

ALINE ALINÉIA ROCHA

**DEPOSIÇÃO DE FITOMASSA E NUTRIENTES, ACUMULAÇÃO E
DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA
ATLÂNTICA, PARANAGUÁ, PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo, Curso de Pós - Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Renato Marques
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann

**CURITIBA
2006**

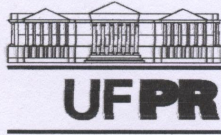
ALINE ALINÉIA ROCHA

**DEPOSIÇÃO DE FITOMASSA E NUTRIENTES, ACUMULAÇÃO E
DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA
ATLÂNTICA, PARANAGUÁ, PR**

**Dissertação apresentada como
requisito parcial à obtenção do título
de Mestre em Ciência do Solo, Curso
de Pós - Graduação em Ciência do
Solo, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.**

**Orientador: Prof. Dr. Renato Marques
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Bruno
Reissmann**

**CURITIBA
2006**

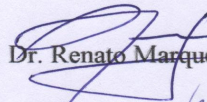


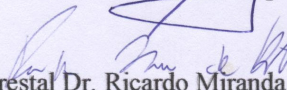
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO (MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648
Página: www.ppcisolo.agrarias.ufpr.br/
E-mail: ppcisolo@ufpr.br

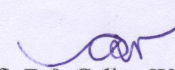
PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **ALINE ALINÉIA ROCHA**, sob o título: "**Deposição de fitomassa e nutrientes, acumulação e decomposição de serapilheira em três tipologias da Floresta Atlântica, Paranaguá, PR**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 23 de fevereiro de 2006.


Prof. Dr. Renato Marques, Presidente.


Eng.º Florestal Dr. Ricardo Miranda de Britez, I.º Examinador.


Prof.ª Dr.ª Celina Wisniewski, II.º Examinadora.



Para Fernando

Agradecimentos

Esta dissertação é resultado do trabalho, apoio e colaboração de diversas instituições e pessoas. Meus sinceros agradecimentos:

ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e ao Ministério da Educação e Pesquisa da República Federal da Alemanha (BMBF), pelo financiamento desta pesquisa;

à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado;

ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) pela cessão da área para estudo.

ao Renato, pela orientação, conselhos, paciência, ensinamentos, incentivo, pela acolhida no projeto SOLOBIOMA e, principalmente, pela amizade sincera;

ao Bruno, por todos os ensinamentos, pela amizade, carinho, atenção e pelas piadas;

à equipe SOLOBIOMA, que formam uma grande família germanico-brasileira, pelos ótimos momentos de trabalho e descontração que passamos juntos. Em especial às amigas Kauana Dickow, Lígia Souza e Celsa Protil e aos amigos Daniel Corrêa, Wilson Saran, Eduardo Almeida, Juliano Schwarzbach e Bernhard Förster, que contribuíram de forma direta para a realização deste trabalho;

aos amigos do curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, especialmente Adriano Abdanur, Lídia Mizotti, Kelly Martins, Ricardo Piovesan e Robson Schaff, pelas risadas, dicas, auxílios e amizade;

aos amigos, Anderson Pezzatto, Adonai Cintra, Cláudia Barcelar e Adriana Proença, por fazerem parte da minha vida de forma tão especial;

aos amigos Michelle Althaus, Maria Madalena Wagner, Wanessa Bujokas e Edmilson Paglia, pelo incentivo, carinho e amizade;

ao Bellote, pelos conselhos, incentivo, carinho, empréstimos de material, ensinamentos e amizade.

às bibliotecárias da Embrapa Floresta, pelo auxílio na busca de material bibliográfico.

aos meus pais, Emir e Graça, responsáveis por minhas vitórias, por todos os ensinamentos, amor, carinho e orações;

aos meus irmãos Adriano, Andréia e Alisson, por serem tão especiais em tudo o que se propõem a fazer, principalmente na tarefa de serem irmãos amigos;

à minha sogra, Maria Romilde, por tantos auxílios prestados, pela amizade e carinho;

ao meu esposo Fernando, pela compreensão, paciência, companheirismo e, principalmente, pelo amor incondicional;

aos funcionários da Universidade Federal do Paraná e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Tem gente que passa a vida inteira travando a inútil luta contra os galhos, sem saber que é lá no tronco que está o curinga do baralho.

(Raul Seixas)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 GEOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO DA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PARANÁ	4
3.2 A SUCESSÃO FLORESTAL	7
3.3 A CICLAGEM DE NUTRIENTES	9
3.3.1 A Deposição e os Nutrientes da Serapilheira	11
3.3.2 A Decomposição da Serapilheira	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.2 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA	23
4.2.1 Análises Químicas da Serapilheira Depositada	25
4.3 SERAPILHEIRA ACUMULADA	25
4.4 DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA	28
4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA	29
5.2 MACRONUTRIENTES E SÓDIO NA SERAPILHEIRA DEPOSITADA	40
5.2.1 Concentração de Macronutrientes na Serapilheira Depositada	40
5.2.2 Quantidade de Macronutrientes e Na Transferida pela Serapilheira	52
5.3 ACUMULAÇÃO DA SERAPILHEIRA	62
5.3.1 Biomassa de Raízes na Serapilheira Acumulada	70
5.4 DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA	72
6 CONCLUSÕES	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
APÊNDICES	89

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO - PARQUE ESTADUAL DO PALMITO, PARANAGUÁ, PR.	18
FIGURA 4.2 - VARIAÇÕES MÉDIAS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA EM PARANAGUÁ, DE 1976 A 2006.....	19
FIGURA 4.3 - TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ. A) TIPOLOGIA INICIAL; B) TIPOLOGIA MÉDIA; C) TIPOLOGIA AVANÇADA.....	21
FIGURA 4.4 - COLETOR DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA.	27
FIGURA 4.5 - COLETA DE SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	27
FIGURA 5.1 - FITOMASSA DE FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA E SERAPILHEIRA TOTAL DEPOSITADA ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	35
FIGURA 5.2 - COMPORTAMENTO DA DEPOSIÇÃO DE FOLHAS POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	36
FIGURA 5.3 - FITOMASSA DE FOLHAS DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	37
FIGURA 5.4 - QUANTIDADE DE N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.	56
FIGURA 5.5 - QUANTIDADE DE P ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.	57
FIGURA 5.6 - QUANTIDADE DE K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.	58
FIGURA 5.7 - QUANTIDADE DE Ca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.	59
FIGURA 5.8 - QUANTIDADE DE Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.	60
FIGURA 5.9 - QUANTIDADE DE Na ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.	61
FIGURA 5.10 - FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, AO LONGO DO ANO DE 2004.....	69
FIGURA 5.11 - BIOMASSA DE RAÍZES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ EM 2003 E 2004.....	71

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 - FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DO HORIZONTE A (0,0 a 8,0 cm) DE ESPODOSSOLO (%) SOB TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	22
TABELA 4.2 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CAMADA DE 0,0 A 2,5 cm DO HORIZONTE A DE ESPODOSSOLO SOB TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	22
TABELA 4.3 - PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS PRESENTES EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ E RESPECTIVOS VALORES DE DENSIDADE RELATIVA (DR), FREQUÊNCIA RELATIVA (FR), DOMINÂNCIA RELATIVA (DOMR), ÁREA BASAL E VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI).....	24
TABELA 5.1 - FITOMASSA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES PRESENTES NA SERAPILHEIRA DEPOSITADA ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) AO LONGO DAS ESTAÇÕES DOS ANOS DE 2003 E 2004, EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	30
TABELA 5.2 - FITOMASSA DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	38
TABELA 5.3 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) EM DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ AO LONGO DAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.....	42
TABELA 5.4 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) EM FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA DEPOSITADAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO ANO DE 2004.....	44
TABELA 5.5 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.....	48
TABELA 5.6 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.....	49
TABELA 5.7 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.....	50
TABELA 5.8 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) EM FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.....	53
TABELA 5.9 - FITOMASSA DE DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) E BIOMASSA DE RAÍZES ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2003.....	62
TABELA 5.10 - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%) DE DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA E BIOMASSA DE RAÍZES, EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, EM DIFERENTES ESTAÇÕES DOS ANOS DE 2003 E 2004.....	64
TABELA 5.11 - FITOMASSA DE DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) E BIOMASSA DE RAÍZES ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ AO LONGO DAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.....	66
TABELA 5.12 - FITOMASSA DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), SERAPILHEIRA ACUMULADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), COEFICIENTE DE DECOMPOSIÇÃO E TEMPO DE RENOVAÇÃO DO ESTOQUE (anos) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	72

RESUMO

O presente estudo foi realizado em áreas secundárias da Floresta Atlântica, localizadas na Floresta Estadual do Palmito, no município de Paranaguá-PR. As parcelas de estudo encontram-se sobre Espodossolo e o clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. Os principais objetivos foram avaliar a deposição de fitomassa e nutrientes, acumulação e decomposição da serapilheira em três tipologias (Inicial, Média e Avançada) da citada floresta. A deposição de serapilheira foi estimada utilizando-se 20 coletores de 0,25 m² de área em cada tipologia florestal. As coletas foram realizadas a cada 3 semanas. Após triagem (Folhas, Ramos & Frutos e Miscelânea) e secagem em estufa a 60 ± 5 °C até peso constante, o material foi analisado quimicamente para N, P, K, Ca, Mg e Na. A serapilheira acumulada foi coletada a cada 6 semanas utilizando-se 5 amostras de 0,25 m² em cada tipologia. A taxa de decomposição foi estimada a partir da relação entre a serapilheira depositada e a serapilheira acumulada. A deposição de serapilheira foi contínua, com picos no período mais quente e úmido, sendo que a maior parte do material depositado foi composta pela fração Folhas. Os resultados mostraram grande variação nas concentrações dos nutrientes de acordo com as espécies arbóreas, frações e tipologias florestais, mas pouca variação quanto às estações do ano. O padrão de deposição de macronutrientes e Na foi mais influenciado pela quantidade de fitomassa depositada do que pelas concentrações elementares. Dentre as espécies avaliadas, a *Ilex theezans* foi a que mais contribuiu para a deposição de fitomassa e macronutrientes nas tipologias Inicial e Média; na tipologia Avançada a fração Outras Espécies foi a mais significativa nesses aspectos. As taxas de decomposição (k) estimadas foram de 0,69; 0,43 e 0,88 para as tipologias Inicial, Média e Avançada, respectivamente. As características das frações de serapilheira acumulada mostram que, em tipologias mais avançadas, o perfil orgânico vai se tornando mais desenvolvido. Indicaram também a existência de diferenças entre as tipologias com relação à dinâmica do processo de decomposição. A presença de grande quantidade de raízes nos espessos horizontes orgânicos das tipologias mais avançadas, formados a partir da decomposição progressiva da serapilheira depositada, indica a existência de uma estratégia de aproveitamento dos nutrientes diretamente desses horizontes. Isso mostra a importância dos fluxos de nutrientes pela deposição e decomposição da serapilheira no contexto da manutenção e desenvolvimento das tipologias florestais nesse ambiente.

Palavras-chaves: restinga; tipologias florestais; raízes; horizontes orgânicos; ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

The present study was carried out in areas of Atlantic Forest, at Municipality of Paranagua, in Parana state. The soil of the studied sites is Espodosolo and the climate is Cfa (according Köppen). The purpose of this study was to evaluate the litterfall, litterstock and decomposition in three forest typologies of the mentioned forest: Initial, Intermediary and Advanced. The litterfall was estimated using 20 collectors of 0,25m² of area in each typology. Material sampling was made every 3 weeks. After separation (Leaves, branches & Fruits and others) and drying in furnace at 60 ± 5 °C up to constant weight, the material was chemically analyzed for N, P, K, Ca, Mg and Na. The litter standing crop was collected every 6 weeks using 5 sampling units of 0,25m² in each phase. Litter decomposition was estimated from the relationship between litter fall and litter stock. The litterfall was continuous, with some increases over the hotter and more humid periods, being the major part of laid material was composed by the leaves fraction. The results has showed great variation in nutrients concentration according to trees species, fractions and forest typology, but little variations over years seasons. The pattern of macronutrients deposition and Na was more influenced by the laid quantity of biomass than concentrations. Among the species evaluated, *Ilex theezans* was the one that most has contributed for biomass decomposition and macronutrients in initial and intermediary typology; in advanced, the fraction "Other Species" was the one that most contributed in these aspects. The decompositions rates of (k) estimated were from 0,69; 0,43 and 0,88 for Initial, Intermediary and Advanced, respectively. The litter standing crop characteristics show that, with forest regeneration advance, the organic profile will became more developed. They have also indicated the existence of differences between phases in relation to decomposition process dynamics. The presence of a great quantity of roots in the thick organic layers of more advanced typology, built from litterfall's progressive decomposition, indicates the existence of a strategy to re-use nutrients straight from these layers. This shows the importance of nutrients flows by deposition and decomposition of litterfall in the context of keeping and developing of forest typologies in this environment.

Key words: Atlantic Forest; forest succession; root; soil humus; nutrient cycling.

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é o segundo ecossistema mais ameaçado do mundo. No passado, por volta do ano 1500, se estendia por 15% de todo o território brasileiro, abrangendo cerca de 1,3 milhão de km². Atualmente sua área está bastante reduzida, restando menos de 100 mil km², o que corresponde a aproximadamente 7% da cobertura original (SCHAFFER & PROCHNOW, 2002; SPVS et al., 2005). Das áreas remanescentes de Floresta Atlântica a parcela mais representativa se encontra nas regiões Sul e Sudeste do país. Uma parte significativa destas áreas encontra-se no litoral do Estado do Paraná, onde ainda é possível encontrar áreas extensas de remanescentes da floresta original e/ou de florestas secundárias, ocorrendo em diversas situações geomorfológicas, desde florestas de restinga até florestas altomontanas.

Dentro desse domínio se encontra a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (FODTB), que se desenvolve em um ambiente com restrições quanto ao suprimento de nutrientes. Desta forma a vegetação é dependente do processo de ciclagem de nutrientes para que possa se manter e desenvolver.

No contexto da ciclagem de nutrientes, um dos principais fluxos é a deposição da serapilheira que, após a decomposição de seus componentes, torna-se a principal fonte de nutrientes para o sistema. Os processos, tanto de deposição quanto de decomposição da serapilheira, ainda não têm sido muito investigados no bioma Floresta Atlântica. Essa afirmação se aplica principalmente à sua faixa de transição entre a região tropical e subtropical e, sobretudo, no que se refere à contribuição de diferentes espécies arbóreas dentro desses fluxos.

Outra característica atual da FODTB no estado do Paraná é a presença de fragmentos em distintas fases de desenvolvimento, formando mosaicos na paisagem. Esses mosaicos se formaram a partir de intervenções antrópicas sobre as áreas de floresta, que posteriormente foram abandonadas em épocas distintas, dessa forma cada fragmento pode possuir características fitossociológicas e ecológicas peculiares.

A regeneração vegetal em áreas com histórico de intervenções antrópicas e posterior abandono pode ocorrer de forma natural, iniciando-se com a instalação de espécies menos exigentes, chamadas pioneiras, que num processo gradual vão

sendo substituídas por espécies que necessitam de um ambiente mais estruturado, as secundárias.

Nessas áreas em que o desenvolvimento de cada fragmento florestal é dependente do desenvolvimento do processo de ciclagem, seu estudo pode fornecer informações importantes quanto ao processo natural de recuperação de áreas antropizadas. Conhecendo-se melhor a ecologia dessas paisagens pode-se tomar medidas mais seguras para um bom manejo das áreas de conservação

Este trabalho é parte de um amplo projeto de pesquisa denominado SOLOBIOMA, que investiga, entre outras coisas, a dinâmica biogeoquímica dos nutrientes em sucessões secundárias da Floresta Atlântica no Paraná.

2 OBJETIVOS

O presente estudo teve por finalidade avaliar a dinâmica de deposição, acumulação e decomposição da serapilheira em três tipologias da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) quantificar o aporte de fitomassa sobre o solo através da deposição de folhas das principais espécies arbóreas e de diferentes frações da serapilheira (folhas, ramos, frutos e miscelânea), em função das estações do ano e das diferentes tipologias florestais;

b) determinar a composição química das diferentes frações e das principais espécies arbóreas presentes na serapilheira;

c) quantificar o aporte de nutrientes sobre o solo através da deposição de folhas das principais espécies arbóreas e de diferentes frações da serapilheira, em função das estações do ano e das diferentes tipologias florestais;

d) quantificar e caracterizar a serapilheira acumulada sobre o solo, através de diferentes frações, ao longo do ano;

e) quantificar a biomassa de raízes presente nos horizontes orgânicos do solo das diferentes tipologias florestais;

f) estimar a taxa de decomposição de serapilheira acumulada sobre o solo das tipologias florestais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GEOLOGIA, SOLOS E VEGETAÇÃO DA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PARANÁ

A Planície Litorânea no estado do Paraná é limitada a leste pelo Oceano Atlântico e a oeste pela Serra do Mar. Possui aproximadamente 90 km de comprimento e cerca de 10 a 20 km de largura, sendo que, na Baía de Paranaguá, essa largura atinge seu máximo com cerca de 50 km. As altitudes na região estão abaixo de 20 m s.n.m. Formações arenosas, paludais terrestres, manguezais e terrenos de aluvião terrestre constituem a região (BIGARELLA et al., 1994; ANGULO, 1992).

As planícies litorâneas arenosas se formaram a partir de depósitos marinhos ocorridos no período Quaternário, resultantes de fatores como fontes de areia, correntes de deriva litorânea, variações do nível relativo do mar e armadilhas de retenção de sedimentos. Na superfície da areia depositada pelo mar ficaram marcados os alinhamentos das antigas cristas praias, chamadas cordões litorâneos, formando os terraços marinhos de origem pleistocênica e holocênica (SUGUIO & MARTIN, 1990; BIGARELLA, 1978).

O clima dessa região é caracterizado como subtropical e, devido às altas taxas de precipitação é denominado superúmido. Não há ocorrência de uma estação caracteristicamente seca, as chuvas se distribuem ao longo do ano de modo que o trimestre mais chuvoso corresponde a dezembro, janeiro e fevereiro e o menos chuvoso a junho, julho e agosto. As variações térmicas são amenas, a média das temperaturas máximas se mantém entre 25°C e 26°C e a média das temperaturas mínimas entre 16°C e 17°C (IAPAR, 2006).

De acordo com RACHWAL & CURCIO (1994), nas formações arenosas da planície litorânea são identificadas três classes de solo: Neossolos Quartzarênico (Areia Quartzosa - depósitos psamíticos), Espodossolos (Podzol hidromórfico e não hidromórfico), ambos minerais, e Organossolos (Solo Orgânico), que no litoral são sempre hidromórficos.

Os Espodossolos têm sua estabilidade dependente da manutenção da cobertura vegetal. Possuem textura essencialmente arenosa, apresentam um horizonte de perda abaixo do horizonte A e um horizonte de acumulação (iluviação)

de matéria orgânica e/ou sesquióxidos de ferro e de alumínio (B_h ou B_{ir}). Quando os horizontes B_h ou B_{ir} , apresentam-se cimentados, concomitantemente ocorrendo em locais abaciados, o Espodossolo pode tornar-se hidromórfico (RACHWAL & CURCIO, 1994).

WISNIEWSKI et al. (1997) salientam que a disposição dos solos hidromórficos e não hidromórficos é condicionada não só pelas superfícies intra (mais rebaixadas) e inter-cordões (mais altas), como também pela altura do lençol freático, que é bastante variável, sendo influenciada não só pela superfície dos cordões, como também pela profundidade e consistência do horizonte B espódico (B_h ou B_{ir}). Um horizonte B espódico mais próximo da superfície e mais consistente vai determinar mais acúmulo de água, pois a condutividade hidráulica neste horizonte diminui consideravelmente em função da coesão. Este passa a ser um fator ecológico muito importante neste ambiente, já que os solos se desenvolvem sobre areia (textura areia ou no máximo areia franca), não tendo capacidade de retenção de água. Além disso, o lençol freático, além de representar uma via de saída de nutrientes do sistema, também pode representar uma via de entrada (BRITTEZ, 1994).

Quanto à vegetação, a porção leste do estado do Paraná é caracterizada pela presença da Floresta Ombrófila Densa, essa se estendendo pela Planície Litorânea, encostas da Serra do mar e parte do Vale do Rio Ribeira (RODERJAN et al., 2002). A topografia altamente complexa da região atlântica divide o bioma em microhabitats muito diferentes entre si. Esses microhabitats se repetem ao longo da paisagem em situações que apresentam similaridades com relação ao solo, exposição, drenagem, macroclima e distúrbios (WHITMORE & SAYER, 1992).

VELOSO et al. (1991) dividiram essa floresta em cinco formações ordenadas da vegetação, segundo uma hierarquia topográfica, refletindo fisionomias diferentes, em função das variações ecotípicas resultantes dos ambientes distintos. Salienta-se que a temperatura (gradiente vertical), varia cerca de $0,6^\circ$ C para cada 100 metros de altitude, sendo que este gradiente é bem maior nas latitudes maiores. Essas formações foram denominadas: Formação Aluvial, Formação Terras Baixas, Formação Submontana, Formação Montana e Formação Alto-Montana.

A Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas é também chamada de Floresta Atlântica de Planície ou da Planície Litorânea e está situada em altitudes

com 5 a 50 m s.n.m. (RODERJAN et al., 1997). Desenvolve-se sobre a maior parte da planície de acumulação, em áreas originadas em consequência da ação de agentes morfodinâmicos diversos e da interação terra-mar (LEITE, 1994).

Conforme RODERJAN et al. (1997) esse tipo de formação florestal desenvolve-se a partir de áreas com vegetação pioneira como os caxetais ou restingas, os quais perderam a fisionomia típica em função do desenvolvimento sucessional. Possui um porte médio entre 15 e 20 metros de altura, estrutura e fisionomia uniformes, quase sempre com o mesmo padrão florístico e estrutural, sendo que as variações são em função da variação do nível do lençol freático. Possui grande número de espécies de crescimento rápido, com madeira de baixa densidade, o sub-bosque geralmente é pouco denso, com exceção dos locais onde as herbáceas são abundantes, estabelecendo diferenciação de densidade entre os estratos da formação.

LEITE & KLEIN (1990), observaram que a flora arbórea dos diferentes estratos da Floresta Ombrófila Densa possui uma alta variabilidade no Sul do Brasil. Foi constatado em torno de 708 espécies, destas 50 % são exclusivas, demonstrando adaptações ecológicas restritas aos ambientes desta região.

Os estágios superiores são geralmente constituídos pela *Tapirira guianensis* Aubl. (cupiúva), *Nectandra rigida* (canela-garuva), *Ficus luschnatiana* e *Coussapoa microcarpa* (figueiras), *Ocotea aciphylla* (canela-amarela), *Myrcia glabra* (guamirim-ferro), dentre muitas outras. Já nos estratos médios e inferiores é mais freqüente a ocorrência de *Euterpe edulis* Mart. (palmito), *Guarea macrophylla* Vahl. (catiguá), *Pera glabrata* (Schott) (tabocuva), *Guatteria dusenii* (cortiça) e a *Psychotria nuda* (grandiúva-d'anta). As áreas que estão por um período alagadas apresentam o predomínio de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (guanandi), *Alchornea triplinervia* (tápia), *Manikara subsericea* Mart. (maçaranduba) e *Andira anthelminthica* Benth. (jacarandá-lombriga) (RODERJAN et al., 1997).

Uma grande diversidade de epífitas e lianas pode ser encontrada nessa formação. As epífitas contam com representantes das famílias Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae, Polypodiaceae, Piperaceae, Cactaceae e Gesneriaceae, com indivíduos que cobrem quase totalmente os troncos e galhos das árvores adultas. Dentre as lianas se destacam Bombacaceae, Bignoniaceae e Sapindaceae (RODERJAN et al., 2002).

3.2 A SUCESSÃO FLORESTAL

A sucessão de plantas pode ser definida como um processo que envolve uma substituição ordenada de comunidade de plantas por outra, ao longo de um dado período de tempo. Cada diferente comunidade que se sucede forma uma fase. A substituição geralmente implica em mudar a composição florística, fisionomia e estrutura de comunidades individuais. O final desse processo é denominado comunidade clímax, a qual se caracteriza por um estado em que as mudanças são difíceis de se verificar e ocorre numa comunidade relativamente estável, porém não estática (BUDOSWSKI, 1963).

Nas regiões tropicais, o processo de regeneração é bastante complexo, pois há uma grande diversidade de espécies, ecossistemas e estruturas. Até que a floresta possa atingir um estado similar ao estado original, após um distúrbio, o ambiente passa por uma enormidade de fases sucessionais (GOMEZ-POMPA & VÁZQUES-YANES, 1981).

As espécies do início da sucessão diferem grandemente daquelas das fases sucessionais mais avançadas quanto às características morfológicas e fisiológicas (GOMEZ-POMPA & VÁZQUES-YANES, 1981). Nas fases sucessionais iniciais, ocorre uma comunidade com composição florística limitada a poucas espécies, indivíduos com baixo diâmetro, rápido crescimento e não tolerantes à sombra. Com o avanço da sucessão, as espécies vão sendo substituídas por aquelas de crescimento mais lento, sendo que a maioria das dominantes é tolerante. Também é observado um aumento no número de espécies e variedade de formas de vida epifítica com o progressivo desenvolvimento das comunidades (BUDOSWSKI, 1963).

A série de espécies que aparecem ao longo da sucessão depende não somente de fatores externos, mas também das características intrínsecas das espécies tais como o comprimento do ciclo de crescimento, eficiência fotossintética e outras propriedades fisiológicas (GOMEZ-POMPA & VÁZQUES-YANES, 1981).

De acordo com os mesmos autores, existem três maneiras diferentes pelas quais a floresta secundária, composta por espécies pioneiras, pode afetar o ambiente: a transferência de nutrientes livres do solo para a comunidade biótica, o que diminui a probabilidade de saídas desses do ecossistema; melhoria da estrutura

edáfica através da produção de uma grande quantidade de matéria orgânica e modificação do microclima, reduzindo as flutuações térmicas e aumentando a umidade relativa. Desse modo, a própria vegetação é responsável pelo processo de recuperação das características químicas e físicas do solo degradado, sendo que as mudanças obedecem a um ritmo imposto pelas fases sucessionais (GOLLEY et al., 1978). São essas modificações sucessivas no ambiente que promovem o estabelecimento das espécies sucessionais tardias que, subseqüentemente, substituirão as árvores pioneiras na comunidade (GOMEZ-POMPA & VÁZQUES-YANES, 1981).

Nesse contexto há uma tendência geral para o aumento das camadas da serapilheira com o avanço dos estádios sucessionais e a produção de nutrientes retidas na biomassa também aumenta (MASON, 1980).

O crescimento relativo e habilidade competitiva das diferentes espécies são determinados, em grande parte, pela quantidade de nutrientes absorvidos pelas raízes (SPURR & BARNES, 1980). De acordo com VITOUSEK & WHITE (1981), somente um restrito conjunto de espécies capazes de tolerar níveis de nutrientes extremamente baixos será então capaz de ocupar um sítio em qualquer ponto da sucessão. O investimento no sub-solo (raízes finas e micorrizas) deve ser considerável entre essas espécies.

Cada tipo de distúrbio produz mudanças características no ambiente biótico e no abiótico. Estas mudanças influenciam na composição florística no início da recomposição e desse modo afetam futuras mudanças. Um distúrbio severo que elimina praticamente todos os propágulos das plantas no solo resultará em uma longa e menos previsível sucessão. Por outro lado uma pequena clareira numa floresta tropical resulta em mudanças rápidas e previsíveis (GOMEZ-POMPA & VÁZQUES-YANES, 1981).

Com relação ao processo de decomposição, parece que a qualidade do material decomponível e a qualidade do ambiente, funcionam em direções opostas ao longo do gradiente sucessional. De maneira que o maior conteúdo nutricional favorece uma rápida decomposição nas florestas jovens, enquanto que uma maior atividade microbiana promoveria este processo nas florestas mais desenvolvidas (XULUC-TOLOSA et al., 2003).

