, O.; TIMONI, J.L. & RUEDA, J.J. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)*. editora UNESP e editora UNICAMP. 1993. 184p.

LONSDALE, W.M. Predicting the amount of litterfall in Forest of the world. *Annals of Botany*, 61:319 - 324, 1988.

LUIZÃO, F.J. *Produção e decomposição da liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação dos nutrientes da liteira*. Piracicaba. 1982. 90p.

MARTINS, F.R. *O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta do interior do Estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga*. São Paulo, 1979. 239p. (Doutorado - USP).

MASON, C.F. *Decomposição*, São Paulo, EDUSP, 1980. 63p.

MATTHES, L.A.F. *Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: bosque dos jequitibás. (Campinas/SP)*. Campinas. 1980. 209p. (Mestrado UNICAMP).

- MATTOS FILHO, B. A "Estação Biológica do Alto da Serra" sob o prisma meteorológico. *Archivos do Instituto Biológico*, São Paulo, 3: 109 - 127, 1930.
- MEDWECKA-KORNAS, A. *Plant litter*. In: Phillipson, J. Ed. *Methods of study in quantitative soil Ecology: Population, production and energy flow*. Oxford, Blackuell Scientific Publication. 24 - 33 p. 1971.
- MEGURO, M. Ciclagem de nutrientes minerais nos ecossistemas da Mata Atlântica: alguns aspectos. *ACIESP*, 54: 98 - 122, 1987.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N. & DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata secundária - São Paulo: I - produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. *Boletim de Botânica*, São Paulo, 7: 61 - 67, 1979.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N. & DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata secundária - São Paulo: III - Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. *Boletim de Botânica*, São Paulo, 8: 7 - 20, 1980.
- MIKOLA, P.M. Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in southern and northern Finland. *Oikos*, 11(1): 161 - 166, 1960.
- MORRELATO-FONZAR, L.P.C. *Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi*, Jundiaí, SP. Campinas, 1987. 232p. (Mestrado -UNICAMP).

- MUELLER-BOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Willey & Sons Co, New York, 545p. 1974.
- NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, SUPREN/IBGE, 1979. 421p.
- ODUM, E.P. 1986 *Ecologia*. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara. 431p.
- OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 44(2): 322 - 331, 1963.
- PAGANO, S.N. *Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro*, Rio Claro, 1985. 201p. (Livre Docência - UNESP).
- POGGIANI, F. Ciclo de nutrientes e produtividade de floresta implantada. *Silvicultura*, São Paulo, 1(3): 45 - 48, 1976.
- POGGIANI, F. & MONTEIRO JÚNIOR, E.S. *Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba, estado de São Paulo*. In: Congresso Florestal Brasileiro. 6º, São Paulo, *Anais* 1990. 596 - 602.
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z. & SIMÕES, J.W. Aspectos ecológicos das mini-rotações e aproveitamento dos resíduos florestais. *Circular Técnica IPEF*, Piracicaba, 74:1 - 7, 1979.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.

- & PRANDINI, F.L. *Mapa geomorfológico do estado de São Paulo*. IPT. 1981. v.2.
- RICHARDS, P.W. *The tropical rain forest*. London, Cambridge Univ. Press. 450p. 1952.
- RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. São Paulo. Hucitec/EDUSP. 1979. v.2.
- RIZZO, J.A.; CENTENO, A.J.; SANTOS, J.S. & FILGUEIRAS, T.S. *Levantamento de dados em áreas de cerrado e da floresta caducifolia tropical do planalto centro-oeste*. In: III Simpósio sobre o cerrado. 103-109. 1971.
- ROMARIZ, D.A. *A vegetação*. In: Brasil - a terra e o homem. as bases físicas São Paulo, Cia. Editora Nacional. 1972. p. 521 - 550.
- SANTOS, P.F.; ELKINS, N.Z.; STEINBERGER, Y. & WHITFORD, W.G. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. *Ecology*, 65(1): 278 - 284, 1984
- SCHLITTLER, F.H.M. *Fitossociologia e ciclagem de nutrientes na floresta tropical do Parque Estadual do Morro do Diabo (região do Pontal do Paranapanema, estado de São Paulo)*. 1990. 279p. (Doutoramento, Rio Claro - UNESP).
- SETZER, J. *Contribuição para o estudo do clima do estado de São Paulo*, São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas, 239p. 1946.

- SHANKS, R.E. & OLSON, J.S. First-year breakdown of leaf litter in Southern Appalachian forest. *Science*. **134**: 194 - 195, 1961.
- SILVA, M.F.F. Produção anual de serrapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi*, Botânica, **1**(1/2): 111 - 58, 1984.
- SILVA, A.F. & LEITÃO FILHO, H.F. Composição florística e estrutura de um trecho de mata atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo, Brasil). São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*. São Paulo, **5**(1/2): 43 - 52, 1982.
- SILVA, M.F.F. & LOBO, M.G.S. Nota sobre produção de matéria orgânica em floresta de terra firme, várzea e igapó. *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi*, Belem, **56**: 1 - 13, 1982.
- TEIXEIRA, C.B.; DOMINGOS, M.; REBELO, C.F. & MORAES, R.M. Produção de serrapilheira em floresta residual da cidade de São Paulo: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, **4**: 785 - 789, 1992.
- VARJABEDIAN, R. & PAGANO, S.N. Produção e decomposição de folheto em trecho de Mata Atlântica de encosta no município do Guarujá, SP. *Acta Botânica Brasilica*, **1**(2): 243 - 256, 1988.
- VELOSO, H.P. & KLEIN, R.M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil. I. As comunidades do município de Brusque, estado de Santa Catarina. *Sellowia*, Itajaí, **9**: 81 - 235, 1957.

- VUONO, Y.S.; DOMINGOS, M. & LOPES, M.I.M.S. Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, São Paulo, 16: 179 - 193, 1989.
- VUONO, Y.S.; LOPES, M.I.M.S & DOMINGOS, M. Poluição atmosférica e nutrientes tóxicos na Reserva Biológica do Instituto de Botânica, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 7(2): 149 - 156, 1984.
- WALTER, H. *Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global*. Ed. Pedagógica e Universitária, São Paulo. 325p. 1984.
- WALTER, H. *Vegetation of the Earth in relation to climate and the eco-physiological conditions*. Spring-Verlag, New York, 237p. 1977.
- WETTSTEIN, R.R.V. *Plantas do Brasil, aspectos da vegetação do Sul do Brasil*. São Paulo, EDUSP/Edgard Blucher Ltda. 126p. 1970.
- ZAGATTO, E.A.G.; JACINTHO, A.O.; REIS, B.F.; KRUG, F.J.; BERGAMIN FILHO, H.; PESSENDA, L.C.R.; MORTATTI, J. & GINE, M.F. *Manual de análise de plantas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo* CENA. USP, 45p. 1981.