3.3 A CICLAGEM DE NUTRIENTES

A ciclagem de nutrientes pode ser definida como a circulação realizada pelos elementos e compostos inorgânicos essenciais para a vida partindo do ambiente para os organismos e destes novamente para o ambiente (ODUM, 1988). Caracteriza-se por ser um fenômeno policíclico formado pelos ciclos: geológico externo - constituído pela entrada de nutrientes via atmosfera, intemperismo geológico do material de origem, e perdas através da lixiviação; biológico - caracterizado pela troca entre planta e solo - e o ciclo interno de absorção e retranslocação pelas árvores. Cada ciclo é composto por subciclos de curto prazo (diários, estacionais) e de longo prazo (SPURR & BARNES, 1980).

Dentro da chamada ciclagem existem diversas vias pelas quais os nutrientes podem retornar ao solo. Pode ser através da serapilheira, lavagem e efeito de lixiviação da chuva nas folhas e troncos das árvores. Além disso, também são adicionados ao solo pela chuva, pela deposição seca e pela morte e decomposição das raízes no solo (SPURR & BARNES, 1980).

A ciclagem de nutrientes é dependente, em grande parte, do ciclo da água, que controla a disponibilidade de nutrientes para as raízes das árvores, sua taxa de movimento através das árvores, as condições sobre as quais a serapilheira é decomposta e o desenvolvimento do perfil do solo, que, em troca, afeta a disponibilidade de nutrientes para as raízes quando a reciclagem é iniciada (SPURR & BARNES, 1980).

Apesar de todas as florestas apresentarem mecanismos para conservar nutrientes, acredita-se que esses mecanismos são altamente desenvolvidos nas florestas tropicais, especialmente aqueles que crescem em substratos pobres em nutrientes (GOLLEY, 1996a). De acordo com JORDAN (1985), para reduzir as perdas de nutrientes do ecossistema, as florestas das áreas oligotróficas dos trópicos úmidos desenvolvem grande biomassa de raízes, concentração de raízes perto da superfície do solo, micorrizas, manutenção de uma complexa comunidade de organismos no solo, folhas resistentes e de longa duração, casca espessa e drenagem rápida do solo. Esses mecanismos fazem parte da estrutura orgânica viva da floresta, de maneira que, quando a floresta é submetida a um distúrbio natural ou

humano, alguns, ou todos, os mecanismos podem ser destruídos (JORDAN & HERRERA, 1981; JORDAN, 1985).

Além desses mecanismos, JORDAN e HERRERA (1981) atentam para a importância da camada de húmus na serapilheira para a manutenção do funcionamento da floresta. Esses autores, avaliando florestas tropicais e temperadas, observaram que nas florestas caracterizadas pela oligotrofia a camada de húmus da serapilheira constituía cerca de 30% do total de matéria orgânica de toda a floresta, enquanto que nas florestas eutróficas essa camada era inexistente.

Em solos muito pobres, como os Espodossolos, a camada de raízes ocorre preferencialmente na camada de húmus. Em áreas com essas características, a ciclagem de nutrientes pode ocorrer de uma forma direta, contribuindo assim para a manutenção do ecossistema (STARK, 1970). De acordo com GOLLEY (1996a), a distribuição de raízes no substrato não é constante com a profundidade. Em florestas tropicais a massa de raízes superficiais tende a diminuir com a profundidade.

Apesar da grande importância das raízes no processo de ciclagem, estudos sobre a contribuição desse componente ainda não tem sido muito explorado. De acordo com SPURR & BARNES (1980), quantificar a mortalidade de raízes é uma tarefa difícil, especialmente as abundantes raízes finas (menores que 0,5 cm). Os sistemas radiciais variam enormemente em sua morfologia, longevidade, atividade e composição, como resultado das diferenças ambientais e das espécies (KILLHAM, 1994). Elas agem como substrato para organismos, aeram o solo, seguram a umidade e podem contribuir com quantidades significativas de nutrientes para o ecossistema (SPURR & BARNES, 1980).

STARK & JORDAN (1978), com o uso de avaliações de isótopos, mostraram que as raízes atuam no sistema de forma a diminuir as perdas de nutrientes por lixiviação. Segundo esses autores, em ambientes tropicais, a destruição da camada de raízes implica em uma desestruturação do ambiente, explicando assim a impossibilidade de manutenção de cultivos agrícolas por longos períodos em ambientes anteriormente povoados por florestas exuberantes.

Os nutrientes utilizados pelas florestas podem ser estocados no solo, na serapilheira ou nas próprias árvores (SPURR & BARNES, 1980). O solo superficial é uma parte dinâmica do ecossistema, contém uma concentração total maior dos

elementos essenciais do que o material de origem, atuando, em parte, como um reservatório de nutrientes (GOLLEY et al., 1978).

A habilidade relativa de diferentes espécies em absorver nutrientes tem sido estudada em muitas partes do mundo. As quantidades dos diferentes nutrientes absorvidos representam uma grande parte na determinação do crescimento relativo e habilidade competitiva de cada espécie (SPURR & BARNES, 1980).

3.3.1 A deposição e os nutrientes da serapilheira

A deposição de serapilheira, assim como a quantificação e qualificação dos nutrientes presentes nela, é o processo mais estudado de todos aqueles que compõem a ciclagem, devido à sua fácil medição e também pelo fato de representar o principal caminho de fluxo de nutrientes (MEENTEMEYER et al., 1982; ODUM, 1988).

A serapilheira pode ser também denominada folhedo, manta, folhiço, litter ou liteira (FERRI, 1974). Podendo ser classificada em: serapilheira fina, representada por folhas, flores, frutos, sementes, inflorescências, gravetos finos e cascas e serapilheira grossa, formada basicamente por galhos e troncos (BRAY & GORHAM, 1964).

De acordo com MEENTEMEYER et al. (1982), a produção de serapilheira é controlada pelo clima e por fatores edáficos. Já BRAY & GORHAM (1964) descreveram diversos fatores que condicionam os padrões de deposição, desde características da espécie estudada, passando por características do ambiente, intervenções nas áreas florestais até idade dos talhões.

O padrão anual de produção de serapilheira é bastante diversificado. Enquanto em florestas decíduas típicas ocorre uma queda total do material em um curto período de tempo, nas florestas perenifólias se observa uma deposição contínua ao longo do ano. No entanto é mais comum se observar situações em que ocorre deposição de material durante todo o ano, com picos de maior ou menor intensidade em alguns períodos (DELITTI, 1989). Além das variações sazonais, BRAY & GORHAM (1964) relatam que variações entre os diferentes anos podem também ocorrer, de modo que deposições anormais em certos anos podem ser

ocasionadas por fortes tempestades, ataques de insetos, secas e baixas temperaturas.

Dos componentes da serapilheira, as folhas, normalmente, constituem a porcentagem mais representativa e tendem a sofrer menores variações nas quantidades depositadas entre diferentes anos (MEENTEMEYER, et al., 1982). Apesar das folhas depositadas representarem uma quantidade menor que a produção de folhas por uma floresta, elas podem servir como um guia dos níveis mínimos da produção líquida total (BRAY & GORHAM, 1964).

Diversos autores observaram que além das diferenças na deposição de biomassa de cada compartimento da serapilheira, também as características nutricionais desses compartimentos podem diferir grandemente entre si. BRITZ (1994), avaliando a serapilheira em uma floresta de restinga, observou que a fração miscelânea concentrava maiores quantidades de nitrogênio, já o P e o K se concentraram mais na fração flores/frutos, enquanto que o Ca nas folhas e também nos ramos e o Mg nas folhas. O autor vinculou esse comportamento às diferentes características de cada compartimento. De acordo com KOHELER & REISSMANN (1992), a concentração dos nutrientes na serapilheira depende de diversos fatores, entre eles a disponibilidade e absorção pelas plantas, lixiviação das copas, redistribuição interna e decomposição.

Diversos estudos têm mostrado que além das concentrações dos nutrientes na serapilheira variarem entre os diferentes compartimentos da serapilheira, também se diferenciam entre as formações florestais, espécies, época do ano, fase de desenvolvimento da floresta e características edafoclimáticas (GOLLEY et al., 1978; BRITZ et al., 1992; BRITZ, 1994; CUNHA, 1997; MORAES et al., 1999; BRUN, 2002; PEZZATTO, 2004; MARTINS, 2004).

A seqüência decrescente de retorno de nutrientes para o solo através da deposição da serapilheira no Brasil em geral tem se apresentado como $N > Ca > K > Mg > P$. Em alguns ambientes as quantidades de Ca superam as de N, podendo haver também inversão nas posições do K e do Mg nessa seqüência (MEGURO et al., 1979; PAGANO, 1989b; CESAR, 1993b; DINIZ et al., 1997b; MORAES et al., 1999).

Segundo VITOUSEK (1982), a separação da serapilheira por espécie é um método que possibilita uma avaliação referente à eficiência relativa das diferentes

espécies que ocupam a área, servindo como informação adicional para a avaliação do ciclo como um todo. Dentre os autores que utilizaram uma metodologia de separação por espécies (ou de uma espécie importante) no Brasil podem ser citados: BRITZ et al. (1992), BRITZ (1994), CUNHA (1997), DIAS & OLIVEIRA FILHO (1997), LOUZADA et al. (1997), VILELLA & PROCTOR (1999), PINTO (2001) e MARTINS (2004).

De acordo com o observado por LOUZADA et al. (1997) existem diferenças entre o padrão de deposição de cada espécie, apesar delas seguirem globalmente o padrão fenológico correspondente à deposição total. O período de máximo aporte é o resultado de picos de queda foliar das diferentes espécies ocorrerem de modo sucessivo. Dessa forma as entradas de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes são mantidas continuamente resultando em certa estabilidade dos processos de decomposição.

3.3.2 A Decomposição da Serapilheira

Decomposição refere-se aos processos físicos e químicos envolvidos na redução da matéria orgânica morta da vegetação e animais a seus elementos químicos constituintes (GOLLEY, 1996b). Assim, MASON (1980) explica que os organismos mortos são decompostos em partículas grandes, daí em partículas menores e, finalmente, em pequenas moléculas.

Na floresta, o material senescente da planta cai sobre a superfície do solo, onde se decompõe liberando nutrientes que são incorporados lentamente na estrutura do solo (DIX & WEBSTER, 1995). Desse modo, os constituintes das plantas representam a matéria prima para a alimentação dos organismos e para a produção de matéria orgânica do solo, podendo esses serem divididos em três grupos principais: conteúdo celular, reservas alimentícias e parede celular e material estrutural (RUSSEL & RUSSEL, 1968).

Segundo MASON (1980), a decomposição pode ser dividida em três processos básicos que ocorrem simultaneamente: lixiviação, que é a perda de material solúvel do detrito pela ação da água da chuva; intemperismo, que é a ruptura mecânica dos detritos devido a fatores físicos; ação biológica, que resulta na fragmentação gradual e oxidação dos detritos por organismos vivos. Esses

processos ocorrem de tal forma que, de acordo com o proposto por ODUM (1988), podem ser distinguidas três diferentes fases que seriam: 1) formação de detritos particulados por ação física e biológica, acompanhada da liberação de matéria orgânica dissolvida; 2) formação relativamente rápida do húmus e liberação de mais compostos orgânicos solúveis pelos saprófitos; 3) mineralização do húmus em ritmo mais lento.

Durante as primeiras fases da decomposição ocorre uma rápida diminuição no peso do material devido à perda de componentes removidos pelo processo abiótico da lixiviação (MASON, 1980). Em seguida ocorre uma dramática diminuição na velocidade de decomposição, pois os compostos mais resistentes são decompostos lentamente e tendem a se acumular no solo de forma parcialmente decomposta (IGUE, 1983). Dos componentes do material disponível à decomposição, os lipídios, açúcares e proteínas decompõem-se facilmente, mas a celulose e a lignina são trabalhadas de forma bastante lenta (ODUM, 1988).

A decomposição da serapilheira é regulada por uma variedade de fatores. Entre eles pode-se citar o conteúdo químico e estrutural da serapilheira, fatores que controlam a temperatura e resposta da macro e microfauna do solo (MEENTEMEYER, 1978; MASON, 1980; SPURR & BARNES, 1980).

Num estudo em grande escala, realizado no Canadá por TROFYMOW et al. (2002), a quantidade de material remanescente variou de acordo com diferenças climáticas, sendo que a temperatura média anual foi o melhor fator isolado para prever a massa remanescente. Para um modelo com duas variáveis a temperatura média anual e a precipitação se enquadraram melhor na predição.

Nas regiões onde ocorrem altas temperaturas ao longo do ano, onde não há fatores limitantes, diversos processos biológicos podem ocorrer continuamente; dentre esses pode ser citada a atividade de decompositores. Com a atividade contínua dos decompositores ocorre também uma liberação contínua de nutrientes e um alto potencial de lixiviação e reciclagem (JORDAN, 1985).

Fatores microclimáticos têm sua importância ressaltada por HENROT & BRUSSAARD (1997). De acordo com esses autores, a temperatura e a umidade do solo podem ter um efeito pronunciado na velocidade de decomposição. Também PAUL et al. (2002), em sua revisão, constataram que o reflorestamento de uma área

pode ocasionar mudanças no microclima, refletindo na velocidade de decomposição do material vegetal.

Há indicações de que o tipo de solo possa ter influência sobre a decomposição. Para ZINN et al. (2002), a intensidade de perda de carbono orgânico do solo nas camadas superficiais do solo foi dependente do conteúdo de argila. Os autores concluem que menores mudanças no conteúdo de C se devem ao fato do mesmo ser fortemente aderido à superfície dos colóides, tornando-se pouco disponível para os decompositores.

LOCKABY et al. (1996) constataram a influência do hidroperíodo na degradação da lignina e da celulose, sendo que a decomposição destes compostos parece ser estimulada por pequenos períodos de inundação.

Estudos sobre a dinâmica de produção e desaparecimento de raízes finas mostram que ocorre sazonalidade nesses processos, ocorrendo maior produção e decomposição em estações mais quentes (SINGH et al., 2000; STEVENS et al., 2002). Para VANLAUWE et al. (1997) o início da estação seca demarcou uma estagnação no processo de perda de matéria seca e N.

Muitos estudos apontam para diferenças no padrão de decomposição de cada espécie (BRIONES & INESON, 1996; CHEN et al., 2002; TROFYMOW et al. 2002; ZINN et al. 2002; XULUC-TOLOSA et al. 2003). Espécies pioneiras tendem a se decompor mais rapidamente que aquelas típicas de estádios sucessionais mais avançados (XULUC-TOLOSA et al., 2003).

Várias características dos materiais vegetais vêm sendo utilizadas como índices de qualidade para prever a velocidade de decomposição. Entre elas pode-se citar a concentração total de carbono, concentração de lignina, conteúdo inicial de N, relações lignina/N, C/N e C/P (MELILLO et al., 1982; BRIONES & INESON, 1996; KING, et al., 1997; KURKA, et al., 2000; CHEN, et al., 2002; TROFYMOW et al., 2002).

A macro e microfauna do solo envolvidas nos processos de decomposição são conhecidos como decomponentes, redutores ou saprófitos (MASON, 1980). As comunidades de organismos decomponentes que existem na biosfera consistem em muitas espécies, entre mamíferos, insetos e outros artrópodes, minhocas, fungos e bactérias, que, pela sua ação seqüencial, conseguem realizar a decomposição completa do material decomponente (SPURR & BARNES, 1980; ODUM, 1988).

Durante o processo de decomposição, o substrato muda continuamente, tanto física como quimicamente, de tal maneira que sua adequação para a colonização pelos diversos organismos também muda. Em consequência disso, aparece uma sucessão de organismos (MASON, 1980).

Inicialmente, as minhocas e outros animais do solo têm importante papel em reduzir o tamanho do material fresco (STEVENSON, 1985). A assimilação seletiva de nutrientes por animais tem como resultado um material de composição química (e física) diferente, disponível à microflora (MASON, 1980). Num estágio secundário, as transformações são conduzidas pelas enzimas produzidas pelos microorganismos. A fase inicial do ataque microbiano é caracterizada pela perda rápida de substâncias orgânicas prontamente decomponíveis, enquanto que o estágio final é caracterizado pela decomposição gradual das partes mais resistentes das plantas no qual os actinomicetos e fungos têm um importante papel (STEVENSON, 1985).

A liberação de nutrientes dos restos de matéria orgânica no solo é um passo crítico no funcionamento do ecossistema. Se os nutrientes são liberados muito rapidamente podem ser perdidos através da lixiviação no solo ou volatilização; por outro lado, se a decomposição é muito lenta, quantidades insuficientes de nutrientes se tornam disponíveis para as plantas, resultando em baixo crescimento das mesmas (JORDAN, 1985).

Como o processo de decomposição regula a quantidade de matéria orgânica no solo, nas regiões tropicais ele se torna ainda mais importante. Devido à baixa atividade da fase mineral e às restrições das condições químicas comumente encontradas nos solos das regiões tropicais, o carbono orgânico do solo desempenha o papel principal em todos os processos edafológicos, como de agregação e de suprimento de nutrientes para as plantas. Sua importância aumenta ainda mais quando ocorrem perdas de fertilidade (ZINN et al., 2002).

Um dos resultados da ocorrência das diversas fases de decomposição na serapilheira do solo é a formação dos horizontes orgânicos do solo, que se diferenciam entre si pela aparência física e características químicas (DIX & WEBSTER, 1995). O desenvolvimento desses horizontes é influenciado pela qualidade do material depositado, assim como pelas características químicas e físicas do solo (JABIOL et al., 1995; KINDEL & GARAY, 2002).

O perfil orgânico pode apresentar os horizontes L - constituído de restos foliares pouco decompostos ou sem características visíveis de decomposição, além de restos lenhosos, de modo que a forma original do material é facilmente reconhecível a olho nu; F – formado por restos vegetais, sobretudo de origem foliar, mais ou menos fragmentados, mas ainda reconhecíveis a olho nu, no entanto misturado com proporções de até 70 % de matéria orgânica fina e H – horizonte com mais de 70 % de matéria orgânica fina (BABEL, 1970; JABIOL et al., 1995).

A serapilheira pode permanecer meses e até anos na superfície do solo antes de se decompor completamente e seus resíduos serem finalmente incorporados ao solo mineral (SPURR & BARNES, 1980; DIX & WEBSTER, 1995). Desse modo, a quantidade de matéria orgânica morta acumulada sobre o solo é uma função do balanço entre produtividade e a taxa de decomposição (JORDAN, 1985). Ela se acumula sobre o solo até que a deposição e a decomposição sejam igualadas; depois disso a quantidade acumulada sofre oscilações em torno de um valor médio em equilíbrio dinâmico (EWEL, 1976).

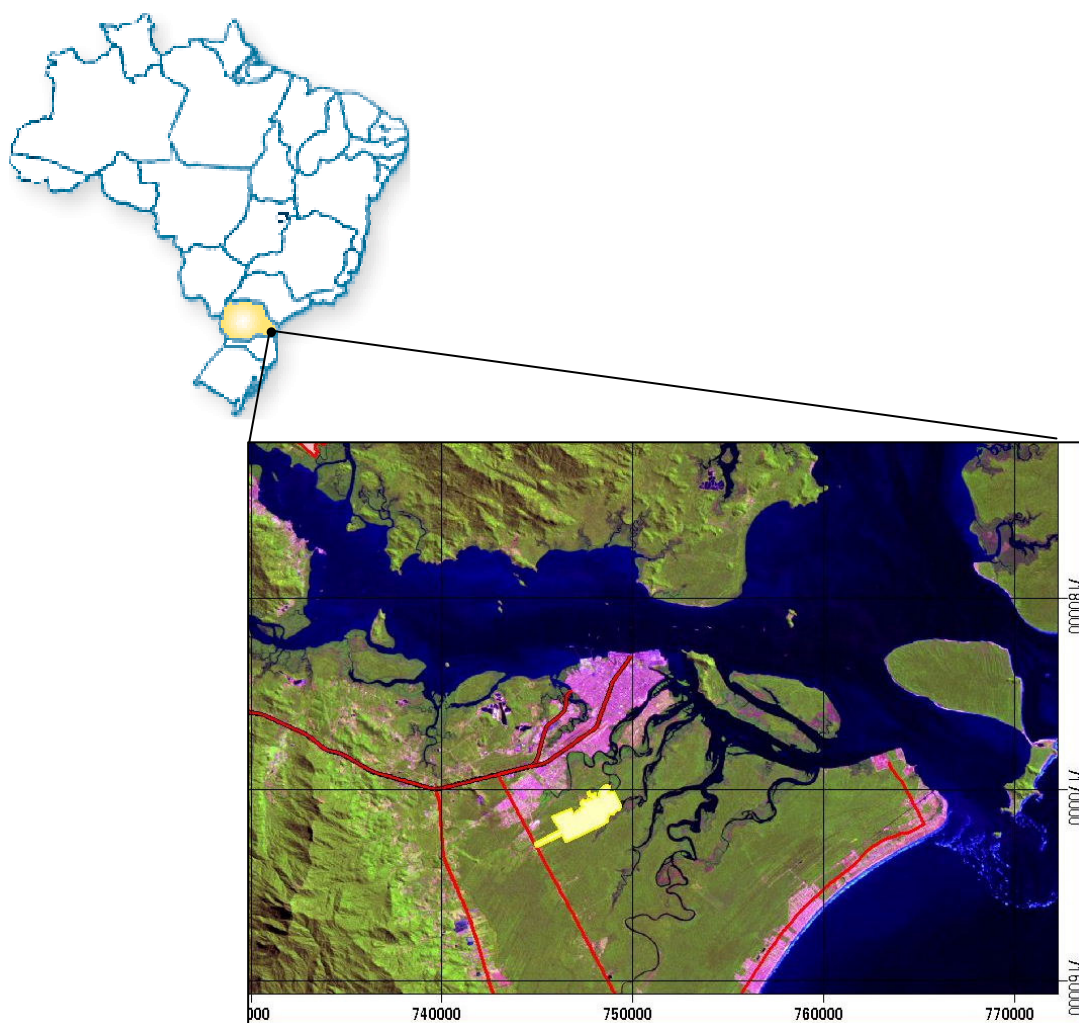
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se no retângulo envolvente formado pelas coordenadas $25^{\circ}34'/25^{\circ}35'40''$ Sul e $48^{\circ}33'44''/48^{\circ}31'12''$ a Oeste de Greenwich. Município de Paranaguá, estado do Paraná.

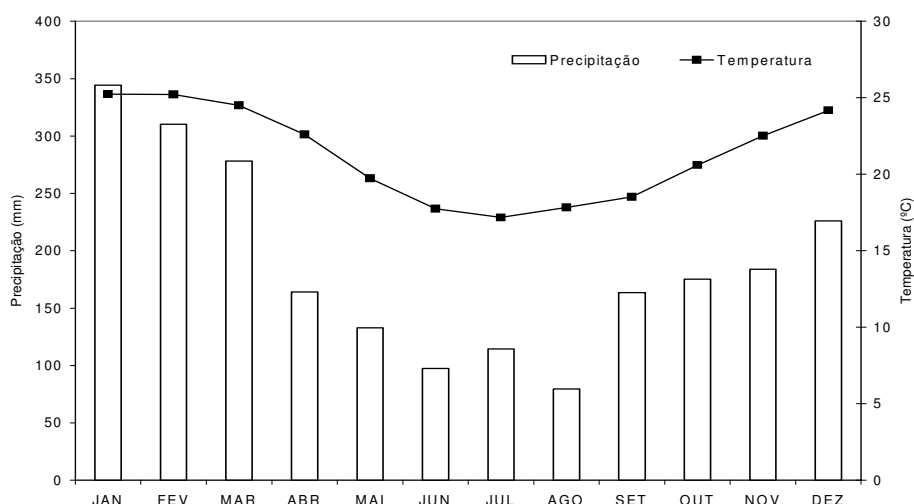
Este estudo foi realizado em tipologias florestais localizadas na unidade de conservação gerenciada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) denominada Floresta Estadual do Palmito. Esta unidade possui uma área de 530 ha situada sobre a planície costeira, à beira da rodovia PR 407 (Figura 4.1).

FIGURA 4.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO - PARQUE ESTADUAL DO PALMITO, PARANAGUÁ, PR



O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen, descrito como clima subtropical úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio entre a -3°C e 18°C e precipitação do mês menos chuvoso superior a 60mm (IAPAR, 2006) (Figura 4.2).

FIGURA 4.2 - VARIAÇÕES MÉDIAS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA EM PARANÁGUÁ, DE 1976 A 2006



A vegetação original desta área foi descrita segundo o IBGE (1992) como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas. Atualmente a área se caracteriza por um mosaico formado por diferentes tipologias florestais.

Para realização das avaliações foram distribuídas três parcelas experimentais, alocadas cada uma em uma tipologia florestal distinta, caracterizadas por vegetação com diferenças florísticas e estruturais. Cada parcela foi subdividida em dez subparcelas de 100 m² e as tipologias nomeadas de acordo com as características da vegetação (Figura 4.3):

- a) Inicial: Formação Pioneira, sendo *Ilex theezans* Marth a espécie tipicamente dominante e outras três com alto valor de importância: *Ternstroemia brasiliensis* Cambess, *Andira anthelminthica* Benth e *Ocotea pulchella* Marth. Com um total de 15 espécies, esta área se caracteriza por um único estrato arbóreo sendo a altura média das árvores em torno de 5,0 m. Rara ocorrência de epifitismo e luminosidade alta. Histórico de dois cortes rasos, com queima posterior à última intervenção.

- b) Média: presença de dois estratos arbóreos distintos. Ocorrência de 22 espécies entre pioneiras e secundárias. Dominância de *Ilex theezans*, porém menos marcante que na tipologia Inicial, outras espécies importantes são a *Ternstroemia brasiliensis*, *Rapanea venosa*, *Gomidesia shaueriana* Berg. e *Clusia criuva* Camb. Grande quantidade de bromélias no solo e presença de epifitismo. Ambiente mais sombreado e com regeneração natural em toda a área. A altura média das árvores é de aproximadamente 8,5 m. Histórico de um corte raso com utilização agrícola de aproximadamente quatro anos.
- c) Avançada: três estratos distintos, grande presença de bromélias, epífitas e trepadeiras. Ocorrência de mais de 50 espécies arbóreas, sem dominância clara de qualquer uma delas. Algumas espécies marcantes são a *Ocotea aciphylla*, *Tapirira guianensis* Aubl, *Andira anthelmintica* e *Euterpe edulis* Marth. Altura média das árvores de aproximadamente 10,0 m. Histórico de corte seletivo (WISNIEWSKI et al., 1997).

FIGURA 4.3 - TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ. A) TIPOLOGIA INICIAL; B) TIPOLOGIA MÉDIA; C) TIPOLOGIA AVANÇADA.



Todas as tipologias estão situadas sobre Espodossolo Órtico Carbico. No entanto existem diferenças entre os solos das tipologias quanto a espessura e profundidade dos diferentes horizontes. Também podem ser observadas diferenças quanto ao grau de consistência do horizonte Bh, que é mais consistente na tipologia Avançada e menos consistente na Inicial. Além disso, na tipologia Avançada o lençol freático se encontra mais próximo da superfície do solo em relação às demais (WISNIEWSKI et al., 1997; WISNIEWSKI et al., 2001; SCHWARZBACH, 2005).

As características granulométricas e as características químicas do horizonte A dos solos das três tipologias podem ser observadas nas Tabelas 4.1 e 4.2, respectivamente.

TABELA 4.1 - FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DO HORIZONTE A (0,0 a 8,0 cm) DE ESPODOSSOLO (%) SOB TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

TIPOLOGIA	AREIA	SILTE	ARGILA
	%		
INICIAL	84	12	4
MÉDIA	84	12	4
AVANÇADA	78	19	3

FONTE: WISNIEWSKI et al., 1997.

TABELA 4.2 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CAMADA DE 0,0 A 2,5 cm DO HORIZONTE A DE ESPODOSSOLO SOB TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

TIPOLOGIA	pH	Al ³⁺	H + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	C	N	P	C/N	V%
		cmolc.dm ⁻³					g.dm ⁻³	g.kg ⁻¹	mg.dm ⁻³		
INICIAL	3,8	0,4	11,3	3,3	2,4	0,17	65,9	1,9	11,6	35	35
MÉDIA	2,9	1,8	17,8	0,3	0,7	0,15	71,1	2,4	7,8	30	8
AVANÇADA	3,1	1,3	19,8	0,6	1,6	0,21	69,7	2,5	8,8	28	11

FONTE: WISNIEWSKI et al., 1997.

4.2 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA

Para a estimativa da quantidade de serapilheira produzida foram utilizados 60 coletores de estrutura de PVC com tela de nylon de 2 mm², com área de coleta de 50 x 50 cm e altura de 50 cm (Figura 4.4). Foram distribuídos 20 coletores por parcela, ou seja, 2 coletores por sub-parcela, totalizando uma área de coleta de 5 m² em cada tipologia.

As coletas foram realizadas a cada três semanas, durante o período de julho de 2003 a dezembro de 2004. A serapilheira recolhida dos coletores foi acondicionada em sacos plásticos formando uma única amostra por parcela. As amostras correspondentes à última data de coleta (9/12/2004) foram perdidas acidentalmente.

Em laboratório, as amostras foram secas parcialmente, em temperatura ambiente, e triadas para três frações: Ramos e Frutos, Folhas e Miscelânea. A fração Miscelânea constituiu o material não selecionado para as demais frações, o que inclui pequenos fragmentos de folhas, sementes, flores, corpos de insetos, fezes de animais, dentre outros materiais não identificados.

A fração folhas foi separada por espécie vegetal, sendo as espécies selecionadas de acordo com os seguintes critérios:

a) maior valor de importância (densidade relativa + dominância relativa + frequência relativa), visto que este valor é bastante representativo da posição fitossociológica do indivíduo na floresta;

b) ocorrência das espécies selecionadas nos coletores de serapilheira.

As espécies não selecionadas foram agrupadas em uma única fração denominada Outras Espécies. As espécies selecionadas para a avaliação, assim como seus respectivos valores de densidade relativa, frequência relativa, dominância relativa, área basal e valor de importância, são apresentadas em destaque (negrito) na Tabela 4.3.

O material triado foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa a 60°C ± 5°C até a obtenção de peso constante. Cada fração foi pesada em balança de precisão de 0,01g e, para estimativa da quantidade de serapilheira depositada, os dados foram extrapolados para kg.ha⁻¹.

TABELA 4.3 – PRINCIPAIS ESPÉCIES ARBÓREAS PRESENTES EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ E RESPECTIVOS VALORES DE DENSIDADE RELATIVA (DR), FREQUÊNCIA RELATIVA (FR), DOMINÂNCIA RELATIVA (DOMR), ÁREA BASAL E VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI).

Tipologia	Espécie Seleccionada	DR (%)	FR (%)	DomR (%)	Área basal	VI
Inicial	<i>Ilex theezans</i> Mart.	77,48	14,71	67,38	3,580	159,56
	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess	6,76	14,71	7,78	0,413	29,24
	<i>Andira anthelminthica</i> Benth	2,25	11,76	13,84	0,735	27,85
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	4,50	8,82	3,21	0,170	16,54
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	2,25	8,82	1,19	0,063	15,20
	<i>Psidium cattleianum</i>	1,35	8,82	0,48	0,026	10,66
	<i>Clethra scabra</i>	1,35	5,88	0,70	0,037	7,93
	<i>Ilex cf. maritima</i>	0,45	2,94	1,92	0,102	5,31
	<i>Guarea macrophylla</i>	0,45	2,94	1,36	0,072	4,75
	<i>Gomidesia shaueriana</i> Berg	0,90	2,94	0,48	0,025	4,32
Média	<i>Ilex theezans</i> Mart.	29,32	7,14	36,42	12,62	72,88
	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess	13,41	7,14	11,10	3,848	31,65
	<i>Rapanea venosa</i>	15,45	7,14	7,40	2,564	29,99
	<i>Gomidesia shaueriana</i> Berg	13,64	7,14	8,87	3,074	29,65
	<i>Andira anthelminthica</i> Benth	2,05	5,71	19,16	6,641	26,92
	Morta	6,82	7,14	2,96	1,025	16,92
	<i>Clusia criuva</i> Camb.	3,86	7,14	3,40	1,179	14,41
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	3,18	5,71	4,35	1,509	13,25
	<i>Psidium cattleianum</i>	2,05	7,14	1,18	0,408	10,37
	Cauninha	1,82	4,29	2,29	0,794	8,39
Avançada	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	7,30	4,17	17,61	6,575	29,08
	<i>Geonoma cf. elegans</i>	20,87	4,17	2,60	0,970	27,64
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Ness) Mez.	3,30	4,17	12,99	4,851	20,47
	Morta	7,48	4,17	7,45	2,781	19,10
	<i>Andira anthelminthica</i> Benth	5,22	4,17	8,83	3,296	18,21
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	2,61	3,65	10,30	3,846	16,56
	Myrtaceae	6,78	4,17	1,51	0,562	12,46
	<i>Euterpe edulis</i>	4,00	4,17	4,27	1,594	12,44
	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	2,09	3,13	4,17	1,557	9,38
	<i>Didimopanax angustissimum</i> Marchal	2,09	3,13	3,32	1,240	8,53

FONTE: WISNIEWSKI et al., 1997

NOTA: Espécies em negrito correspondem àquelas seleccionadas para o estudo de deposição de fitomassa.

4.2.1 Análises Químicas da Serapilheira Depositada

As amostras de serapilheira correspondentes ao período de janeiro a dezembro de 2004 foram submetidas a análises químicas de N, P, K, Ca, Mg e Na no Laboratório de Biogeoquímica e Nutrição de Plantas (LABINP) do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

Para a realização das análises as amostras foram agrupadas de acordo com cada fração e tipologia florestal, por estação do ano. As amostras foram moídas e armazenadas até o momento da análise.

Os conteúdos de N total foram determinados por digestão sulfúrica e destilação pelo método de Kjeldhal. Para as análises de P, K, Ca, Mg e Na o procedimento utilizado foi o método de digestão via seca, conforme descrito por PERKIN-ELMER (1976). Para a determinação de Ca e Mg utilizou-se a espectrofotometria de absorção atômica em espectrofotômetro de absorção atômica AA-6200 Shimadzu e para o K e Na a espectrofotometria de emissão, em equipamento Perkin Elmer 2380. O P foi determinado por colorimetria em espectrofotômetro UV/VIS Shimadzu modelo 1240-Mini.

A quantidade de nutrientes depositada via serapilheira foi estimada através da multiplicação da concentração do nutriente pela quantidade de fitomassa depositada por estação do ano, para cada fração.

4.3 SERAPILHEIRA ACUMULADA

Para a estimativa da quantidade de serapilheira acumulada foram realizadas coletas do material orgânico depositado sobre o solo. Com o uso de um gabarito de 50 X 50 cm foram coletados os horizontes L, F e H em 5 pontos distintos em cada parcela. As coletas foram realizadas a cada 6 semanas no período de julho a novembro de 2003 (Figura 4.5).

No LABINP as amostras foram secas parcialmente a temperatura ambiente e triadas sobre uma peneira de malha metálica de 4 mm. As frações triadas receberam as seguintes denominações:

FR – folhas da camada L, com aparência de recém caídas;

FD – folhas das camadas L e F com características de decomposição visíveis, fragmentos maiores ou iguais a 4 mm;

RFS – ramos com diâmetro menor ou igual a 15 mm, frutos e sementes;

MA – pedaços de madeira e ramos com diâmetro acima de 15 mm;

RA – raízes;

PE – partículas menores que 4 mm, ou seja, que passavam pela peneira.

Em seguida, o material triado foi acondicionado em sacos de papel e seco em estufa a $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ até a obtenção de peso constante.

Cada fração foi pesada em balança de precisão de 0,01 g. Os valores, obtidos foram transformados em $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para a estimativa anual da serapilheira acumulada no solo.

Devido à excessiva quantidade de material e dificuldades na triagem do material mais fragmentado optou-se por mudanças na metodologia de coleta e de triagem. De janeiro a novembro de 2004 foram então coletados apenas os horizontes L e F do perfil orgânico, mantendo-se o mesmo número de amostras por tipologia florestal e o mesmo intervalo entre as coletas. No laboratório as triagens passaram a ser realizadas sobre uma peneira de malha plástica de 9 mm de abertura, o que resultou em mudanças nas características das frações FD e PE, que passaram então a apresentarem as seguintes características:

FD – folhas das camadas L e F com características de decomposição visíveis, com fragmento maiores ou iguais a 9 mm;

PE – partículas menores que 9 mm.

Foi descontado da fração PE a quantidade de material mineral interferente no peso, nas amostras correspondentes ao ano de 2004. Após homogeneização e moagem, foram pesados aproximadamente 5g de cada amostra da fração PE em cadinho de porcelana. O material pesado foi queimado em mufla à 700°C por três horas. As cinzas foram então filtradas em papel-filtro previamente pesado. Após a filtragem completa o papel-filtro com o resíduo mineral foi seco em estufa a $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ e posteriormente pesado. Foi então elaborado o fator de correção aplicado nas amostras da fração PE, segundo a fórmula.

$$\text{MS da fração PE} = \text{PE}_i - (\text{PE}_i \cdot (\text{R/A})) \quad (1)$$

Sendo: MS da fração PE a massa seca da fração PE após correção; PEi a massa seca da fração PE sem correção; R o resíduo da amostra após a queima e filtragem e A o peso da amostra submetida a queima. Todos os valores em g.

FIGURA 4.4 - COLETOR DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA.



FIGURA 4.5 - COLETA DE SERAPILHEIRA ACUMULADA.



4.4 DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA

Para estimar a decomposição do material acumulado sobre o solo foi utilizada a equação desenvolvida por JENNY et al. (1949) e OLSON (1963), admitindo-se situação de equilíbrio:

$$k = L / X_{ss} \quad (2)$$

Sendo k o coeficiente de decomposição, L a quantidade de serapilheira produzida anualmente em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e X_{ss} a quantidade de serapilheira acumulada em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Para obtenção do fator L foram utilizados os valores de fitomassa seca total da serapilheira depositada nos coletores, correspondentes ao ano de 2004 (ver seção 4.2). Para obtenção do fator X_{ss} foi utilizado o valor médio da serapilheira acumulada ao longo do ano de 2004, correspondente aos horizontes L e F (ver seção 4.3).

O tempo necessário para renovação do estoque de serapilheira foi obtido através da equação preconizada por HOPKINS (1966):

$$k' = 1/k, \text{ em anos} \quad (3)$$

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise estatística foi realizada com o emprego do *software* STATGRAPHICS Plus 4.1. Após o emprego do teste de Bartlett e ANOVA, as médias das concentrações de nutrientes foram comparadas através do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O delineamento considerado foi inteiramente casualizados utilizando como repetições as estações do ano.

Com o uso do mesmo *software*, calculou-se os coeficientes de variação das frações de serapilheira acumuladas em cada estação dos anos de 2003 e 2004. Esse procedimento foi adotado para cada uma das três tipologias florestais estudadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA

As quantidades das diferentes frações de serapilheira depositadas nas tipologias Inicial, Média e Avançada, nas diferentes estações do ano, ao longo do período de estudo são apresentadas na Tabela 5.1. Os valores relacionados para a primavera de 2004 estão subestimados devido à perda acidental de todo o material corresponde à última data de coleta do período de estudo.

O total de serapilheira produzido no período de estudo foi de 8196 kg.ha⁻¹ na tipologia Inicial, 11622 kg.ha⁻¹ na tipologia Média e 10355 kg.ha⁻¹ na Avançada. O que em valores médios representa 5340 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, 8114 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 6900 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente. Diversos autores listaram as quantidades anuais de serapilheira depositadas em florestas tropicais e subtropicais, no Brasil e em outros países (MEGURO et al., 1979; VARJABEDIAN & PAGANO, 1988; DELITTI, 1989; DOMINGOS et al., 1990; MORELLATO, 1992; DURIGAN et al, 1996; DINIZ & PAGANO, 1997; FLOSS et al., 1999; MORAES et al., 1999; FIGUEIREDO FILHO, et al., 2003) mostrando que existe uma enorme variação de deposição nos diferentes ambientes, desde 3210 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, em campo cerrado em Mogi-Guaçu-SP, até 21000 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, em floresta de terra firme na Amazônia.

A maior deposição observada nas tipologias Média e Avançada parece estar relacionada com a estrutura dessas tipologias. RAMOS et al. (2003) observaram, na mesma área do presente estudo, maiores diâmetros, alturas e, conseqüentemente, volumes nas tipologias mais avançadas. Essas características condicionam um ambiente diferenciado nas tipologias mais avançadas, como um dossel mais desenvolvido, o que resultaria em uma maior deposição dos componentes da serapilheira. Alguns autores observaram uma tendência de maior deposição de serapilheira em ambientes que apresentavam maior área basal ou volume de madeira (SCHLITTLER et al., 1993a; MORAES et al., 1999; WERNECK et al. 2001; PEZZATTO, 2004). Por outro lado, DIAS & OLIVEIRA FILHO (1997) não conseguiram correlações significativas com a área basal e o total de serapilheira produzida, mas obtiveram correlações positivas entre esta variável e a produção de folhas por duas espécies avaliadas separadamente. Os autores acreditam que a

grande aleatoriedade do material lenhoso computado para serapilheira total contribuiu para o aumento dos desvios nas correlações.

TABELA 5.1 - FITOMASSA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES PRESENTES NA SERAPILHEIRA DEPOSITADA ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) AO LONGO DAS ESTAÇÕES DOS ANOS DE 2003 E 2004, EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

TIP.	FRAÇÃO	2003		2004				MÉDIA ($\text{kg}\cdot\text{ha}\cdot\text{ano}^{-1}$)
		INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	
INICIAL	<i>Andira anthelminthica</i>	1,8	140,5	61,6	3,1	5,1	7,5	142,1
	<i>Ilex theezans</i>	336,1	1491,6	990,7	293,3	558,0	844,7	2899,1
	<i>Ocotea pulchella</i>	10,9	21,6	45,8	10,3	12,0	14,2	85,4
	<i>Pera glabrata</i>	44,8	86,1	7,4	20,8	28,3	14,1	114,8
	<i>Ternstroemia</i>	176,3	420,6	79,4	62,3	129,1	182,1	595,8
	Outras espécies	62,6	91,5	132,7	81,8	159,0	148,0	445,0
	Miscelânea	14,6	58,4	56,3	57,2	29,5	93,3	211,3
	Ramos e Frutos	35,1	324,5	182,3	399,7	88,2	81,6	846,8
	TOTAL	682,2	2634,6	1556,1	928,5	1009,2	1385,4	5340,3
MÉDIA	<i>Andira anthelminthica</i>	49,8	354,1	91,5	62,0	33,2	24,6	384,3
	<i>Clusia criuva</i>	8,3	18,2	12,0	21,3	13,0	10,7	58,3
	<i>Gomidesia shaueriana</i>	40,2	125,5	135,1	114,0	62,3	58,2	392,2
	<i>Ilex theezans</i>	391,2	1133,6	837,6	635,0	427,1	849,5	2873,2
	<i>Ocotea pulchella</i>	25,0	31,9	78,9	22,5	17,8	13,6	145,5
	<i>Rapanea venosa</i>	26,0	68,8	29,2	58,8	21,7	11,5	152,1
	<i>Ternstroemia</i>	37,7	76,7	42,0	52,9	66,7	93,4	232,1
	Outras espécies	125,5	291,7	292,8	278,7	209,3	227,2	998,4
	Miscelânea	79,1	382,2	171,1	228,5	74,9	334,1	834,7
Ramos e Frutos	125,5	794,3	395,9	1046,8	163,3	118,3	2043,4	
TOTAL	908,2	3276,9	2086,0	2520,6	1089,2	1741,0	8114,2	
AVANÇADA	<i>Andira anthelminthica</i>	1,5	25,9	114,0	22,6	18,0	37,9	178,3
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	4,0	26,4	35,2	23,0	7,8	24,0	89,4
	<i>Didimopanax</i>	122,4	235,6	47,3	27,3	59,5	133,7	350,2
	<i>Ocotea aciphylla</i>	70,0	276,0	238,1	138,3	80,2	187,9	683,5
	<i>Ocotea pulchella</i>	45,8	98,4	186,5	56,9	45,1	46,0	361,0
	<i>Tapirira guianensis</i>	44,4	284,4	47,2	83,5	163,8	211,1	482,6
	Outras espécies	461,1	1124,7	545,0	457,5	405,8	412,8	2204,8
	Miscelânea	147,3	415,9	342,4	166,1	97,4	174,0	925,8
	Ramos e Frutos	168,1	739,4	286,2	627,1	239,0	275,5	1624,3
TOTAL	1064,6	3226,8	1841,9	1602,4	1116,6	1503,1	6899,9	

O mesmo padrão sazonal caracterizou as três tipologias estudadas, ou seja, maiores deposições nos períodos de primavera e verão (Figura 5.1). A sazonalidade na deposição de serapilheira no Brasil vem sendo amplamente discutida. Em muitas florestas há uma tendência de maior deposição da serapilheira ao final ou durante os períodos de seca, no entanto esta característica está mais restrita as formações florestais semidecíduais ou decíduais (PAGANO, 1989a; MORELLATO, 1992; CESAR, 1993a; SCHLITTLER et al., 1993a; TREVISAN, 1998; BACKES, 2001; WERNECK et al., 2001; KÖNIG, et al., 2002a). Em alguns casos não foi observada grande variação na deposição de serapilheira ao longo do ano (MEGURO et al.,

1979; VARJABEDIAN e PAGANO, 1988). Em contrapartida em algumas florestas de caráter perenifólio e outras semidecíduas, os períodos de maior deposição coincidem com as épocas de maior umidade (BRITTEZ et al., 1992; CUNHA et al., 1993; BRITTEZ, 1994; DIAS & OLIVEIRA FILHO, 1997; SCHUMACHER et al., 2001; MARTINS et al., 2003; PINTO & MARQUES, 2003), o que BRITTEZ (1994) sugere ser uma estratégia do ambiente para aproveitamento dos recursos nutricionais disponíveis na serapilheira em períodos de maior crescimento da vegetação. Apesar de alguns autores sugerirem que a sazonalidade de deposição esteja vinculada às variáveis climáticas, nenhuma ou baixas correlações foram obtidas entre esses fatores nos estudos citados. Sendo assim, PAGANO (1989a), baseado na hipótese de que os ecossistemas ao longo do processo evolutivo desenvolveram estratégias que permitem que processos vitais não sejam afetados pelas condições climáticas que diferem das condições normais (SANTOS et al., 1984), afirma que a existência de uma estratégia de produção sazonal de serapilheira pode ser independente das variações climáticas de um determinado ano, estando assim, a deposição mais relacionada com as variações climáticas históricas. Por outro lado, SCHEER (2005) estudando fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Aluvial, obteve algumas correlações entre a deposição de serapilheira e condições climáticas de até dez meses anteriores e dois meses posteriores ao evento. O autor acredita que essas correlações podem ser devidas a respostas tardias das plantas aos estímulos externos sofridos, além de uma adaptação das diferentes espécies às condições climáticas do meio somadas a manifestações de impulsos hereditários dos indivíduos.

A fração Folhas representou a maior parte da serapilheira nas três tipologias. Em todo o período foram estimados $6775 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de folhas depositados na tipologia Inicial, $7708 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na Média e $6677 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na Avançada, o que corresponde em média a 83%, 66% e 64% do total da serapilheira nas respectivas tipologias. Assim como observado por CUNHA (1997), TOLEDO et al. (2002) e PEZZATTO (2003), também nesse estudo ocorreu uma tendência de diminuição da porcentagem correspondente à fração Folhas nas tipologias mais avançadas. O alto valor para essa fração na tipologia Inicial é comparável aos obtidos por WERNECK et al. (2001): 79% e SOUZA & DAVIDE (2003): 95%. Esse comportamento deve estar

ligado à rápida renovação foliar das espécies pioneiras presentes na área (MARTINS & RODRIGUES, 1999). Outro aspecto que contribui para essa grande representatividade da fração Folhas é a pequena contribuição das demais frações em termos de fitomassa nessa tipologia, em que os ramos são mais finos e há uma menor produção de frutos em comparação com as demais tipologias. Já as porcentagens obtidas para as outras duas tipologias são muito similares a diversos estudos realizados no Brasil em diferentes formações florestais, como BRITZ et al. (1992): 62,2%; CESAR (1993a): 64,6%; CUNHA et al. (1993): 66%; DINIZ & PAGANO (1997): 66,3% e KÖNIG et al. (2002a): 67,8%. MEENTEMEYER et al. (1982), com o uso de equações, estimaram um percentual de 70% de folhas na serapilheira total depositada nas diferentes formações florestais do mundo. No entanto, admitem que este valor pode variar em algumas regiões. No caso dos trópicos úmidos esse percentual deve ser menor.

A fração Folhas dominou o padrão de deposição nos três fragmentos, sendo este fenômeno para a maioria das espécies um evento contínuo, mas variável. De maneira geral, as espécies nas três tipologias contribuíram com maior pico de intensidade de queda de folhas em NOV-DEZ/2003 e SET-OUT/2004. Para algumas espécies os picos de deposição ocorreram em outros períodos, como a *O. pulchella* em JAN-MAR/2004 nas três tipologias e *A. anthelminthica* em JAN/2004 na tipologia Avançada. Já as espécies *C. brasiliense* e *O. aciphylla* na tipologia Avançada, apresentaram um terceiro pico de deposição em MAR/2004 (Figuras 5.2 e 5.3). Épocas distintas de maior deposição de folhas também foram observadas entre algumas espécies estudadas por BECKER & MORELLATO (2002) na Floresta Atlântica. Esses autores também observaram que cada espécie tende a apresentar comportamento fenológico pouco variável entre distintas tipologias florestais avaliadas, enquanto que um número menor de espécies possui um padrão de fenofases diferenciado em cada ambiente.

De acordo com JACKSON (1978), uma combinação entre as características sazonais de temperatura e umidade pode definir as estratégias de deposição de folhas nos diferentes ambientes. Parece que na região da Floresta Atlântica, onde o presente estudo foi realizado, o fotoperíodo exerce maior influência sobre a deposição de folhas do que os outros fatores climáticos. MARQUES & OLIVEIRA (2004), que avaliaram as fenofases em duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel,

ambiente bastante similar ao do presente estudo, obtiveram boas correlações entre comprimento do dia e temperatura e queda de folhas, considerando as condições climáticas que antecederam o evento de deposição em até três meses. Já os intensos picos de deposição de folhas que vêm sendo observado nos meses dezembro e janeiro em avaliações realizadas nessa área de estudo em 1995 (WISNIEWSKI et al., 1997), 1998 (DICKOW, 2000) e 2000 (ROCHA, dados não publicados) estão em parte relacionados à ação mecânica dos ventos e chuvas que comumente ocorrem com maior intensidade nesse período. Fato similar foi observado por TREVISAN (1998). Contudo, CESAR (1993a), avaliando diversas hipóteses sobre os fatores determinantes da sazonalidade de queda de folhas, afirma que, nas diferentes comunidades, este fenômeno parece ser determinado por um complexo conjunto de fatores integrados do ecossistema.

Apesar de nenhuma espécie avaliada apresentar caráter decíduo, a espécie *A. anthelmintica* perdeu quase todas as folhas no período de maior deposição. Por outro lado poucas ou nenhuma folha dessa espécie caíram nos coletores nos períodos de inverno, principalmente nas tipologias Inicial e Avançada (Figuras 5.2 e 5.3).

O fato da grande maioria das espécies não ser decídua corrobora com os resultados obtidos por MARQUES e OLIVEIRA (2003). De acordo com esses autores, esses dados reafirmam a característica perenifólia dessa floresta.

Na tipologia Inicial, a espécie *I. theezans* representou cerca de 55% da fitomassa total depositada e, ao longo do período estudado, manteve a deposição superior às das demais espécies. Essa grande porcentagem de fitomassa representada pela *I. theezans* é devida à dominância desse ambiente por essa espécie, que apresenta valor de importância de 159,56 nessa tipologia (Tabela 4.3). A mesma tendência se estende para as demais espécies nessa tipologia, que apresentaram uma relação direta entre o valor de importância e as quantidades totais de fitomassa depositada (PINTO & MARQUES, 2003). O mesmo comportamento foi observado por CUNHA (1997) em diferentes fases sucessionais de floresta estacional no Rio Grande do Sul.

Na tipologia Média, a espécie *I. theezans* continuou sendo a mais representativa em quantidade de fitomassa de folhas depositada, no entanto perfazendo uma porcentagem de apenas 37%. Dentro da fração Folhas, a fração

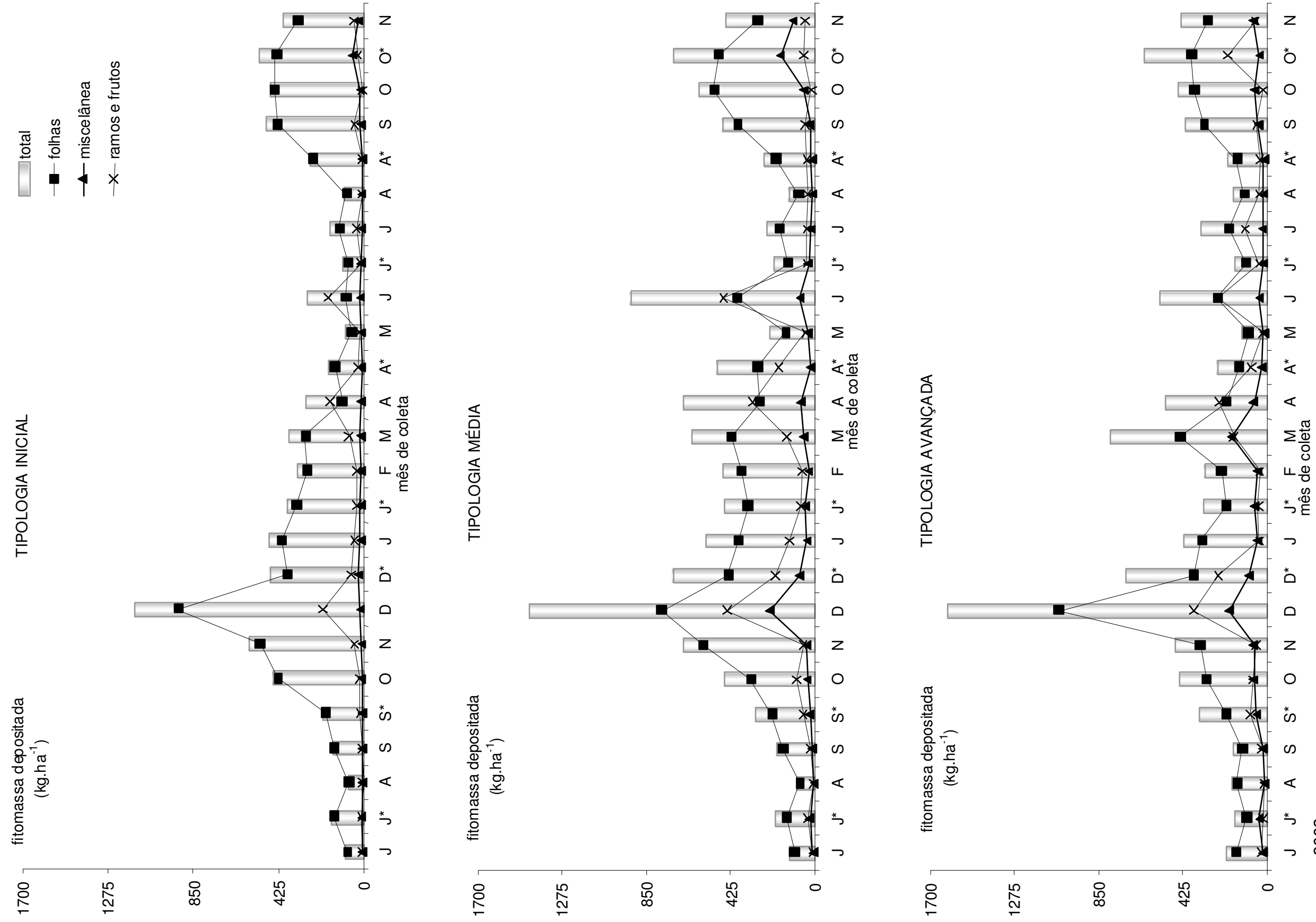
Outras Espécies foi a segunda mais depositada, com 12% do total de folhas. As demais espécies avaliadas contribuíram com porcentagens bem mais baixas. Já na tipologia Avançada, a fração Outras Espécies (33%) foi a mais significativa em termos de deposição de fitomassa de folhas, seguida por *O. aciphylla* (10%) e *T. guianensis* (8%) (Figuras 5.2 e 5.3).

A deposição da fração Ramos & Frutos apresentou um padrão diferente daquele observado para as folhas. Nas três tipologias, a deposição dessa fração foi contínua, no entanto os picos de deposição ocorreram em DEZ/2003, ABR e JUN/2004 nas tipologias Inicial e Média, enquanto na tipologia Avançada, além desses três picos, houve também grande deposição em OUT/2004. A maior fitomassa nesses períodos está em grande parte condicionada pela maior deposição de ramos. Picos de deposição de ramos têm sido relacionados com fortes ventos e tempestades em diversos estudos (CESAR, 1993a; TREVISAN, 1998; PINTO & MARQUES, 2003). Essa fração correspondeu a 13% do total depositado na tipologia Inicial e 23% nas tipologias Média e Avançada.

A deposição da fração Miscelânea, (constituída de fragmentos de folhas e galhos, corpos de insetos, fezes de animais etc), também foi contínua nas três tipologias e seus picos de deposição, em geral, acompanharam os picos das demais frações. Sua deposição foi equivalente a 4%, 11% e 13% nas tipologias Inicial, Média e Avançada, respectivamente.

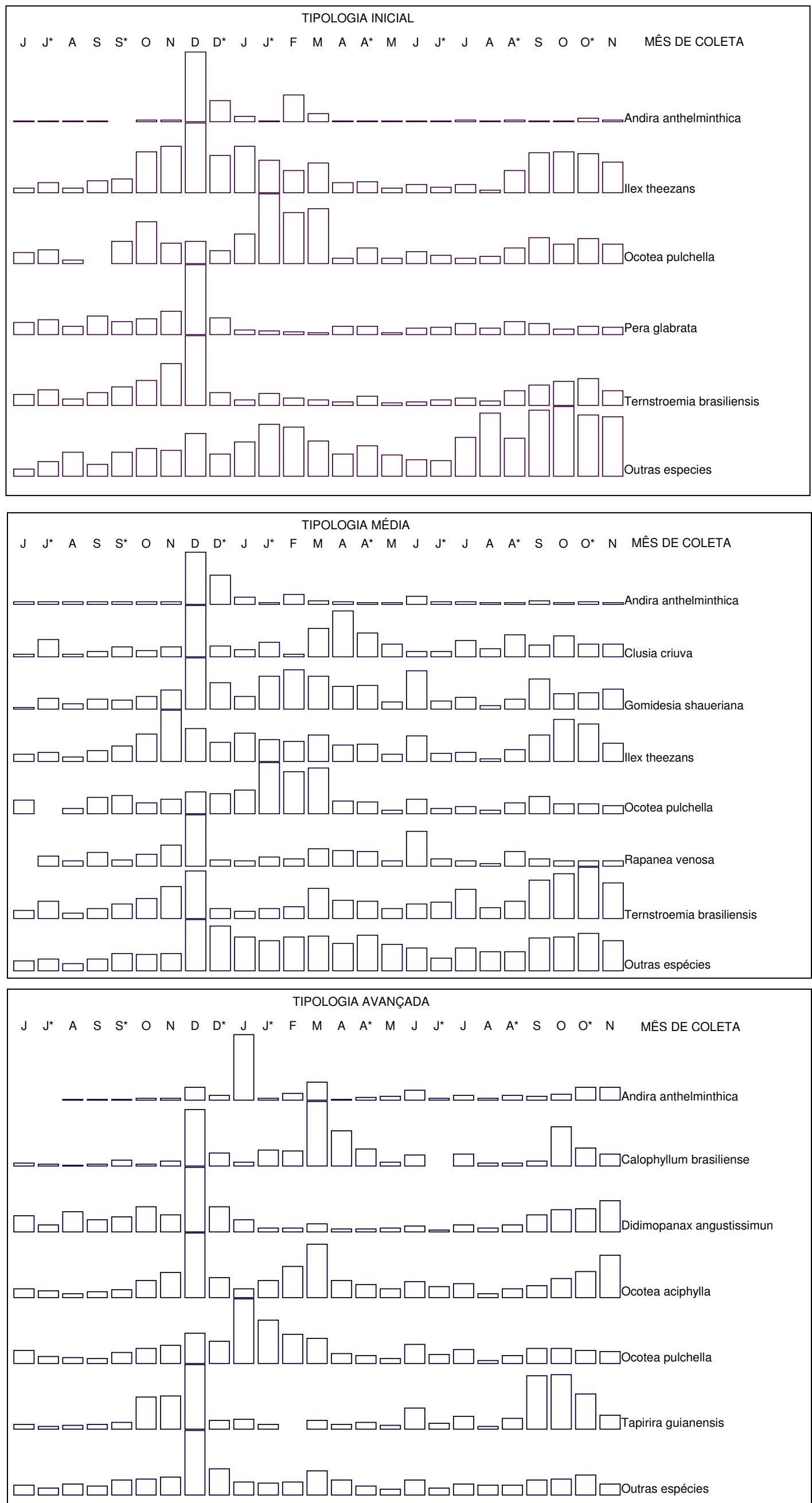
As maiores quantidades e representatividade das frações Ramos & Frutos e Miscelânea nas tipologias Média e Avançada estão relacionadas a ramos mais grossos, frutos maiores e em maior quantidade e maior atividade de fauna (fração Miscelânea), dentre outros fatores, quando comparadas à tipologia Inicial.

FIGURA 5.1 - FITOMASSA DE FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA E SERAPILHEIRA TOTAL DEPOSITADA ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.



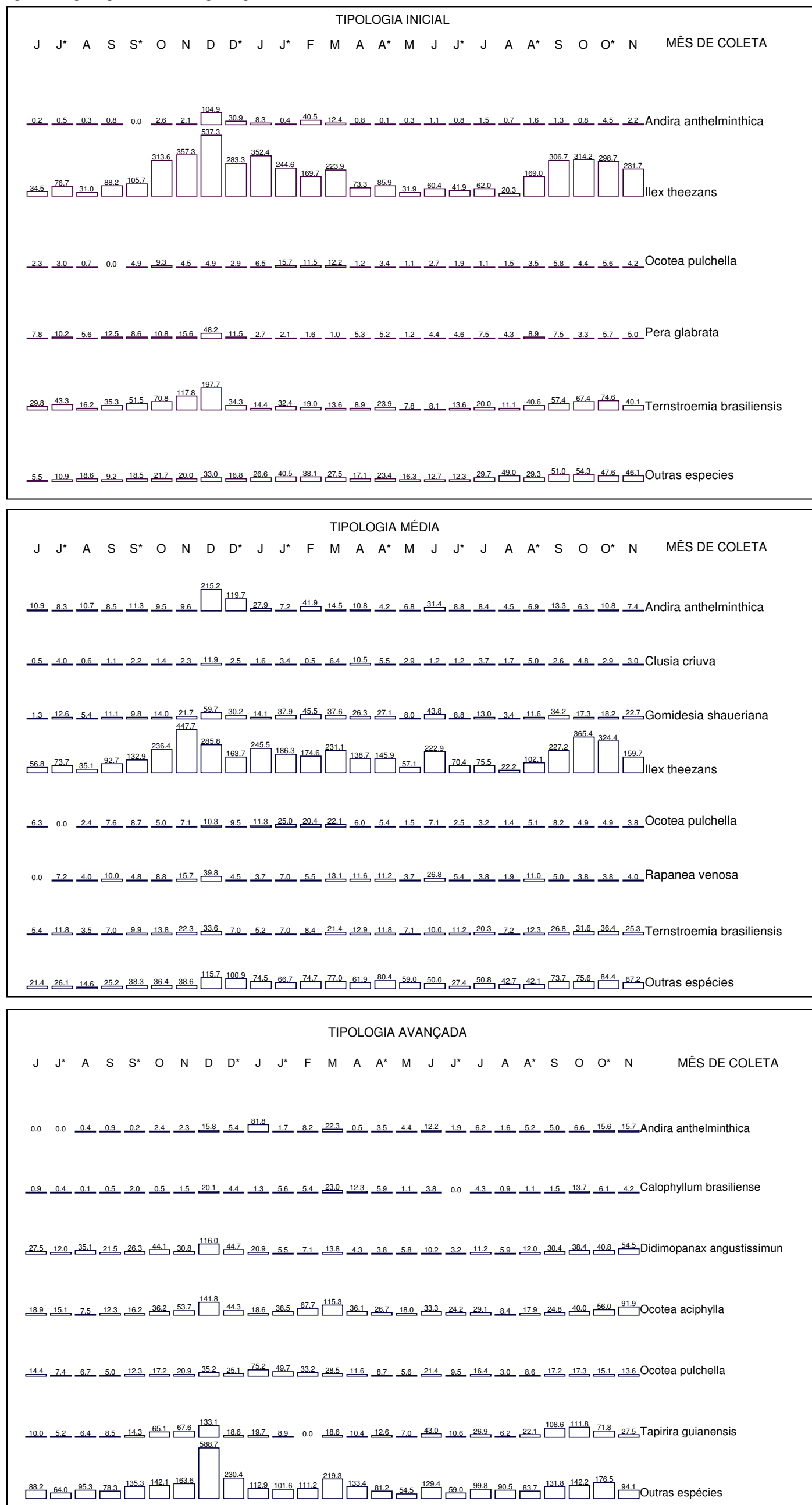
O asterisco após a letra (*) indica que foram realizadas duas coletas em um mesmo mês

FIGURA 5.2 - COMPORTAMENTO DA DEPOSIÇÃO DE FOLHAS POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.



O asterisco após a letra (*) indica que foram realizadas duas coletas em um mesmo mês

FIGURA 5.3 - FITOMASSA DE FOLHAS DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS (kg.ha⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.



O asterisco após a letra (*) indica que foram realizadas duas coletas em um mesmo mês

As diferenças nas quantidades de serapilheira observadas estão intimamente ligadas às características florísticas e fitossociológicas dos fragmentos. O levantamento realizado por WISNIEWSKI et al. (1997) mostra grande diferença entre as composições florísticas dos três fragmentos, além de diferenças estruturais, como diversidade, riqueza e tamanho dos indivíduos, o que determina não somente a quantidade, mas as características da serapilheira depositada em cada fragmento. Essas diferenças de quantidade e qualidade estão relacionadas com a evolução das características da vegetação nas tipologias mais avançadas, representadas pelo aumento da diversidade e melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies, o que se reflete nos horizontes orgânicos sobre o solo, que também são mais espessos e complexos nas tipologias florestais mais avançadas. Desse modo a serapilheira se apresenta como um bom indicador das características tanto da florística como da estrutura desse ambiente (WISNIEWSKI et al., 1997).

Uma comparação entre os dados dessa avaliação e aqueles obtidos em outros anos na mesma área do presente estudo é apresentada na Tabela 5.2.

TABELA 5.2 - FITOMASSA DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

Autor e data	Período Avaliado	Fitomassa depositada ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$)		
		Inicial	Média	Avançada
Wisniewski et al. (1997)	Prim/95-Inv/96	4675	7528	7799
Dickow (2000)	Out/98-Ver/99	5014	7137	6037
Pinto (2001)	Out/99-Ver/2000	5765	8097	6804
Rocha et al. (2002) dados não publicados	Out/2000-Ver/2001	4518	7186	8994
Este Estudo	Inv/2003-Prim/2004*	5340	8114	6900

*valores médios dos anos avaliados

Pode ser observado (Tabela 5.2) que não ocorreram grandes variações nas quantidades de serapilheira depositadas em cada tipologia entre os diversos anos de estudo. As variações inter-anuais observadas são comuns às já descritas em outros estudos (PAGANO, 1989a; FIGUEIREDO FILHO et al., 2003) e já esperadas em estudos prolongados (MEGURO et al., 1979). Além disso, as características das frações que compõem a serapilheira mantiveram o mesmo padrão desde as primeiras avaliações. Isso mostra que a recuperação dessas áreas ocorre de forma bastante lenta, caracterizando esse ambiente como de baixa estabilidade de elasticidade (*sensu* ODUM, 1988), ou seja, apresenta grande dificuldade de retornar

a um estado estrutural similar ao que se encontrava antes de sofrer um distúrbio. De acordo com LUGO (1995), de maneira geral, esta é uma característica das florestas tropicais úmidas.

5.2 MACRONUTRIENTES E SÓDIO NA SERAPILHEIRA DEPOSITADA

5.2.1 Concentração de Macronutrientes e Sódio na Serapilheira Depositada

Na Tabela 5.3 são apresentados os dados referentes às concentrações de macronutrientes e Na ao longo das estações do ano, nas diferentes tipologias florestais e frações estudadas.

Nas três tipologias florestais, a fração Miscelânea apresentou as maiores concentrações de N, P e K, de modo que os valores desses nutrientes nessa fração foram estatisticamente superiores às demais frações ao nível de 5% de probabilidade. Somente na tipologia Avançada, a fração Ramos e Frutos apresentou concentração de K estatisticamente igual à concentração observada na fração Miscelânea. Na tipologia Inicial as Folhas e os Ramos e Frutos apresentaram as maiores concentrações de Ca, enquanto na tipologia Média esse nutriente se destacou nas Folhas. Na tipologia Avançada as concentrações de Ca foram similares entre as frações. A fração Ramos e Frutos apresentou concentrações de Mg e Na estatisticamente mais baixas na tipologia Inicial, no entanto, nas demais tipologias as concentrações desses nutrientes foram similares entre as frações estudadas.

De acordo com SANTOS (1989)¹ citado por MARTINS, 2004, as concentrações nas diferentes frações estão relacionadas às funções metabólicas de cada nutriente em cada compartimento. No caso do N as maiores concentrações têm sido encontradas no material reprodutivo (BRITEZ et al., 1992; MARTINS, 2004) e na fração Miscelânea, como no caso do presente estudo; justificável pela presença de restos e fezes de animais nessa fração (CUNHA et al., 1993; BRITEZ, 1994; VILELLA & PROCTOR, 1999).

Muitos estudos têm mostrado que a fração Ramos é, em geral, caracterizada por altas concentrações de Ca (BRITEZ et al., 1992; VILELLA & PROCTOR, 1999), enquanto frações com material reprodutivo apresentam as maiores concentrações de P e K (BRITEZ et al., 1992; CUNHA et al., 1993; BRITEZ, 1994; VILELLA &

¹ SANTOS, V. D. **Ciclagem de nutrientes minerais em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parques estadual Vila Rica do Espírito Santo – Fênix/PR)**. São Carlos, 1989. 387p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos.

PROCTOR, 1999; MORAES et al. 1999; MARTINS, 2004). Nesse estudo, esse comportamento pode ter sido mascarado pela mistura desses dois compartimentos em uma única fração.

No caso da tipologia Inicial, em que a quantidade de frutos, além de pequenos, é pouco significativa em relação à queda de ramos, houve uma pequena tendência das concentrações do Ca serem mais elevadas na fração Ramos & Frutos, o que não foi observado nas tipologias mais avançadas. Por outro lado alguns autores, (CUNHA et al., 1993; KÖNIG et al., 2002b; MARTINS, 2004), relataram maior concentração de Ca nas folhas, corroborando com o ocorrido nas tipologias Média e Avançada do presente estudo. Para esses autores, esse fato pode estar relacionado à característica de baixa mobilidade desse nutriente nas folhas, o que resultaria em um grande acúmulo do mesmo nesse compartimento.

As concentrações de N e Mg na fração Folhas foram muito parecidas com as verificadas por outros autores, enquanto as de Ca foram mais elevadas quando comparadas a outros estudos (VILELLA & PROCTOR, 1970; BRITZ, 1994; MORAES et al., 1999). BOEGER et al. (2005), baseando-se no estudo anatômico realizado por BOEGER & WISNIEWSKI (2003) em folhas de diversas espécies, na área do presente estudo, sugeriram que essa elevada concentração de Ca, presente também nas folhas maduras, pode estar relacionada à presença de grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio nas folhas.

As concentrações de K nas folhas da serapilheira foram consideravelmente baixas quando comparadas a outros estudos realizados na Floresta Ombrófila Densa no Paraná e em São Paulo (MORAES et al., 1999; MARTINS, 2004) e em florestas de restinga no Paraná (BRITZ, 1994). As concentrações de K nas três tipologias foram próximas ao observado em área de restinga por MORAES et al. (1999). Baixas concentrações desse nutriente também foram observadas para folhas maduras, tanto no estudo realizado por PINTO (2001) como na avaliação de BOEGER et al. (2005) na área do presente estudo.

TABELA 5.3 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (g.kg^{-1}) EM DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ AO LONGO DAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.

TIP.	FRAÇÃO	ESTAÇÃO	N	P	K	Ca	Mg	Na
			g.kg^{-1}					
INICIAL	Folhas	Verão	10,17	0,66	0,91	12,49	3,29	1,01
		Outono	11,31	0,83	1,25	11,64	3,21	1,62
		Inverno	10,55	0,79	0,98	12,12	3,34	1,20
		Primavera	9,81	0,59	1,07	12,82	3,71	1,88
		MÉDIA	10,46b	0,72b	1,05b	12,27a	3,39a	1,43a
	Ramos e Frutos	Verão	5,52	0,27	0,70	13,73	1,85	0,40
		Outono	5,49	0,36	1,00	12,65	2,01	0,50
		Inverno	7,30	0,55	1,50	11,16	2,16	0,60
		Primavera	5,72	0,36	0,89	13,59	2,45	0,60
		MÉDIA	6,01c	0,39c	1,02b	12,78a	2,12b	0,52b
	Miscelânea	Verão	16,51	1,34	1,89	9,28	3,82	1,30
		Outono	12,87	1,35	3,09	9,43	2,77	0,90
		Inverno	12,92	1,23	2,19	10,29	2,90	0,89
		Primavera	12,60	0,83	2,50	8,55	3,71	1,10
		MÉDIA	13,72a	1,19a	2,42a	9,39b	3,30a	1,05a
MÉDIA	Folhas	Verão	11,12	0,54	1,58	8,43	3,26	1,01
		Outono	11,86	0,65	2,32	7,74	3,07	1,36
		Inverno	9,82	0,50	1,41	8,04	2,65	1,04
		Primavera	9,93	0,46	1,40	7,76	2,71	1,13
		MÉDIA	10,68b	0,54b	1,68b	7,99a	2,92a	1,13a
	Ramos e Frutos	Verão	7,58	0,44	1,59	4,84	2,03	0,70
		Outono	8,37	0,42	2,29	4,87	1,86	0,80
		Inverno	7,25	0,28	2,10	4,64	1,47	0,70
		Primavera	7,34	0,28	1,29	5,82	2,04	0,79
		MÉDIA	7,64c	0,36b	1,82b	5,04c	1,85b	0,75b
	Miscelânea	Verão	16,05	1,08	2,20	6,85	3,56	1,10
		Outono	14,59	1,06	3,49	6,26	2,67	1,10
		Inverno	14,57	0,68	3,17	6,12	2,41	1,09
		Primavera	17,78	0,71	3,87	6,13	3,40	1,49
		MÉDIA	15,75a	0,88a	3,18a	6,34ab	3,01a	1,19a
AVANÇADA	Folhas	Verão	10,95	0,53	1,47	11,09	2,35	0,46
		Outono	12,53	0,65	1,70	10,81	2,35	0,73
		Inverno	10,76	0,50	1,08	11,23	2,07	0,44
		Primavera	10,89	0,50	1,18	11,51	2,37	0,61
		MÉDIA	11,28b	0,54b	1,36b	11,16a	2,29a	0,56a
	Ramos e Frutos	Verão	10,01	0,63	2,50	11,09	2,12	0,60
		Outono	8,13	0,53	2,30	9,02	1,71	0,90
		Inverno	9,84	0,66	1,50	8,98	2,20	0,30
		Primavera	9,80	0,35	1,30	9,22	1,42	0,30
		MÉDIA	9,44c	0,54b	1,90ab	9,58a	1,86a	0,52a
	Miscelânea	Verão	14,68	1,10	2,80	9,27	2,44	0,50
		Outono	13,19	1,02	2,99	9,42	1,98	0,50
		Inverno	15,08	1,13	2,60	10,39	2,25	0,50
		Primavera	14,86	0,51	2,39	10,61	2,27	0,60
		MÉDIA	14,45a	0,94a	2,70a	9,92a	2,23a	0,52a

*valores em colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, comparação entre frações, dentro de cada tipologia florestal.

As concentrações de Na na fração Folhas foram muito próximas às verificadas por GOLLEY et al. (1978) no Panamá e por MORAES et al. (1999) em Floresta Atlântica de encosta e em Restinga e bastante inferiores às verificadas por MARTINS (2004) em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas na Ilha do Mel. Os valores mais elevados observados por MARTINS (2004), certamente estão relacionados à maior proximidade da floresta em relação ao mar, comparativamente às áreas desse estudo, além de diferenças quanto ao tipo de solo.

De acordo com o que pode ser observado na tabela 5.3 as concentrações dos diferentes macronutrientes e do Na nas folhas não apresentaram um comportamento sazonal claro, apenas uma sutil tendência de maiores concentrações de K no outono. As avaliações realizadas por PINTO (2001) identificaram com maior clareza esse padrão sazonal nas concentrações do K, o que a autora atribuiu às baixas precipitações nessa época do ano.

A influência da pluviosidade na concentração de alguns nutrientes tem sido relatada por alguns autores. Em geral os nutrientes mais influenciados pela precipitação são o K e o N. Devido à alta mobilidade desses nutrientes na planta, em períodos de maior precipitação têm sido observadas baixas concentrações desses nos tecidos vegetais (PAGANO, 1989b; CESAR, 1993b; BRITZ, 1994; CUSTÓDIO-FILHO et al., 1996; CUNHA, 1997; DIAS et al., 2002). Baixas concentrações de P também têm sido relacionadas a períodos de maior precipitação (PEZZATO, 2004; CUNHA et al., 1993). Por outro lado, estudos como o realizado por CUNHA et al. (1993), MORAES et al. (1999), BARBOSA, (1999) e PEZZATO, (2004) confirmam a falta de padrões sazonais para as concentrações da maioria dos macronutrientes.

A seqüência de concentração dos nutrientes predominante foi $N > Ca > Mg > K > P$. No caso das frações Folhas e Ramos & Frutos na tipologia Inicial, e da fração Ramos & Frutos na tipologia Avançada, as concentrações de Ca superaram as de N. Nas frações Ramos & Frutos e Miscelânea, na tipologia Avançada ocorre uma inversão do K com o Mg nessa seqüência. As seqüências observadas em outras florestas no Brasil são bastante similares às encontradas para este estudo (CESAR, 1993b; SCHLITTLER, et al., 1993b; BRITZ, 1994; DINIZ et al., 1997; VILELLA & PROCTOR, 1999; KÖNIG et al., 2002b; PEZZATTO, 2004).

Com relação às tipologias florestais, as estatísticas mostram que, na fração Folhas, as concentrações médias anuais de N e P não diferiram entre as tipologias, no entanto os demais nutrientes e o Na mostraram diferenças significativas. O K apresentou valores mais altos na tipologia Média, seguida pela Avançada e Inicial, apesar de haverem diferenças significativas somente entre as tipologias Média e Inicial. O Ca e o Mg foram os únicos nutrientes que diferiram entre todas as tipologias florestais. Para ambos nutrientes, as maiores concentrações ocorreram na tipologia Inicial, porém o valor médio mais baixo de Ca foi observado na tipologia Média e o de Mg na tipologia Avançada. As concentrações mais altas de Na foram observadas na tipologia Inicial, seguida pela Média, tendo essas duas diferido da Avançada, que apresentou concentrações consideravelmente mais baixas (tab. 5.4).

TABELA 5.4 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (g.kg^{-1}) EM FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA DEPOSITADAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO ANO DE 2004.

FRAÇÃO	TIPOLOGIA	N	P	K	Ca	Mg	Na
		g.kg^{-1}					
FOLHAS	Inicial	10,46a	0,72 a	1,05 b	12,27a	3,39a	1,43a
	Média	10,68a	0,54 b	1,68 a	7,99c	2,92b	1,13a
	Avançada	11,28a	0,54 b	1,36ab	11,16b	2,29c	0,56b
RAMOS & FRUTOS	Inicial	6,01a	0,39 a	1,02 a	12,78a	2,12a	0,52a
	Média	7,64a	0,36 a	1,82 a	5,04b	1,85a	0,75a
	Avançada	9,44a	0,54 a	1,90 a	9,58a	1,86a	0,52a
MISCELÂNEA	Inicial	13,72a	1,19 a	2,42 a	9,39a	3,30a	1,05a
	Média	15,75a	0,88 a	3,18 a	6,34b	3,01ab	1,19a
	Avançada	14,45a	0,94 a	2,70 a	9,92a	2,23b	0,52b

*valores em colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

BOEGER et al. (2005) e PINTO (2001) avaliando folhas maduras coletadas diretamente das árvores, nas três tipologias florestais, na mesma área do presente estudo, observaram concentrações de N estatisticamente superiores nas folhas da tipologia Avançada. Na presente avaliação, que consta de folhas que passaram pelo processo de abscisão, as concentrações desse nutriente foram inferiores às observadas pelos citados autores, o que já era esperado, haja vista a ocorrência dos processos de retranslocação e lixiviação desse nutriente, caracterizado como de grande mobilidade na planta (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979). Apesar de

estatisticamente igual, a concentração média de N na tipologia Avançada foi numericamente superior em relação às demais, corroborando com os resultados apresentados por BOEGER et al. (2005), que atribuíram essa maior concentração nas tipologias mais avançadas ao maior desenvolvimento do perfil orgânico observado nessas áreas, que, por sua vez, apresentaram maior concentração de N. A existência de fatores genéticos intrínsecos às espécies presentes em cada tipologia florestal e a menor esclerofilia das espécies nas tipologias mais avançadas, observadas por BOERGER & WISNIEWSKI (2003), também têm influência sobre as concentrações observadas.

Concordando com a tendência dos resultados aqui obtidos, alguns autores observaram diferenças nas concentrações de N em florestas em fases sucessionais distintas para fração Folhas. Na Floresta Estacional Semidecidual estudada por PEZZATTO (2004), as concentrações desse nutriente também se mostraram crescentes com o avanço da sucessão. O mesmo ocorreu nas fases sucessionais avaliadas por BRUN (2002). Os resultados obtidos por TOLEDO et al. (2002) igualmente mostraram, de modo geral, maior concentração nas folhas de uma floresta tardia em relação às de outra em fase inicial de desenvolvimento. Já CUNHA (1997), observou concentrações mais elevadas de N na fase capoeirão, em relação a uma floresta desenvolvida e uma capoeira e atribuiu esse comportamento à presença de espécies da família Mimosaceae nessa fase, que concentraram mais esse nutriente.

Concordando com o presente estudo, uma tendência de aumento nas concentrações de K nas folhas com o avanço sucessional também foi observada na avaliação realizada por BRUN (2002) em uma Floresta Estacional Decidual, no entanto sem apresentar diferenças significativas.

Diferente do observado nessa avaliação, os resultados obtidos por BOEGER et al. (2005) em folhas maduras mostraram concentrações de K significativamente superiores na tipologia Avançada em relação às demais. No caso do presente estudo, a concentração mais elevada da tipologia Média não diferiu significativamente da Avançada. Assim como suposto para o N, os autores acreditam que as maiores concentrações nas folhas de espécies das tipologias florestais mais avançadas estejam relacionadas com as características morfológicas e químicas do perfil orgânico. As diferenças quanto às exigências nutricionais das

diversas espécies que compõe a fração Folhas, em cada tipologia florestal, contribuem para as diferenças observadas.

Devido à característica de grande mobilidade do K na planta, do mesmo modo como ocorreu para o N, as concentrações desse nutriente nas folhas da serapilheira foram mais baixas que as concentrações nas folhas maduras obtidas por PINTO (2001) e também por BOEGER et al. (2005). Nesse contexto, PINTO (2001) constatou diferenças nos processos de mobilização e lixiviação dos diferentes nutrientes nas três tipologias florestais aqui estudadas. Para a autora, as quantidades de N e K mobilizadas, assim como ocorreu para as quantidades lixiviadas, foram superiores às dos outros nutrientes. Considerando que as coletas de serapilheira foram realizadas a cada 21 dias, certamente o conteúdo nutricional das folhas na serapilheira também foi afetado pelo processo de lixiviação durante o período que essas permaneceram nos coletores. De acordo com o que mostrou a avaliação realizada por DICKOW (2000), as quantidades de K lavadas e/ou lixiviadas da serapilheira foram mais elevadas que dos demais nutrientes.

As concentrações de Ca se mostraram mais elevadas na tipologia Inicial e menores na tipologia Média. Possivelmente essa alta concentração nas folhas da tipologia Inicial está relacionada às características morfológicas das espécies nessa tipologia florestal que apresentam maior grau de escleromorfia que nas demais tipologias (BOEGER & WISNIEWSKI, 2003). O mesmo comportamento constatado para o Ca nesse estudo foi obtido por ROCHA et al. (2002a) e PINTO & MARQUES (2003), nas mesmas áreas em avaliação anterior. Concentrações de Ca mais elevadas na tipologia Inicial também caracterizaram as avaliações de WISNIEWSKI (1999) nessas áreas.

Mesmo não tendo sido observadas diferenças significativas entre as concentrações de Ca nas folhas coletadas das árvores nas diferentes tipologias (BOEGER et al., 2005), a tendência para os valores das concentrações nesse compartimento foi a mesma que para as folhas da serapilheira. Para esse nutriente as concentrações foram mais elevadas nas folhas da serapilheira, o que pode ser explicado pela baixa mobilidade desse nutriente, se acumulando com o avanço da idade das folhas (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979). Além da baixa retranslocação, o Ca pode se tornar mais concentrado devido ao fato de ser um elemento que se mantém nas estruturas foliares mesmo com a perda de massa pelas folhas durante

o processo de senescência e durante o período de permanência nos coletores após a abscisão.

As concentrações de Mg nas folhas da serapilheira foram muito similares às observadas nas folhas maduras por PINTO, (2001) e BOEGER, et al. (2005). As avaliações de PINTO (2001) indicaram não mobilidade para este nutriente.

A tendência de menores concentrações de Mg nas tipologias mais avançadas observadas na atual avaliação, também foi constatada por WISNIEWSKI (1999), PINTO e MARQUES (2003) e ROCHA et al. (2002a). Igualmente BRUN (2002) averiguou essa tendência na Floresta Estacional Decidual, relacionando o fato às características do solo do local. Do mesmo modo BOEGER et al. (2005) relacionaram as concentrações de Mg nas folhas maduras da área do presente estudo com a dinâmica de retenção desse nutriente pela vegetação e com a disponibilidade do mesmo no perfil orgânico e nas camadas mais superficiais dos solos nas diferentes tipologias florestais.

Assim como observado na presente avaliação, menores quantidades de Na nas folhas da serapilheira na tipologia Avançada também foram observadas por ROCHA et al. (2002a) e PINTO (2001).

Com relação às concentrações de macronutrientes e Na nas diferentes espécies avaliadas, algumas diferenças foram observadas entre as espécies em cada tipologia florestal (Tabelas 5.5, 5.6 e 5.7).

Na tipologia Inicial a espécie que se destacou com concentrações de N, P, K, Ca e Na significativamente superiores foi a *P. glabrata*. Para o Mg a espécie *I. theezans* apresentou concentrações significativamente mais elevadas. A *A. anthelminthica* teve concentração de N também elevada em relação às demais espécies, por outro lado esta espécie apresentou as mais baixas concentrações de Ca. A espécie *T. brasiliensis* foi a que apresentou concentrações mais baixas de N e P, enquanto que a *O. pulchella* teve as concentrações mais baixas de K, Mg e Na.

Na tipologia Média, a *A. anthelminthica* foi a espécie que mais concentrou N na serapilheira, com concentrações estatisticamente superiores a todas as outras espécies. As concentrações de P não variaram entre as espécies. As maiores concentrações de K e Ca foram observadas na *C. criuva*, diferindo estatisticamente das demais espécies com relação ao Ca, mas diferindo somente da *O. pulchella* quanto à concentração de K, por outro lado esta espécie apresentou concentrações

mais baixas de N, juntamente com a *T. brasiliensis*. Para o Mg e o Na a espécie *I. theezans* teve as maiores concentrações. Similarmente ao ocorrido na tipologia Inicial, as espécies *A. anthelminthica* e *O. pulchella* ficaram entre as espécies com as mais baixas concentrações de Ca e Na.

TABELA 5.5 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (g.kg⁻¹) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

ESPÉCIE/FRAÇÃO	ESTAÇÃO	N	P	K	Ca	Mg	Na
		g.kg ⁻¹					
<i>Andira anthelminthica</i>	Verão	15,52	0,51	1,00	8,06	2,43	0,40
	Outono	16,97	0,85	1,50	8,02	2,39	0,62
	Inverno	17,97	0,71	1,10	9,76	2,91	0,50
	Primavera	15,21	0,69	0,90	8,76	2,72	0,70
	MÉDIA	16,42	0,69	1,12	8,65	2,61	0,56
		b	b	bc	d	c	c
<i>Ilex theezans</i>	Verão	5,58	0,49	0,40	12,22	6,14	1,00
	Outono	7,80	0,54	0,80	11,99	5,74	1,50
	Inverno	4,90	0,55	0,70	11,22	5,94	1,50
	Primavera	5,40	0,62	0,90	10,62	6,22	2,30
	MÉDIA	5,92	0,55	0,70	11,51	6,01	1,57
		c	b	cd	bc	a	b
<i>Ocotea pulchella</i>	Verão	6,70	0,67	0,50	10,30	1,91	0,40
	Outono	8,65	0,73	0,60	10,07	1,82	0,60
	Inverno	6,29	0,65	0,50	10,02	1,83	0,50
	Primavera	7,19	0,77	0,60	10,52	1,84	0,60
	MÉDIA	7,21	0,71	0,55	10,23	1,85	0,52
		c	b	d	cd	d	c
<i>Pera glabrata</i>	Verão	20,49	1,42	1,69	19,74	1,85	2,48
	Outono	21,69	1,86	2,00	15,29	2,01	4,60
	Inverno	20,84	1,89	1,80	17,18	2,16	3,09
	Primavera	21,10	0,89	2,00	18,24	2,45	4,20
	MÉDIA	21,03	1,52	1,87	17,61	2,12	3,59
		a	a	a	a	cd	a
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	Verão	4,08	0,33	0,79	13,06	3,81	0,69
	Outono	6,81	0,43	1,10	13,02	3,87	0,90
	Inverno	5,04	0,39	0,89	13,33	3,92	0,70
	Primavera	4,99	0,18	0,40	13,94	3,90	0,80
	MÉDIA	5,23	0,33	0,80	13,34	3,88	0,77
		c	c	bcd	b	b	bc
Outras espécies	Verão	8,65	0,54	1,10	11,59	3,57	1,10
	Outono	5,96	0,55	1,49	11,47	3,44	1,49
	Inverno	8,25	0,56	0,89	11,21	3,29	0,89
	Primavera	4,98	0,42	1,60	14,87	5,11	2,70
	MÉDIA	6,96	0,52	1,27	12,29	3,85	1,55
		c	bc	b	bc	b	b

*valores em colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 5.6 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (g.kg^{-1}) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

ESPÉCIE/FRAÇÃO	ESTAÇÃO	N	P	K	Ca	Mg	Na
		g.kg^{-1}					
<i>Andira anthelminthica</i>	Verão	20,34	0,54	1,10	6,55	2,19	0,60
	Outono	19,25	0,73	2,40	4,58	1,66	0,60
	Inverno	17,98	0,69	1,50	4,93	2,22	0,60
	Primavera	19,95	0,69	1,40	4,94	1,74	0,60
	MÉDIA	19,38	0,66	1,60	5,25	1,95	0,60
		a	a	ab	bc	bc	d
<i>Clusia criuva</i>	Verão	7,71	0,50	2,00	16,68	3,99	1,10
	Outono	8,28	0,56	2,99	17,64	3,83	1,00
	Inverno	6,87	0,53	1,70	17,47	3,44	0,90
	Primavera	5,68	0,30	2,59	16,82	3,60	1,00
	MÉDIA	7,13	0,60	2,32	17,15	3,72	1,00
		c	a	a	a	a	bc
<i>Gomidesia shaueriana</i>	Verão	7,93	0,53	1,60	5,96	2,84	1,00
	Outono	11,18	0,70	2,28	5,21	2,47	0,89
	Inverno	8,85	0,35	1,20	5,63	2,49	0,80
	Primavera	8,19	0,34	1,39	5,22	2,45	0,80
	MÉDIA	9,04	0,48	1,62	5,51	2,56	0,87
		bc	a	ab	bc	abc	cd
<i>Ilex theezans</i>	Verão	10,58	0,52	1,30	8,79	5,19	1,40
	Outono	12,06	0,63	2,60	7,05	3,79	3,00
	Inverno	7,83	0,51	1,20	7,36	3,75	2,20
	Primavera	9,67	0,52	1,10	7,22	3,76	2,50
	MÉDIA	10,04	0,55	1,55	7,60	4,12	2,27
		bc	a	ab	b	a	a
<i>Ocotea pulchella</i>	Verão	12,34	0,57	0,70	4,12	1,81	0,70
	Outono	12,98	0,67	1,50	4,77	1,67	1,00
	Inverno	10,02	0,67	0,70	5,04	1,79	0,70
	Primavera	11,92	0,63	0,80	4,45	1,19	0,80
	MÉDIA	11,81	0,64	0,92	4,60	1,61	0,80
		b	a	b	c	c	cd
<i>Rapanea venosa</i>	Verão	8,19	0,39	1,89	10,60	2,79	1,29
	Outono	10,89	0,61	2,49	6,83	2,29	2,09
	Inverno	7,56	0,39	1,60	8,99	2,30	1,30
	Primavera	7,72	0,20	1,09	6,85	3,09	1,09
	MÉDIA	8,59	0,40	1,77	8,32	2,62	1,44
		c	a	ab	b	ab	ab
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	Verão	7,86	0,47	1,80	8,02	3,76	0,80
	Outono	8,24	0,50	1,59	8,84	5,31	1,19
	Inverno	7,53	0,43	1,20	7,67	3,31	0,80
	Primavera	5,74	0,33	1,10	8,71	2,35	1,29
	MÉDIA	7,34	0,43	1,42	8,31	3,68	1,02
		c	a	ab	b	a	bc
Outras espécies	Verão	13,98	0,79	2,29	6,72	3,55	1,20
	Outono	12,00	0,80	2,70	7,01	3,53	1,10
	Inverno	11,89	0,44	2,20	7,23	1,88	1,00
	Primavera	10,56	0,16	1,69	7,85	3,46	1,00
	MÉDIA	12,11	0,55	2,22	7,21	3,11	1,07
		b	a	a	ab	ab	bc

*valores em colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 5.7 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (g.kg^{-1}) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

Espécie/Fração	Estação	N	P	K	Ca	Mg	Na
		g.kg^{-1}					
<i>Andira anthelminthica</i>	Verão	17,10	0,39	0,90	7,60	2,10	0,30
	Outono	18,54	0,74	1,40	9,86	2,35	0,40
	Inverno	17,01	0,65	1,20	9,38	1,97	0,20
	Primavera	16,98	0,69	1,30	9,78	2,11	0,40
	MÉDIA	17,40	0,62	1,20	9,15	2,13	0,32
		a	ab	b	bc	ab	b
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Verão	7,42	0,39	1,59	9,51	2,23	0,30
	Outono	8,40	0,47	2,60	8,94	2,23	0,40
	Inverno	9,14	0,23	0,99	13,81	1,86	1,09
	Primavera	7,53	0,23	1,39	9,15	2,32	0,40
	MÉDIA	8,12	0,33	1,64	10,35	2,16	0,55
		c	b	ab	bc	ab	ab
<i>Didimopanax angustissimum</i>	Verão	9,77	0,49	1,59	13,60	3,24	0,99
	Outono	10,71	0,49	1,39	12,41	3,25	2,09
	Inverno	8,01	0,32	0,99	7,32	1,88	0,30
	Primavera	13,81	0,23	0,80	12,66	2,98	1,40
	MÉDIA	10,58	0,38	1,19	11,50	2,84	1,19
		bc	b	b	b	a	a
<i>Ocotea aciphylla</i>	Verão	10,58	0,41	1,30	6,56	1,68	0,30
	Outono	11,04	0,44	1,30	5,80	1,66	0,30
	Inverno	9,51	0,33	1,00	5,13	1,49	0,20
	Primavera	8,12	0,32	0,80	5,52	1,41	0,30
	MÉDIA	9,81	0,37	1,10	5,75	1,56	0,27
		bc	b	b	d	c	b
<i>Ocotea pulchella</i>	Verão	9,88	0,69	1,10	9,42	1,79	0,30
	Outono	12,32	0,87	1,40	8,41	1,68	0,60
	Inverno	12,83	0,78	0,90	10,28	1,66	0,40
	Primavera	11,48	0,80	1,20	10,57	2,02	0,50
	MÉDIA	11,63	0,78	1,15	9,67	1,79	0,45
		bc	a	b	bc	bc	ab
<i>Tapirira guianensis</i>	Verão	11,42	0,63	1,40	18,63	2,75	0,50
	Outono	13,41	0,70	1,30	20,13	2,79	0,50
	Inverno	8,30	0,82	0,90	19,01	2,55	0,40
	Primavera	8,72	0,81	1,10	18,86	2,93	0,50
	MÉDIA	10,46	0,74	1,17	19,16	2,76	0,47
		bc	a	b	a	a	ab
Outras espécies	Verão	10,51	0,70	2,39	12,30	2,66	0,50
	Outono	13,31	0,83	2,49	10,13	2,52	0,80
	Inverno	10,51	0,37	1,60	13,65	3,08	0,50
	Primavera	9,62	0,43	1,70	14,06	2,83	0,80
	MÉDIA	10,99	0,58	2,05	12,54	2,77	0,65
		b	ab	a	cd	a	a

*valores em colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Na tipologia Avançada, novamente a *A. anthelminthica* apresentou as mais altas concentrações de N. As espécies *O. pulchella* e *T. guianensis* apresentaram as

maiores concentrações de P. O K foi mais concentrado na fração Outras Espécies, enquanto Ca na *T. guianensis* e Mg e Na na *D. angustissimum*. A *C. brasiliense* foi a espécie com menores concentrações de N e P, enquanto a *O. aciphylla* apresentou as menores concentrações dos demais macronutrientes e do Na.

O fato da *A. anthelminthica* apresentar altas concentrações de N condiz com o fato de essa espécie ser uma leguminosa. De acordo com JONES (1998), as faixas de concentração mais elevadas desse nutriente são encontradas nesse tipo de planta.

Uma comparação entre as concentrações dos macronutrientes nas espécies com ocorrência em duas ou nas três tipologias mostraram diferenças em alguns casos. A *A. anthelminthica*, com ocorrência nas três tipologias não apresentou diferenças significativas para as concentrações de P e K. Na tipologia Média ocorreram as maiores concentrações de N e Na e menor concentração de Ca. O Mg foi mais concentrado na tipologia Inicial.

Para a espécie *O. pulchella*, igualmente com ocorrência nas três tipologias, assim como ocorreu para a *A. anthelminthica*, as maiores concentrações de N foram verificadas na tipologia Média e as mais baixas de Na na Avançada. O P e o K apresentaram maiores concentrações na tipologia Avançada e o Ca na Inicial, sendo que para o Ca e o P somente a tipologia Média, com concentrações mais baixas diferiu das demais. O Mg não apresentou diferença estatística entre as tipologias.

A espécie *T. brasiliensis* foi avaliada somente para as tipologias Inicial e Média e não diferiu entre elas para as concentrações de P, Mg e Na. As maiores concentrações de N e K ocorreram na tipologia Média e de Ca na Inicial.

A *I. theezans* também pode ser comparada entre as tipologias Inicial e Média. Essa espécie apresentou concentrações de P, K e Na similares nas duas tipologias, concentração de N mais elevada na tipologia Média e concentrações de Ca e Mg mais elevadas na tipologia Inicial.

Os resultados observados nesse estudo são bastante similares aos obtidos por PINTO & MARQUES (2003). As espécies correspondentes aos dois estudos apresentaram concentrações de macronutrientes dentro da mesma faixa, no entanto as concentrações de Na na atual avaliação foram mais elevadas que na avaliação dos referidos autores. O comportamento destacado de algumas espécies foi reafirmado, como as elevadas concentrações de todos os macronutrientes na *P.*

glabrata, elevadas concentrações de K e Ca na *C. criuva* e as baixas concentrações de Ca na *O. pulchella*.

Comparando as concentrações de macronutrientes nas diferentes espécies com os resultados obtidos por BRITTEZ (1994) em dois ambientes de Restinga é possível constatar que as concentrações de Ca foram sempre mais elevadas e as de K mais baixas no presente estudo. Essa afirmação é válida para todas as espécies correspondentes entre este e aquele estudo, que são a *I. theezans*, *O. pulchella*, *T. brasiliensis*, *C. criuva*, *C. brasiliense* e *T. guianenses*. Os demais macronutrientes de maneira geral apresentaram concentrações parecidas nas duas florestas.

5.2.2 Quantidades de Macronutrientes e Sódio Depositadas

Podem ser observadas na Tabela 5.8 as quantidades dos macronutrientes e do Na depositadas pelas frações Folhas, Ramos & Frutos e Miscelânea nas diferentes estações do ano de 2004.

No presente estudo os totais de macronutrientes depositados via serapilheira (N+P+K+Ca+Mg) foram de 120 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, 155 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 161 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, nas tipologias Inicial, Média e Avançada, respectivamente. As quantidades anuais depositadas nas três tipologias estão próximas às quantidades, para restinga e ambientes sujeitos à poluição atmosférica, reportadas na literatura. Extensas revisões realizadas por alguns autores, como MEGURO et al. (1979); PAGANO (1989b); CESAR (1993b); DINIZ et al. (1997); MORAES et al. (1999) e MARTINS (2004), mostram que as quantidades totais de macronutrientes depositadas nas regiões tropicais variam desde 30 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ no Cerrado até 832 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ na Amazônia.

A seqüência decrescente das quantidades de macronutrientes depositadas pela serapilheira total foi Ca>N>Mg>K>P na tipologia Inicial, enquanto que nas outras duas tipologias as quantidades de N superaram as de Ca, caracterizando a seqüência decrescente como N>Ca>Mg>K>P. Em geral essa última seqüência é a mais comum nas florestas tropicais, no entanto há alguns relatos de Ca>N e de K>Mg para algumas florestas (MEGURO et al., 1979; PAGANO, 1989b; CESAR, 1993b; DINIZ et al., 1997b; MORAES et al., 1999).

TABELA 5.8 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) EM FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

TIPOLOGIA	FRAÇÃO	ESTAÇÃO DO ANO	N	P	K	Ca	Mg	Na
			$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$					
INICIAL	FOLHAS	VERÃO	8,42	0,66	0,70	15,79	7,11	1,25
		OUTONO	3,79	0,28	0,48	5,71	2,27	0,72
		INVERNO	5,46	0,51	0,71	10,42	4,44	1,16
		PRIMAVERA	6,72	0,65	1,11	14,18	6,80	2,56
		ANO	24,38	2,09	3,00	46,11	20,63	5,69
	RAMOS E FRUTOS	VERÃO	1,01	0,05	0,13	2,50	0,34	0,07
		OUTONO	2,19	0,14	0,40	5,06	0,80	0,20
		INVERNO	0,64	0,05	0,13	0,98	0,19	0,05
		PRIMAVERA	0,47	0,03	0,07	1,11	0,20	0,05
		ANO	4,31	0,27	0,73	9,65	1,53	0,37
	MISCELÂNEA	VERÃO	0,93	0,07	0,11	0,52	0,22	0,07
		OUTONO	0,74	0,08	0,18	0,54	0,02	0,05
		INVERNO	0,38	0,04	0,06	0,30	0,09	0,03
		PRIMAVERA	1,18	0,08	0,23	0,80	0,35	0,10
		ANO	3,22	0,27	0,58	2,16	0,66	0,25
TOTAL ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$)			31,92	2,63	4,31	57,92	22,83	6,32
MÉDIA	FOLHAS	VERÃO	17,53	0,62	1,54	9,60	5,20	1,47
		OUTONO	15,01	0,59	2,30	6,24	3,05	2,21
		INVERNO	7,92	0,29	0,71	4,17	1,96	1,06
		PRIMAVERA	12,43	0,50	1,10	6,88	3,47	2,22
		ANO	52,89	2,00	5,65	26,89	13,67	6,96
	RAMOS E FRUTOS	VERÃO	3,00	0,17	0,63	1,92	0,80	0,28
		OUTONO	8,76	0,44	2,40	5,10	1,94	0,83
		INVERNO	1,18	0,05	0,34	0,76	0,24	0,11
		PRIMAVERA	0,87	0,03	0,15	0,69	0,24	0,09
		ANO	13,81	0,69	3,52	8,46	3,23	1,32
	MISCELÂNEA	VERÃO	2,75	0,18	0,38	1,17	0,61	0,19
		OUTONO	3,33	0,24	0,80	1,43	0,61	0,25
		INVERNO	1,09	0,05	0,24	0,46	0,18	0,08
		PRIMAVERA	5,94	0,24	1,29	2,05	1,13	0,50
		ANO	13,11	0,71	2,70	5,11	2,53	1,02
TOTAL ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$)			79,81	3,40	11,87	40,46	19,43	9,29
AVANÇADA	FOLHAS	VERÃO	13,30	0,72	2,12	12,75	2,78	0,51
		OUTONO	10,34	0,59	1,64	8,36	1,90	0,56
		INVERNO	7,82	0,38	1,01	10,24	2,02	0,33
		PRIMAVERA	10,54	0,51	1,33	13,59	2,68	0,73
		ANO	42,00	2,19	6,09	44,94	9,39	2,13
	RAMOS E FRUTOS	VERÃO	2,86	0,18	0,71	3,17	0,61	0,17
		OUTONO	5,10	0,33	1,44	5,65	1,07	0,56
		INVERNO	2,35	0,16	0,36	2,15	0,53	0,07
		PRIMAVERA	2,70	0,10	0,36	2,54	0,39	0,08
		ANO	13,01	0,77	2,87	13,52	2,59	0,89
	MISCELÂNEA	VERÃO	5,03	0,38	0,96	3,17	0,83	0,17
		OUTONO	2,19	0,17	0,50	1,57	0,33	0,08
		INVERNO	1,47	0,11	0,25	1,01	0,22	0,05
		PRIMAVERA	2,59	0,09	0,42	1,85	0,39	0,10
		ANO	11,27	0,74	2,13	7,60	1,78	0,41
TOTAL ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$)			66,28	3,70	11,08	66,05	13,76	3,43

Comparando dois ambientes distintos, um caracterizado como Floresta Atlântica de Encosta e o outro como Floresta de Restinga, MORAES et al. (1999) observaram a ocorrência de maior contribuição de Ca em relação ao N na Restinga, enquanto a Floresta Atlântica manteve o padrão descrito em outros estudos, ou seja, maiores quantidades de N que de Ca. Esses autores acreditam na hipótese de que o comportamento observado na restinga está relacionado ao escleromorfismo da vegetação. Concordando com essa possibilidade, na área do presente estudo, a vegetação da tipologia Inicial apresentou alto índice de escleromorfismo (BOEGER & WISNIEWSKI, 2003).

Com relação às variações sazonais nas quantidades de macronutrientes e Na depositadas (Tabela 5.8 e Figuras 5.4 a 5.9), foi constatado que as tendências são mais influenciadas pela quantidade de fitomassa depositada do que pelas concentrações nutricionais da mesma. Esse fato vem sendo observado por diferentes autores (CUNHA et al., 1993; BRITZ, 1994; CUSTÓDIO-FILHO et al., 1996; MORAES et al., 1999).

Quanto às tipologias florestais, maiores quantidades de N, P, K e Ca foram depositadas nas tipologias mais avançadas, enquanto as de Mg na tipologia Inicial. As maiores quantidades de Mg na tipologia inicial se devem às concentrações mais elevadas em todas as frações de serapilheira observadas nessa tipologia, principalmente nas folhas de *I. theezans*, que depositou grande quantidade de fitomassa.

As quantidades de macronutrientes e Na depositadas diferiram entre as frações. É notória a maior contribuição da fração Folhas em relação às outras duas frações. Esse fato já era esperado, pois as Folhas foram muito mais representativas em questão de quantidade depositada que as demais frações (ver seção 5.1), além de apresentar maior concentração para alguns nutrientes (ver seção 5.2.1). Essa fração representou cerca de 80% do total de nutrientes depositado na tipologia Inicial e aproximadamente 65% nas outras duas. A fração Ramos & Frutos foi a segunda com 13% na tipologia Inicial e 20 % nas demais. Resultados similares foram observados por MORAES et al., (1999), BRUN (2002) e KÖNIG et al. (2002a).

Na tipologia Inicial, a espécie *I. theezans* foi a que mais contribuiu para a deposição de todos os nutrientes, enquanto a *A. anthelminthica* foi menos significativa nesse contexto. Da mesma maneira na tipologia Média a *I. theezans* se

destacou das demais com maiores deposições. Nessa tipologia, a *C. criuva* apresentou as menores quantidades depositadas. Na tipologia Avançada a fração Outras Espécies foi a mais representativa e o *C. brasiliense* e a *A. anthelminthica* depositou as menores quantidades da maioria dos macronutrientes e do Na.

De acordo com o já exposto, a quantidade de fitomassa em geral é mais determinante nas quantidades de nutrientes depositadas. Devido a isso, o comportamento de deposição de nutrientes acompanha o comportamento da fitomassa depositada pelas diferentes espécies nas três tipologias florestais.

FIGURA 5.4 - QUANTIDADE DE N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

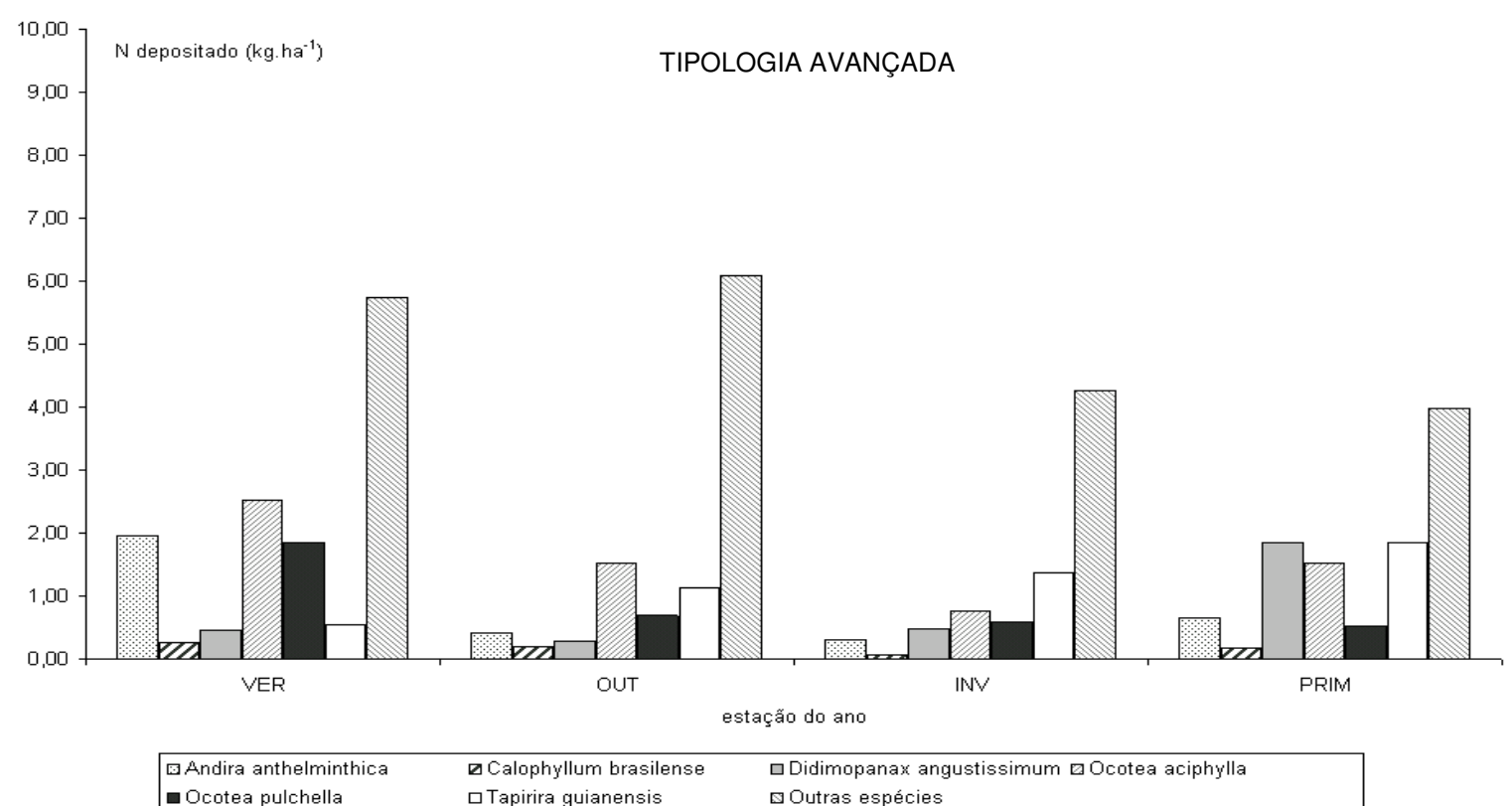
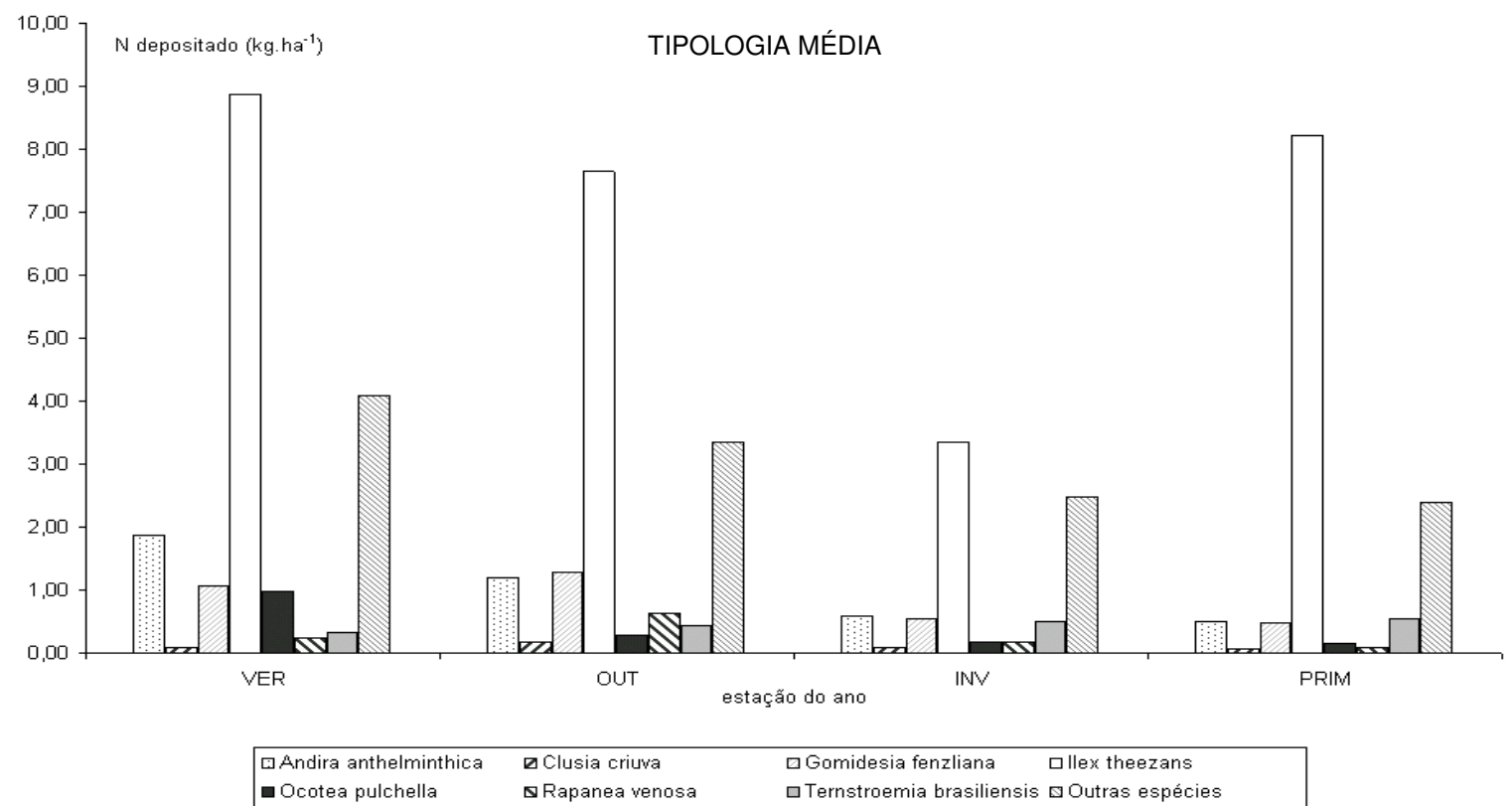
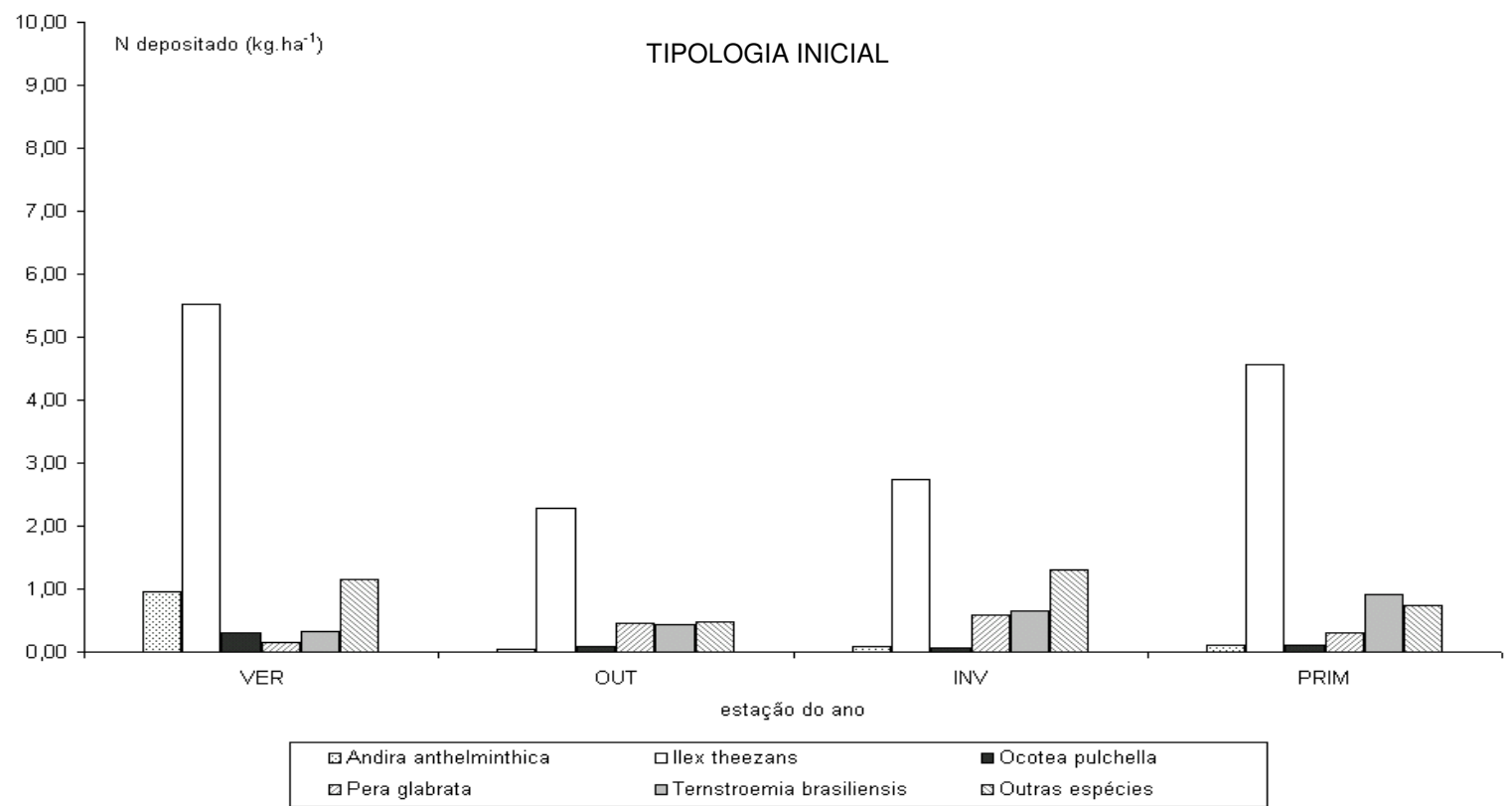


FIGURA 5.5 - QUANTIDADE DE P (kg.ha⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

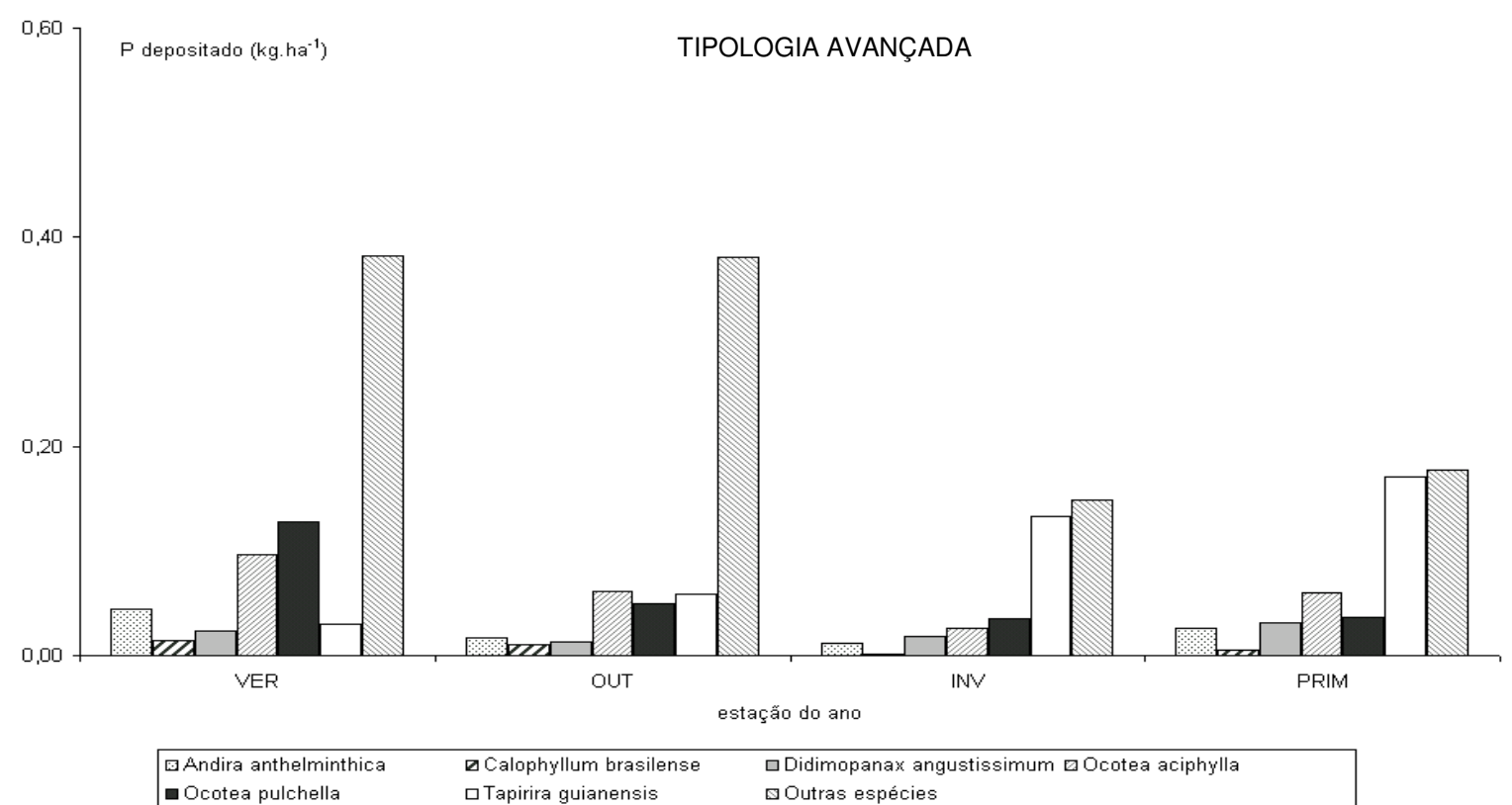
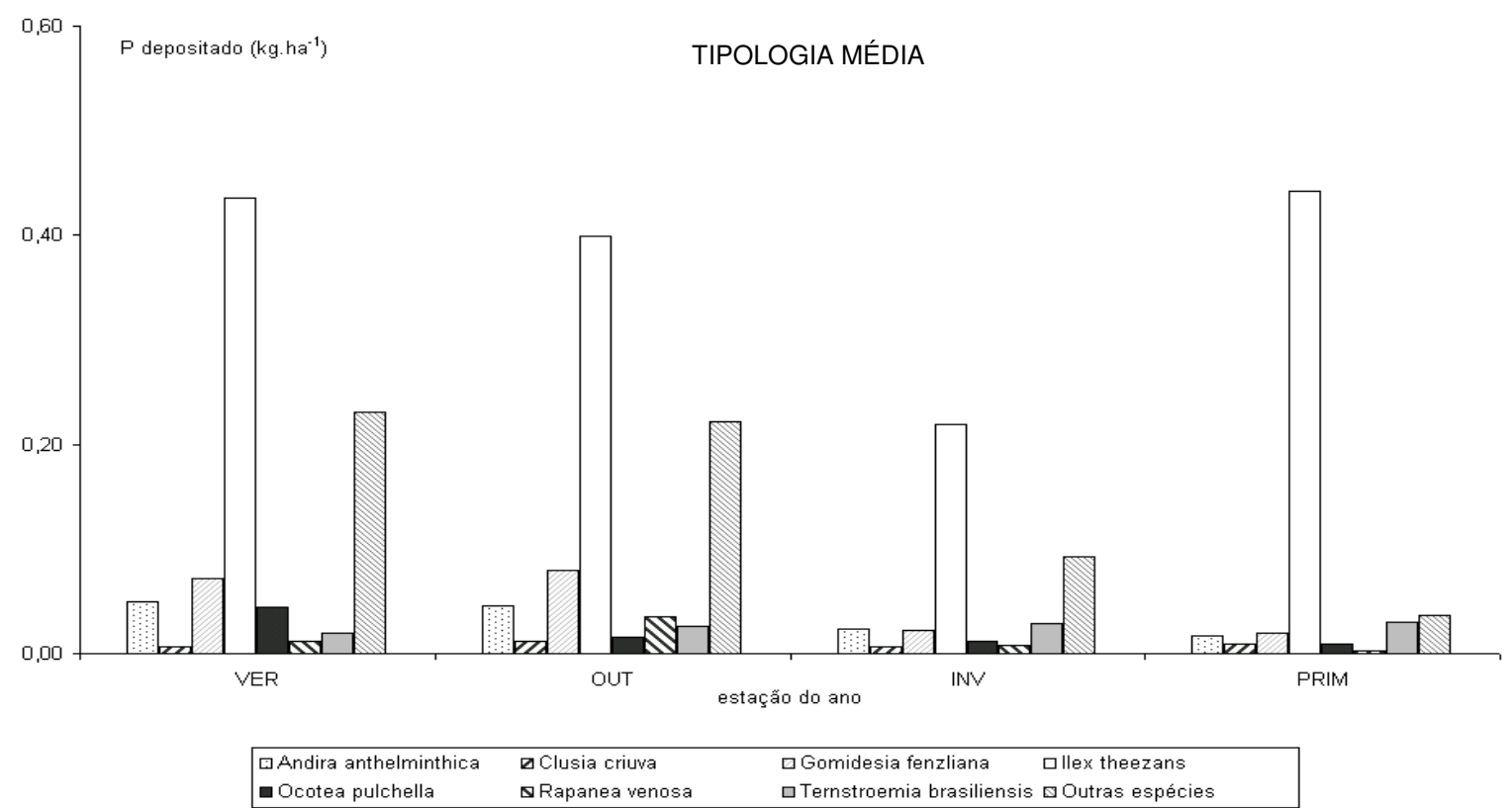
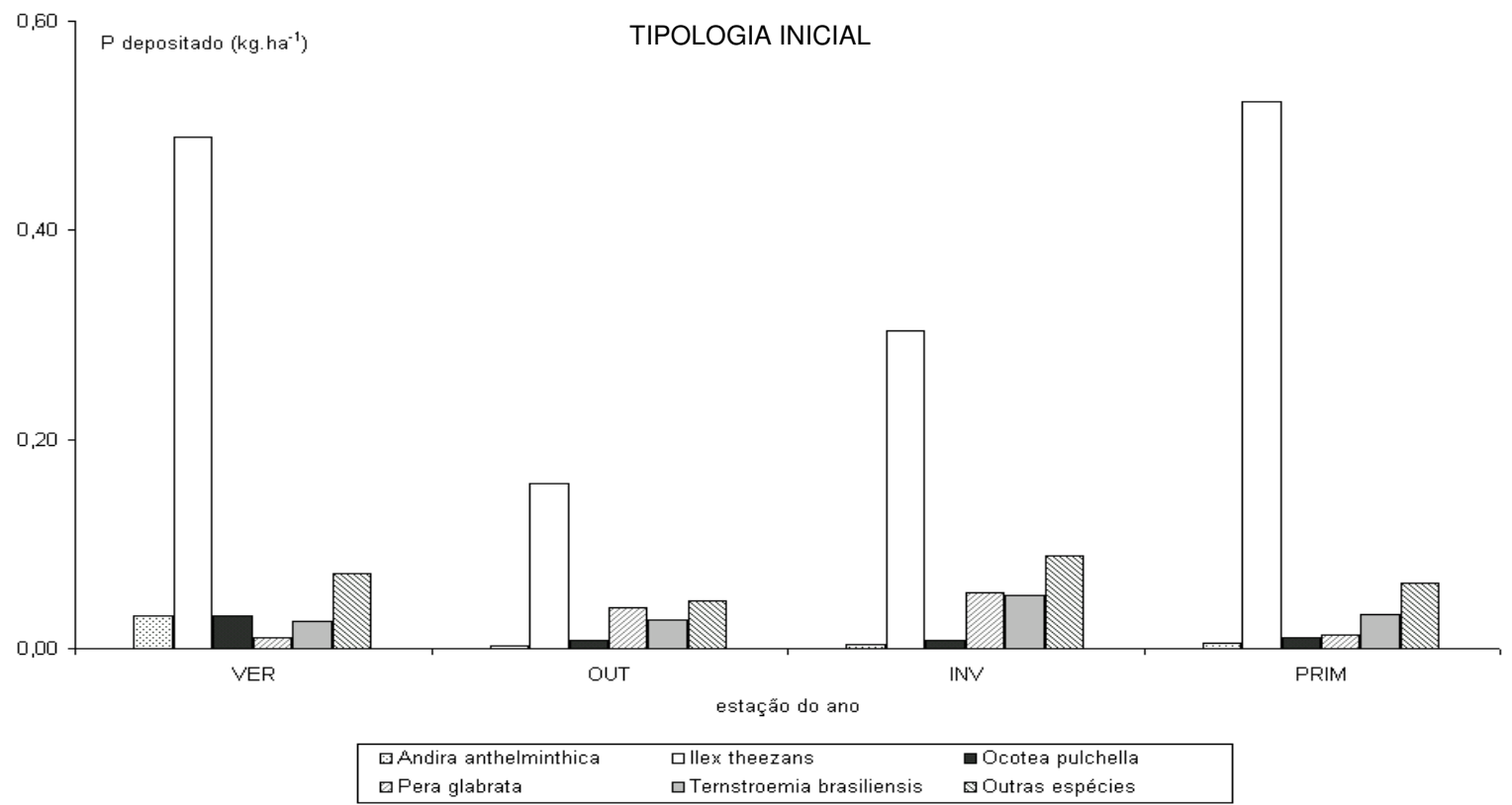


FIGURA 5.6 - QUANTIDADE DE K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

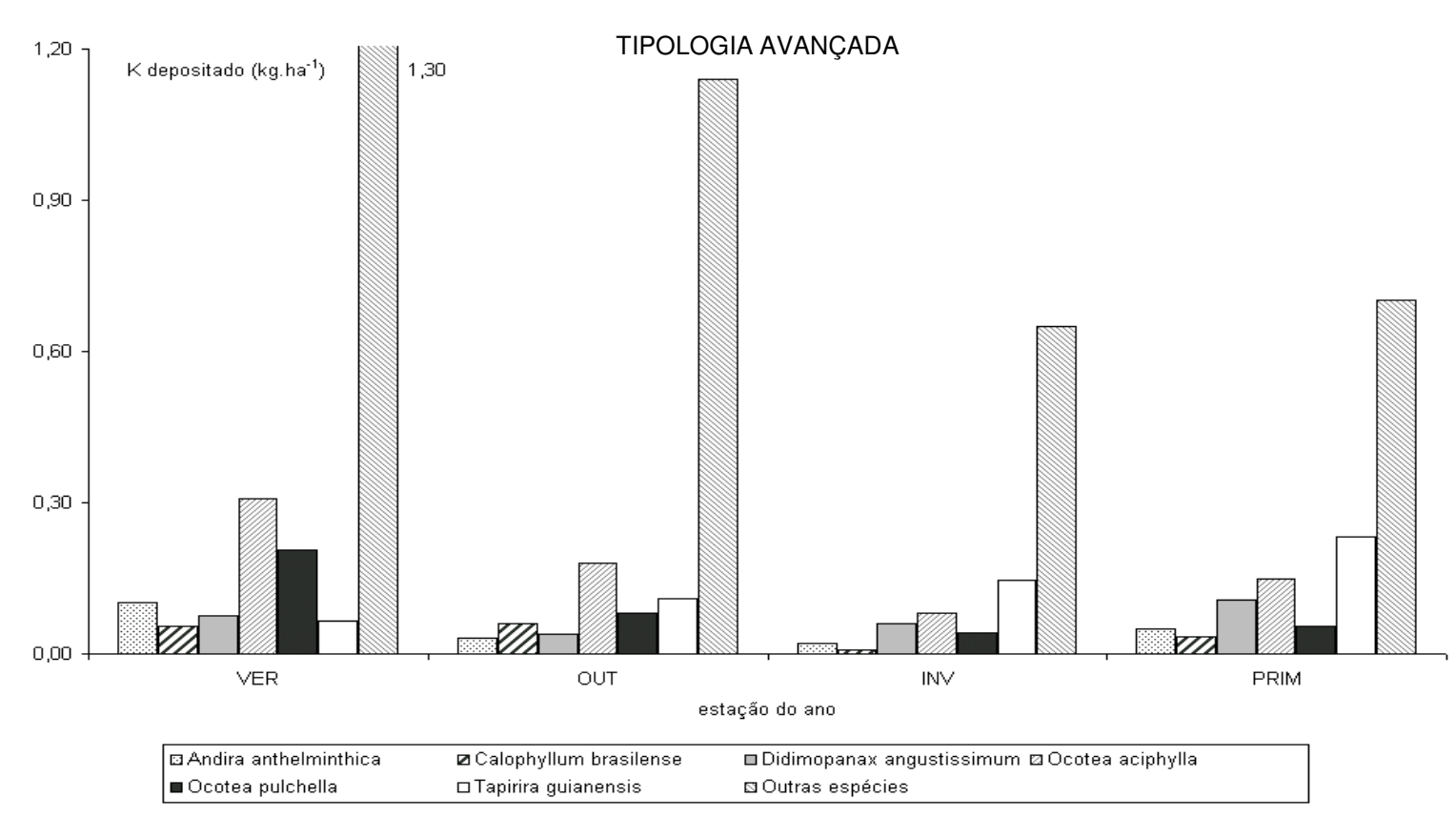
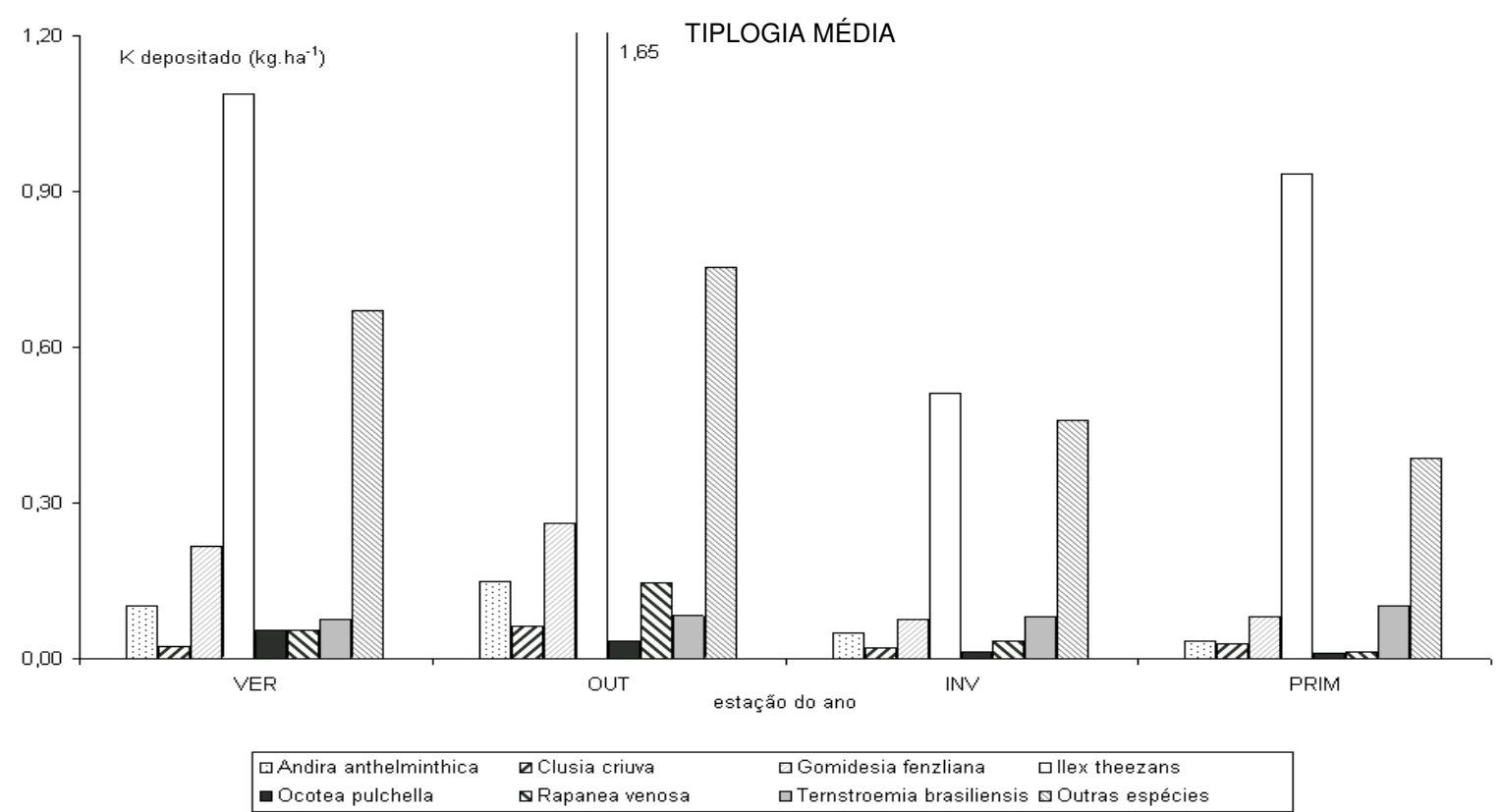
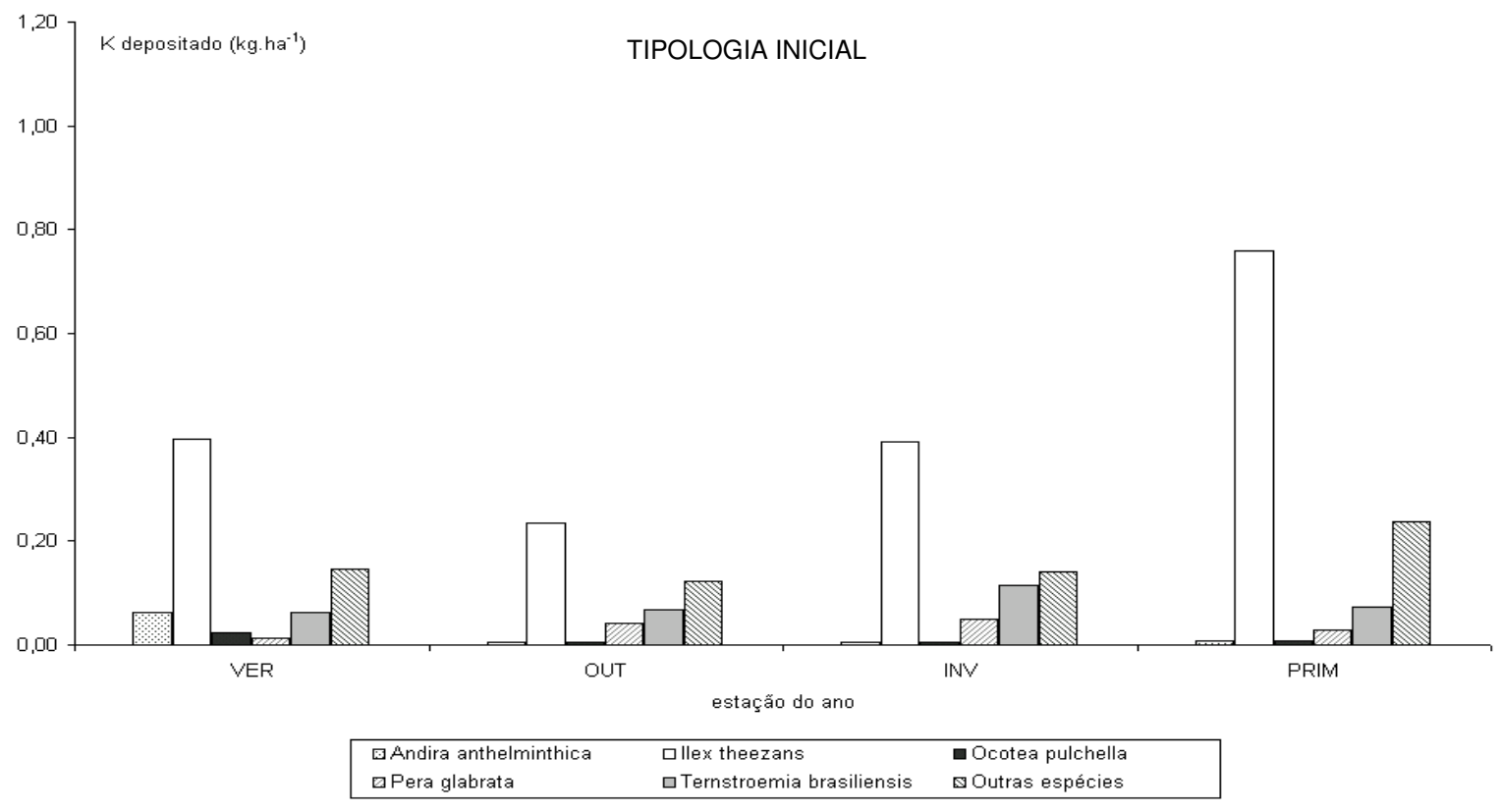


FIGURA 5.8 - QUANTIDADE DE Mg (kg.ha⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.

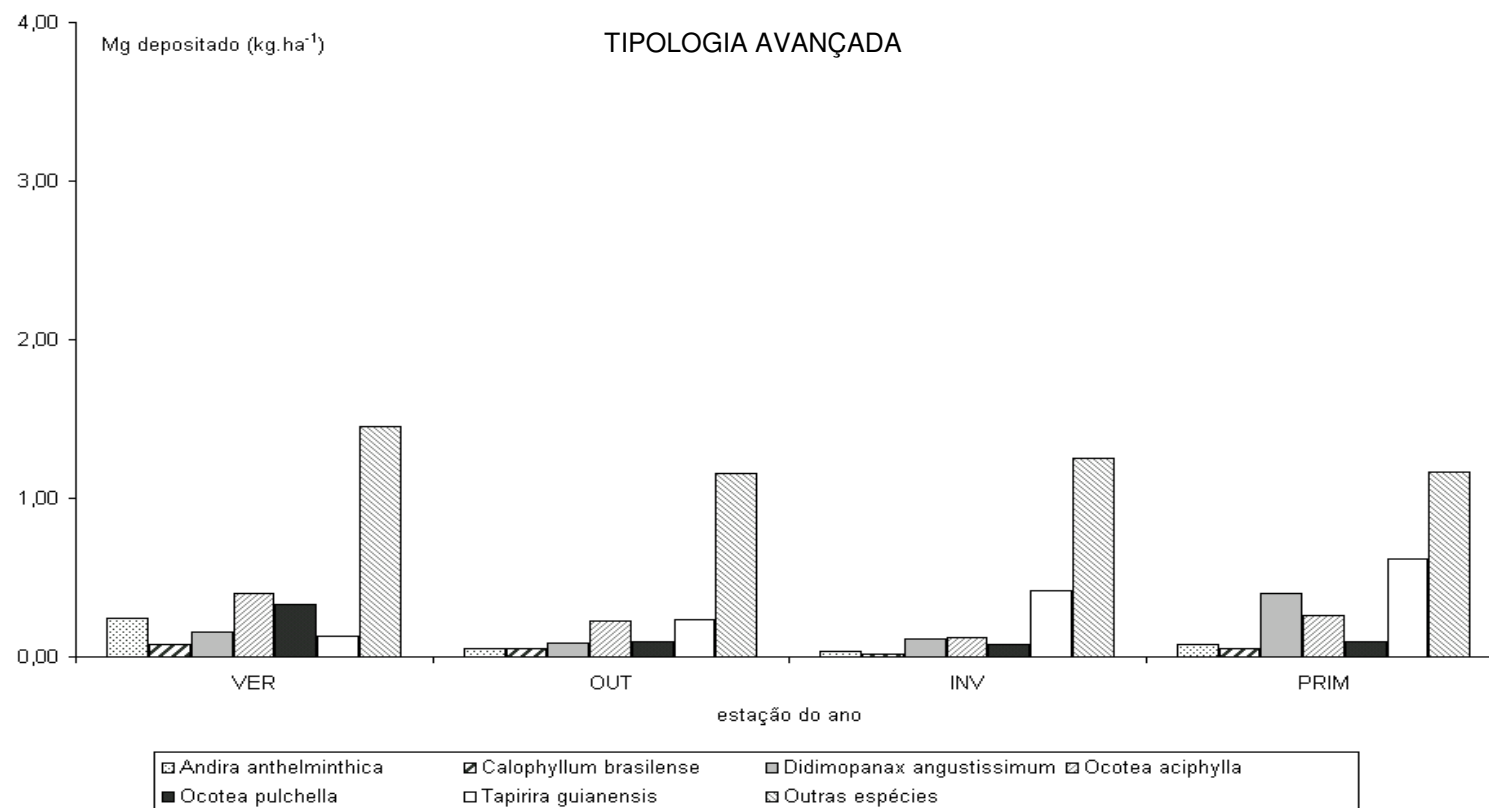
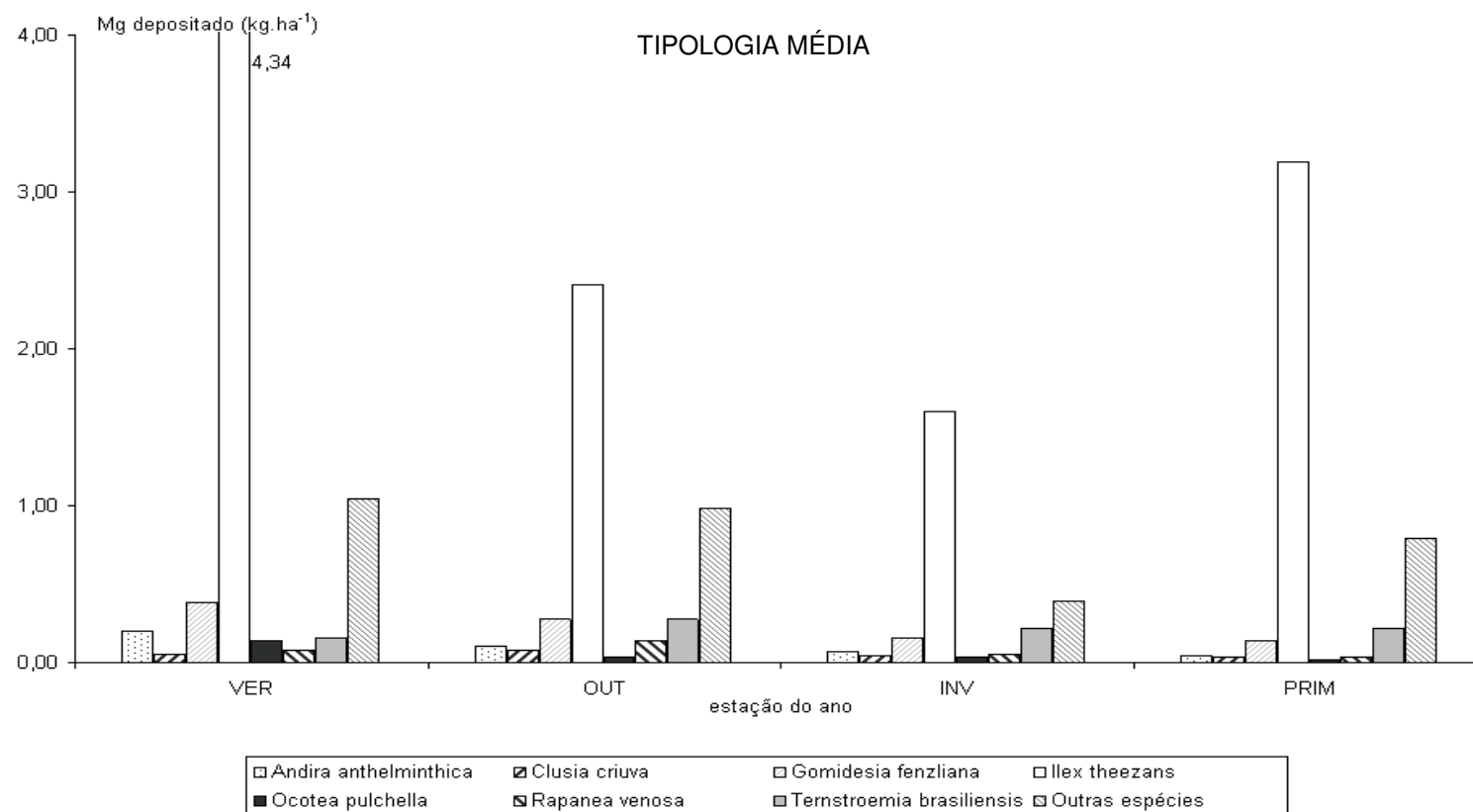
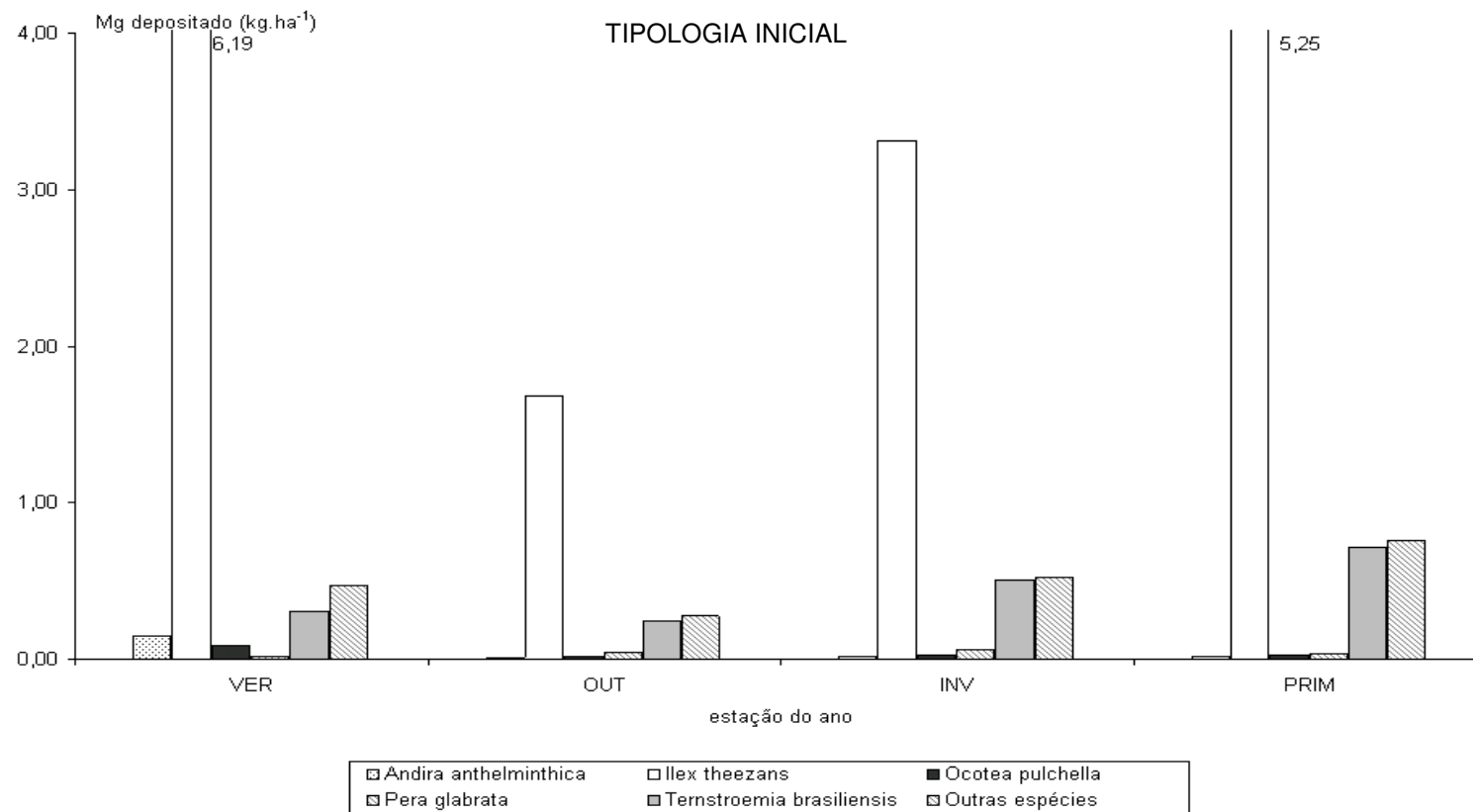
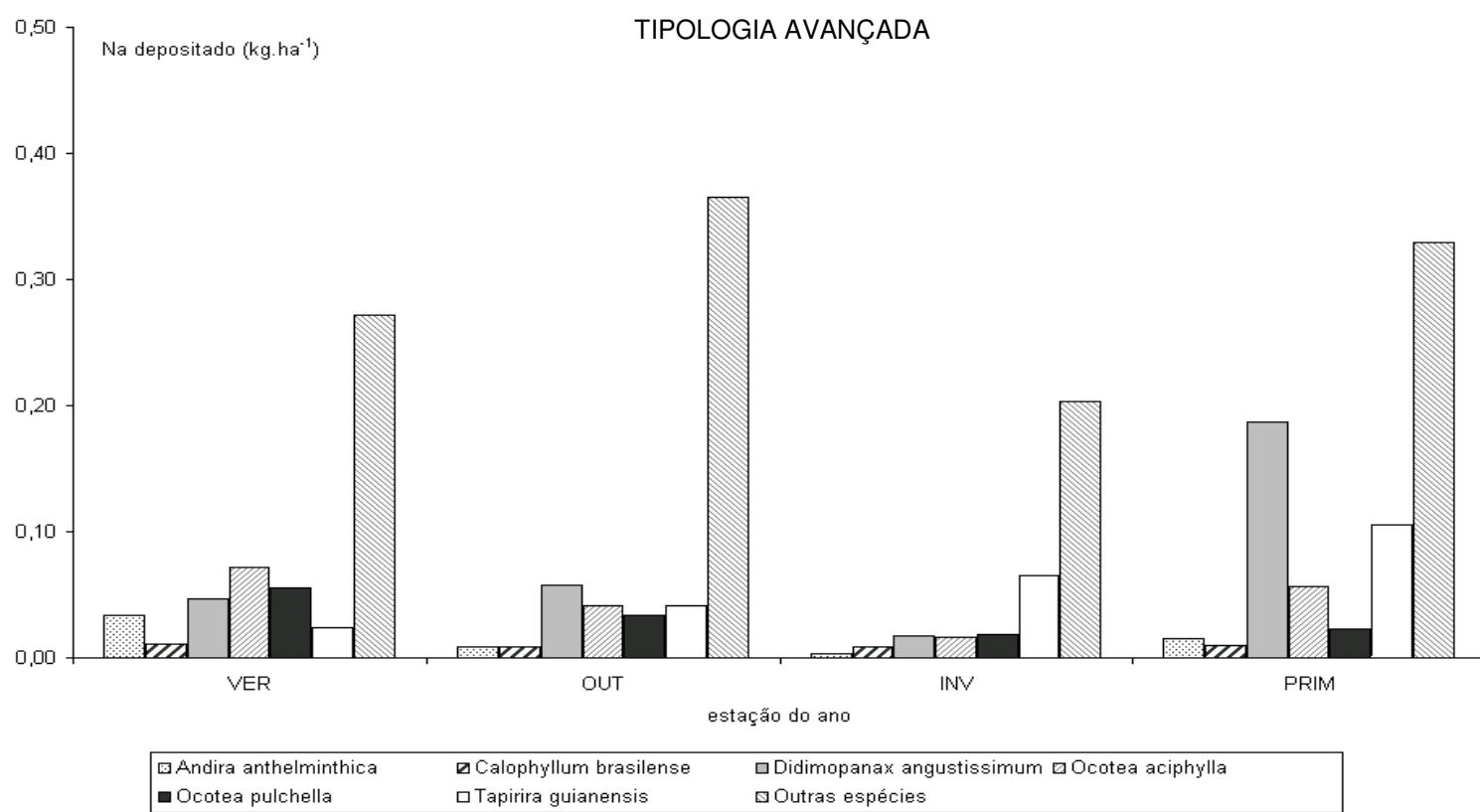
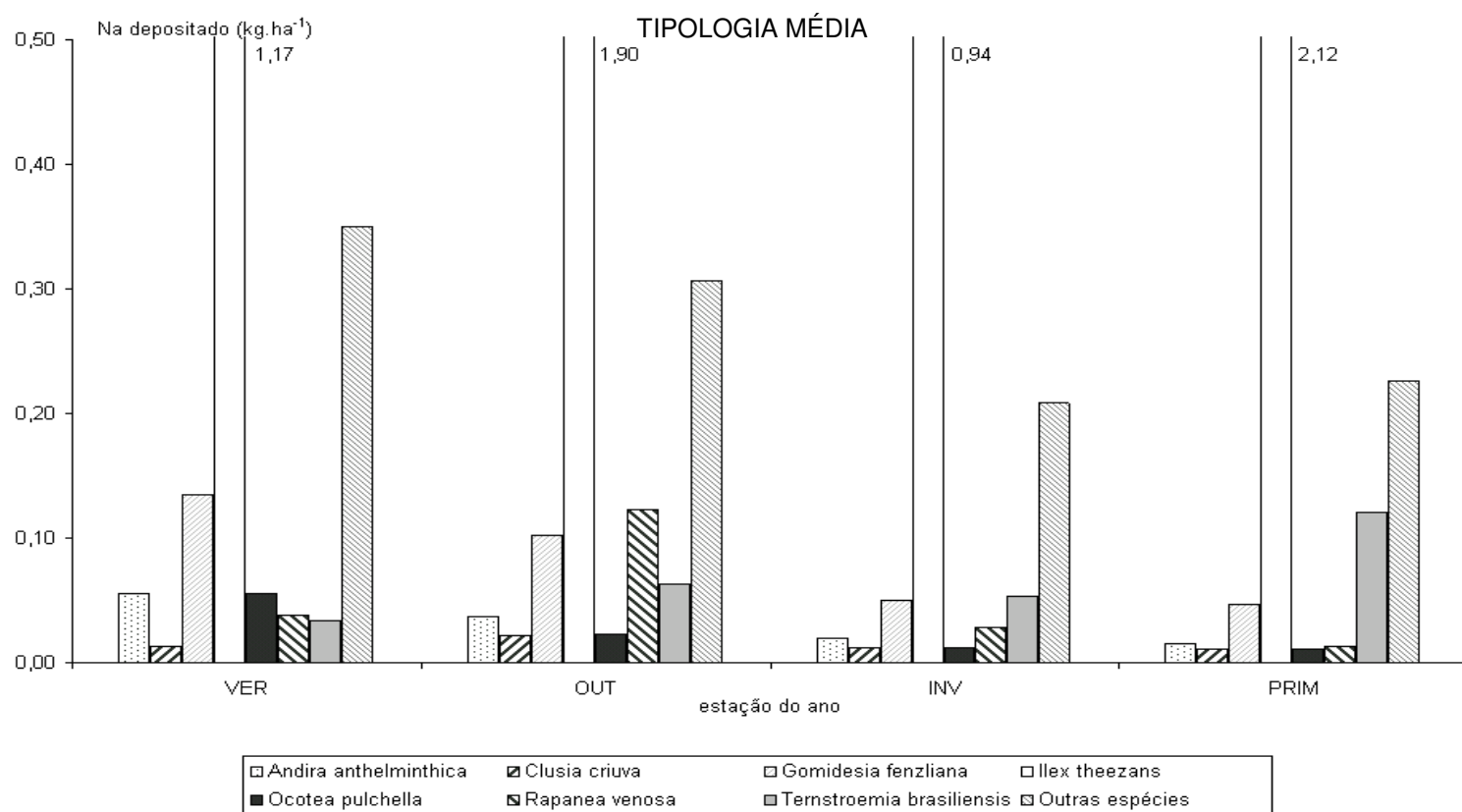
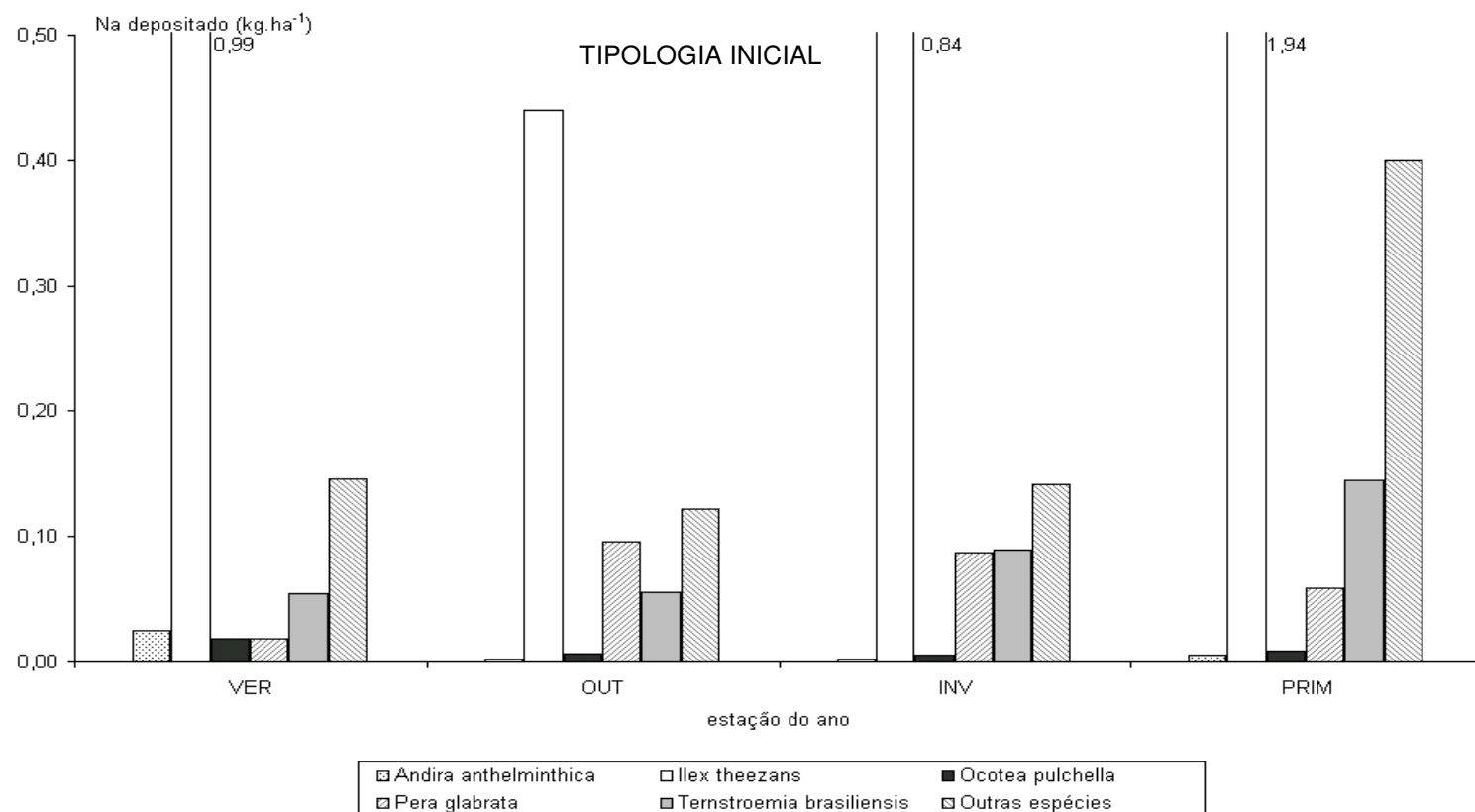


FIGURA 5.9 - QUANTIDADE DE Na (kg.ha⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ NO ANO DE 2004.



5.3 ACUMULAÇÃO DA SERAPILHEIRA

Na tabela 5.9 são apresentados os valores estimados das diferentes frações de serapilheira acumulada, bem como a biomassa de raízes no inverno e na primavera de 2003 nas tipologias Inicial, Média e Avançada. Os dados se referem ao material acumulado no perfil orgânico incluindo o horizonte H.

TABELA 5.9 - FITOMASSA DE DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) E BIOMASSA DE RAÍZES ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2003.

TIPOLOGIA	FRAÇÃO*	INVERNO	PRIMAVERA	MÉDIA
INICIAL	FR	1,71	1,29	1,50
	FD	3,25	2,38	2,82
	RFS	1,63	1,19	1,41
	PE	12,69	2,76	7,73
	MA	0,25	0,12	0,19
	TOTAL	19,53	7,75	13,64
	RA	2,92	0,43	1,68
MÉDIA	FR	0,58	0,78	0,68
	FD	4,23	3,57	3,90
	RFS	1,19	1,50	1,35
	PE	22,63	42,43	32,53
	MA	0,74	0,81	0,78
	TOTAL	29,38	49,11	39,24
	RA	4,75	5,68	5,22
AVANÇADA	FR	0,59	0,95	0,77
	FD	1,93	1,55	1,74
	RFS	1,06	0,62	0,84
	PE	32,73	31,24	31,99
	MA	7,47	2,39	4,93
	TOTAL	43,78	36,75	40,27
	RA	7,10	5,91	6,51

* FR - folhas recém caídas; FD - folhas levemente decompostas; RFS – ramos, frutos e sementes; PE - peneira; MA - madeira; RA - raízes

A quantidade média de serapilheira acumulada no perfil orgânico foi de $13,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tipologia Inicial, $39,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tipologia Média e $40,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na Avançada. Esses valores estão superestimados devido à contaminação do material pelo solo mineral, não descontado nas amostras do ano de 2003. No entanto, mesmo se consideradas as porcentagens de contaminação obtidas para as amostras de 2004, esses valores se apresentam bastante elevados quando comparados a outros estudos realizados no Brasil. Em florestas semidecíduais variaram de $5,5$ a $8,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (MORELLATO, 1992; CESAR, 1993a; SCHLITTLER et

al., 1993c; DINIZ & PAGANO 1997); na Floresta Atlântica de 5,9 a 26,3 t.ha⁻¹ (VARJABEDIAN & PAGANO, 1988; KINDEL & GARAY, 2002; MARTINS, 2004); em plantios florestais de 4,21 a 12,7 t.ha⁻¹ (TEIXEIRA et al., 2001; BALIEIRO, et al., 2004) e em bracatingais de 7,2 a 13,1 t.ha⁻¹ (ZILLER et al., 1996). Em outras formações florestais foram observados valores de 7,5 e 9,7 t.ha⁻¹, em diferentes tipos de Floresta Ombrófila Mista (FLOSS et al., 1999); 4,2, 5,6 e 6,0 t.ha⁻¹, numa sucessão em Floresta Estacional Decidual (CUNHA, 1997) e 3,8 e 5,8 t.ha⁻¹, em capoeira e floresta primária na Amazônia (TEIXEIRA et al., 2001).

Para a maioria desses estudos não é possível definir quais horizontes orgânicos foram utilizados nas avaliações, desse modo as possíveis diferenças existentes entre metodologias utilizadas dificultam as comparações. Pode ocorrer que, na maioria dos estudos citados, o horizonte H tenha sido desconsiderado durante as coletas, resultando em valores bem mais baixos. No entanto, mesmo os resultados obtidos por KINDEL & GARAY (2002), em que o procedimento metodológico se assemelha ao utilizado no presente estudo, apresentaram quantidades acumuladas mais baixas.

Considerando que este é um ambiente pobre em nutrientes, os dados corroboram com as avaliações realizadas por JORDAN & HERRERA (1981), que mostraram que as florestas desenvolvidas em ambientes oligotróficos desenvolvem uma espessa camada de liteira, diferentemente daquelas desenvolvidas em ambientes mais ricos em nutrientes. Reafirmando essa característica dos ambientes oligotróficos, GARAY et al. (1995), realizando avaliações na Floresta Atlântica estimaram uma massa de 21,9 t.ha⁻¹ de serapilheira sobre um Espodossolo e somente 6,1 t.ha⁻¹ em ambiente mais fértil.

As elevadas quantidades de serapilheira acumulada observadas nas tipologias Média e Avançada se devem principalmente ao material acumulado na forma de material fino. Essa característica foi observada a campo (espesso horizonte H) e aqui é indicada pela grande quantidade de material na fração PE. Possivelmente essa característica está vinculada a um processo de humificação acentuado nessas tipologias.

Foi observado que as três tipologias estudadas apresentam grande variação espacial com relação à quantidade de serapilheira acumulada no perfil orgânico. Essa observação realizada a campo foi confirmada através do cálculo dos

coeficientes de variação (CV) da serapilheira acumulada e das raízes em cada tipologia florestal e estação. Os dados referentes aos CV estão apresentados na tabela 5.10. Como pode ser observado a quase totalidade dos dados apresentaram CV acima de 20 %, isso indica que há grande variação nas quantidades acumuladas em todas as estações e tipologias, nos anos de 2003 e 2004. As frações FR e FD apresentaram-se mais homogêneas em relação às demais, visto que o CV são mais baixos, por outro lado a fração MA foi a menos homogênea.

TABELA 5.10 – COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%) DE DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA E BIOMASSA DE RAÍZES, EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, EM DIFERENTES ESTAÇÕES DOS ANOS DE 2003 E 2004.

ano	Tipologia	Estação	FR	FD	RF	PE	MA	TOTAL	raízes
2003	Inicial	inverno	80,9	57,8	47,8	107,6	184,6	69,4	104,8
		primavera	71,0	46,5	64,8	86,8	298,5	44,5	90,2
	Média	inverno	52,0	24,1	55,5	55,8	121,8	45,4	54,6
		primavera	53,1	75,1	33,5	38,0	114,0	33,9	55,4
	Avançada	inverno	60,6	58,2	68,2	51,7	170,9	59,2	72,1
		primavera	50,2	72,7	64,3	30,5	137,7	30,6	33,3
2004	Inicial	verão	35,3	68,1	53,9	45,8	174,4	25,9	158,8
		outono	38,6	70,3	29,6	38,9	171,0	18,1	98,0
		inverno	38,2	51,2	40,8	50,9	178,7	30,9	160,7
		primavera	29,3	34,7	37,3	38,6	206,8	15,8	75,1
	Média	verão	73,1	59,0	63,2	68,4	231,2	54,0	67,0
		outono	32,3	40,8	46,8	31,9	127,1	28,5	57,3
		inverno	29,2	26,3	34,6	39,9	99,0	32,6	70,5
		primavera	39,7	27,3	44,7	59,4	101,4	50,2	58,0
	Avançada	verão	40,5	31,8	81,0	47,7	87,0	32,3	67,9
		outono	31,6	44,5	50,8	33,2	93,6	19,5	44,6
inverno		37,1	26,0	41,5	52,0	108,5	37,1	56,3	
primavera		29,9	31,1	52,5	45,8	127,5	25,0	73,0	

Essa grande variação espacial é provocada pela ocorrência de micro-relevo na superfície do solo, o que favorece o acúmulo em alguns pontos em detrimento de outros, pelo transporte de material pela água da chuva, pela distribuição das diferentes espécies dentro dos fragmentos, presença de clareiras em alguns pontos dos fragmentos, principalmente na tipologia Inicial, e queda de árvores, na tipologia Avançada (VARJABEDIAN & PAGANO, 1988; CUNHA et al., 1993; WISNIEWSKI et al., 1997; TREVISAN et al., 1999). Essa grande variação dificulta a visualização de padrões de acumulação vinculados às características de cada tipologia florestal e seria necessário um número de repetições muito elevado para se alcançar um limite

de erro mais baixo. Como pode ser observado os CV referentes às amostras do ano de 2003 são um pouco mais elevados que os do ano de 2004. No entanto, apesar da modificação na metodologia de coleta e triagem no ano de 2004, não foi possível atingir CVs satisfatórios.

Apesar da existência dessa variabilidade espacial, pode ser visualizado que na tipologia Inicial as quantidades de serapilheira acumulada são consideravelmente mais baixas que nas demais tipologias estudadas. Isso provavelmente é o resultado das menores deposições de serapilheira aliadas às características microambientais dessa tipologia. Em estudo realizado por PEÑA (2002), na mesma área, foi constatado um menor grau de umidade, assim como uma menor atividade de microorganismos nos horizontes orgânico e mineral na tipologia Inicial, o que parece desfavorecer o processo de humificação da matéria orgânica nessa tipologia quando comparada às tipologias mais avançadas. Além desses fatores, a acumulação de material também está vinculada à idade da floresta, ou seja, o tempo cronológico necessário para o desenvolvimento dos horizontes orgânicos.

Concordando com esses dados, alguns estudos vêm mostrando uma tendência de maior acúmulo de serapilheira em fases sucessionais avançadas quando comparadas a fases iniciais da sucessão florestal, como BRUN (2002), CUNHA, (1997), TEIXEIRA et al. (2001) e PEZZATTO (2004).

Na tabela 5.11 são apresentados os valores estimados das diferentes frações de serapilheira acumulada e biomassa de raízes nos horizontes L e F, nas estações do ano de 2004 nas tipologias Inicial, Média e Avançada.

A quantidade média de serapilheira acumulada, correspondente aos horizontes L e F, foi de $7,1 \text{ t.ha}^{-1}$ na tipologia Inicial, $17,4 \text{ t.ha}^{-1}$ na Média e $7,4 \text{ t.ha}^{-1}$ na Avançada. A quantidade de serapilheira no perfil orgânico, estimada para 2003, retrata claramente a existência de um processo de humificação nas tipologias mais avançadas, que resulta em grande quantidade de material acumulado na camada H. Por outro lado, o acúmulo parcial nas camadas L e F, avaliado em 2004, mostra de maneira um pouco mais clara como o processo de acumulação é influenciado pela quantidade de serapilheira depositada. O estudo realizado por CUNHA (1997) corrobora com esta afirmação, uma vez que o autor observou um aumento na quantidade acumulada de acordo com o aumento nas deposições em diferentes fases sucessionais.

TABELA 5.11 - FITOMASSA DE DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA (Mg.ha^{-1}) E BIOMASSA DE RAÍZES (Mg.ha^{-1}), EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ AO LONGO DAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.

TIPOLOGIA	FRAÇÃO	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	MÉDIA
INICIAL	FR	1,46	1,06	1,35	1,22	1,55
	FD	1,76	1,47	1,23	1,74	1,27
	RFS	1,57	1,55	1,27	1,78	1,54
	PE	2,55	2,95	2,61	2,43	2,63
	MA	0,12	0,09	0,07	0,08	0,09
	TOTAL	7,46	7,12	6,53	7,25	7,09
	RA	0,24	0,15	0,16	0,06	0,15
MÉDIA	FR	0,96	0,58	0,86	0,86	0,81
	FD	2,32	1,63	1,45	1,93	1,83
	RFS	1,40	1,57	2,19	1,71	1,72
	PE	10,56	13,75	12,92	12,26	12,37
	MA	0,81	0,90	0,24	0,51	0,62
	TOTAL	16,05	18,43	17,66	17,27	17,35
	RA	1,25	1,16	1,27	1,22	1,22
AVANÇADA	FR	1,18	0,83	1,07	0,99	1,02
	FD	1,10	1,04	0,93	1,22	1,07
	RFS	1,19	1,24	1,25	0,85	1,13
	PE	4,30	3,64	4,41	2,59	3,73
	MA	0,54	0,96	0,37	0,06	0,48
	TOTAL	8,30	7,70	8,04	5,73	7,44
	RA	0,96	0,83	0,86	0,71	0,84

* FR - folhas recém caídas; FD - folhas levemente decompostas; RFS – ramos, frutos e sementes; PE - peneira; MA - madeira; RA - raízes

A grande diferença nas quantidades acumuladas nas duas avaliações (2003 e 2004 (Tabelas 5.9 e 5.11), mostram que grande parte do material orgânico acumulado nas tipologias Média e Avançada está presente no horizonte H. O que também é indicado pela grande quantidade de material mais fragmentado (menores que 4 mm), presente na fração PE no ano de 2003. Esses dados concordam com os obtidos por GARAY et al. (1995) no qual mais da metade do material constituinte do perfil orgânico sobre Espodossolo na Floresta Atlântica estavam presentes na camada H.

Em 2004, assim como observado no ano de 2003, a fração PE foi a mais representativa em todas as tipologias. As quantidades acumuladas corresponderam em média a 37,1% do total na tipologia Inicial, 71,3% na tipologia Média e 50,1% na tipologia Avançada. Na tipologia Média a grande representatividade dessa fração se deve à formação de um espesso horizonte F, constituídos por uma grande quantidade de pequenos fragmentos de folhas envolvido por um emaranhado de raízes finas, com presença de substâncias finas.

A fração FR apresentou maior acúmulo na tipologia Inicial. Nessa tipologia, em que as espécies tendem a apresentar maior esclerofilia (BOEGER & WISNIEWSKI, 2003), o microclima é mais seco e o início do processo de decomposição é mais lento (ROCHA et al., 2002b) foi observada uma maior quantidade de folhas sem características visíveis de decomposição. Nas tipologias Média e Avançada, nas quais as folhas são mais mesófilas e o microclima é mais úmido (BOEGER & WISNIEWSKI, 2003), as folhas depositadas sobre o solo sofrem uma ação mais rápida dos processos físicos e biológicos de decomposição. No caso da tipologia Avançada, além das características da vegetação a proximidade do lençol freático com relação à superfície do solo (SCHWARZBACH, 2005) contribui para a diferenciação do microclima.

As quantidades de serapilheira na forma da fração FD, como já esperado, foram maiores nas amostras do ano de 2003, quando utilizada a peneira de 4 mm. No entanto na tipologia Avançada as diferenças foram menores que as verificadas nas outras duas tipologias. Nas tipologias Inicial e Média, após o período inicial de decomposição, as folhas tendem a ficar acumuladas no perfil orgânico de maneira fragmentada, enquanto que na tipologia Avançada o tempo de permanência nesse estágio de decomposição seria um pouco mais curto, acumulando-se então na forma de substâncias finas. Ou seja, mesmo com a utilização de uma malha mais fina em 2003 a quantidade de material retido na tipologia Avançada não foi consideravelmente maior do que aquela observada em 2004. Isso mostra, então que as folhas ficam pouco acumuladas na forma de fragmentos de tamanho entre 4 e 9 mm. Já nas tipologias Inicial e Média a fração FD foi quase o dobro no ano de 2003, ou seja, fragmentos entre 4 e 9 mm, retidos como FD nas amostras de 2003 passaram a fazer parte da fração PE em 2004, indicando que nessas tipologias as folhas vão passando mais lentamente pelos diferentes estágios de fragmentação até serem reduzidas a substâncias finas, no caso da tipologia Média, ou em grande parte mineralizada, na tipologia Inicial.

As quantidades da fração RFS acumuladas nas três tipologias foram bem similares entre si, no entanto percentualmente foi mais significativa na tipologia Inicial, correspondendo a 21% do total acumulado. Nas tipologias Média e Avançada essa fração correspondeu a 9,9 e 15,2 % do total acumulado, respectivamente.

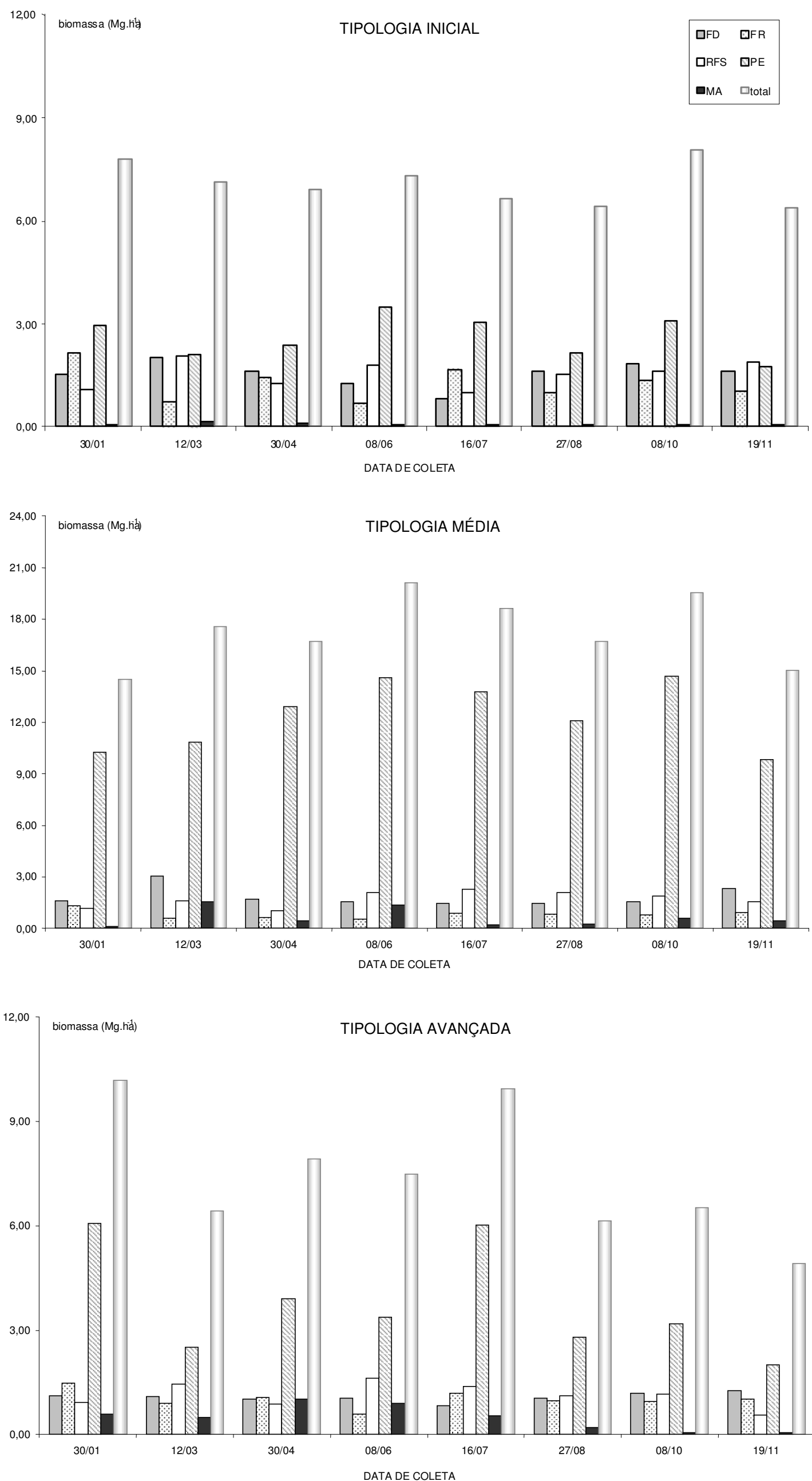
A fração MA foi a mais variável em todas as tipologias. A grande quantidade dessa fração no inverno de 2003 na tipologia Avançada se deve ao sorteio dos locais de coletas terem coincidido com pontos em que houve a queda de grandes ramos ou troncos, o que é comum em fases sucessionais mais avançadas. Foi constatado que esta fração pode ficar acumulada ao longo de todo o perfil orgânico, principalmente no horizonte H. A presença desse material na camada H está relacionada à sua lenta decomposição, o que resulta em sua acumulação por longo período na camada orgânica. Dessa forma representa um estoque de nutrientes que é disponibilizado lentamente para a vegetação (SPURR & BARNES, 1980). Na tipologia Inicial, a fração MA foi também composta por fragmentos de carvão, o que não foi observado para as demais tipologias florestais. Isso comprova o histórico de queima relatado para esta área.

As características e quantidades da serapilheira acumulada nas três tipologias estão de acordo com o observado por TREVISAN et al. (1999). Esses autores, realizando uma classificação e caracterização dos horizontes orgânicos na área do presente estudo, observaram que há uma tendência dos horizontes orgânicos serem mais desenvolvidos e mais homogêneos nas tipologias florestais mais avançadas.

Nenhum padrão sazonal foi observado para a serapilheira total acumulada nas diferentes tipologias. Na Figura 5.10 pode ser visualizada a distribuição das diferentes frações de serapilheira acumulada ao longo do ano de 2004.

Nas tipologias Média e Avançada ocorreram alguns picos, mas sem nenhum padrão claro de maior ou menor acumulação. As variações que eventualmente possam existir acabam sendo mascaradas pela grande variabilidade espacial do material, como também foi observado por CUNHA et al. (1993). Os eventuais picos de deposição seguem a tendência do material mais fragmentado, presente na fração PE. Considerando a não existência de sazonalidade pode-se dizer que ocorre uma maior taxa de decomposição coincidindo com as épocas de maior deposição (CORREIA & ANDRADE, 1999).

FIGURA 5.10 - FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA ($Mg \cdot ha^{-1}$) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, AO LONGO DO ANO DE 2004.



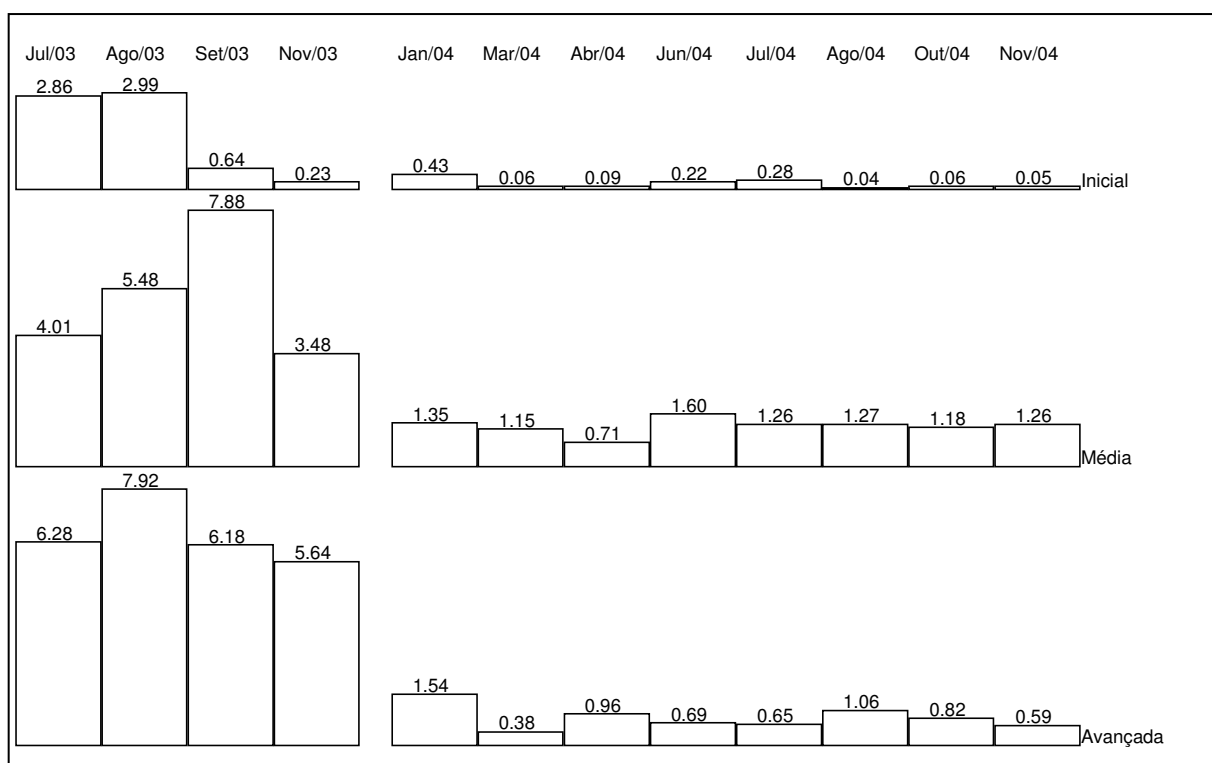
* FR - folhas recém caídas; FD - folhas levemente decompostas; RFS - ramos, frutos e sementes; PE- peneira; MA - madeira; RA - raízes

Em locais onde ocorre uma marcante distinção entre estações seca e úmida, padrões sazonais de acumulação podem ser melhor visualizados, como no estudo realizado por WOODS & GALLEGOS (1970) no Panamá e por BORÉM & RAMOS (2002) no Rio de Janeiro. De acordo com esses autores as variações na deposição e decomposição da serapilheira definem a sazonalidade nas quantidades acumuladas.

5.3.1 Biomassa de Raízes na Serapilheira Acumulada

Na Figura 5.11 são apresentados os valores estimados da biomassa de raízes em todo o período de coleta. Esses valores estão subestimados, pois uma certa quantidade dessa fração não pode ser contida pela peneira. Desse modo raízes menores e fragmentadas foram computadas na fração PE. Assim como observado para a serapilheira acumulada, a biomassa da fração RA foi bastante variável espacialmente nas três tipologias florestais.

FIGURA 5.11 - BIOMASSA DE RAÍZES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS ($Mg \cdot ha^{-1}$) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ EM 2003 E 2004.



*Jul – Nov/2003 = raízes presentes nos horizontes orgânicos L, F e H; Jan – Nov/2004 = raízes presentes nos horizontes orgânicos L e F.

As maiores quantidades da fração RA em 2003 foram observadas na tipologia Avançada, seguida pela tipologia Média e por último a Inicial. Esse comportamento reflete a grande quantidade de raízes, principalmente raízes grossas, presentes no horizonte H, mais espesso nas tipologias florestais mais desenvolvidas. Uma grande porcentagem de raízes presentes no horizonte H foi também observada por GARAY et al. (1995), que estimaram quase duas toneladas por hectare de raízes finas neste horizonte. Já para o ano de 2004, em que não houve coleta do horizonte H, as maiores quantidades foram observadas na tipologia Média, graças à grande contribuição das raízes finas presentes no espesso horizonte F dessa tipologia.

RACHAW et al. (1999) realizando avaliações nessas mesmas áreas notaram que o enraizamento se dá de forma mais intensa no horizonte orgânico, de modo que a quantidade de raízes é diretamente proporcional à espessura do mesmo. O desenvolvimento dessa grande quantidade de raízes na camada de serapilheira é tido como um processo de adaptação das florestas que se desenvolvem sobre solos pobres em nutrientes. Com a interação entre as raízes, serapilheira, decompositores e outros microorganismos concentrados na superfície do solo, há um aumento da probabilidade de absorção de nutrientes (JORDAN & HERRERA, 1981).

Além disso, GARAY et al. (1995) chamam a atenção para a importância das raízes na dinâmica da matéria orgânica do solo, indicando que, em certos ambientes na Floresta Atlântica, a contribuição das raízes pode ser tão importante, nesse aspecto, quanto a serapilheira depositada sobre o solo.

5.4 DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA

Os dados apresentados na Tabela 5.12 referem-se às taxas de decomposição e ao tempo de renovação da serapilheira nas três tipologias florestais estudadas. As taxas de decomposição aqui calculadas correspondem aos valores médios de decomposição das camadas L e F da serapilheira acumulada, ou seja, o k' estima o tempo necessário para que o material presente nessas camadas seja renovado, não prevendo então o tempo necessário para que o material depositado seja completamente mineralizado. Considera-se que quanto maior o valor de k , mais rápido é o processo de decomposição.

TABELA 5.12 - FITOMASSA DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), SERAPILHEIRA ACUMULADA ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), COEFICIENTE DE DECOMPOSIÇÃO E TEMPO DE RENOVAÇÃO DO ESTOQUE (anos) EM TRÊS TIPOLOGIAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANA.

Compartimento	Tipologia Florestal		
	Inicial	Média	Avançada
Serapilheira Depositada	4,88	7,44	6,53
Serapilheira Acumulada	7,09	17,35	7,44
Taxa de decomposição (k)	0,69	0,43	0,88
Tempo de renovação do estoque (k')	1,45	2,33	1,14

Os valores da constante de decomposição (k) observados nas três tipologias florestais foram relativamente baixos, principalmente na tipologia Média, resultando em um tempo médio de renovação do estoque de serapilheira nas camadas L e F elevados. O valor de k estimado para a tipologia Média foi muito próximo do obtido por LOPES et al. (1990) em área de Floresta Atlântica afetada por poluentes no litoral de São Paulo: 0,42. O valor obtido para a tipologia Inicial apresentou certa similaridade com o observado por MARTINS (2004) em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas sobre solos hidromórficos no Paraná: 0,68 e por VARJABEDIAN & PAGANO (1988), também na Floresta Atlântica: 0,72. No entanto todos os valores obtidos neste estudo ficaram abaixo daqueles observados por GAMA-RODRIGUES & BARROS (2002) em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas na Bahia: 1,07.

Os resultados mostraram que a decomposição na área do presente estudo ocorre de forma mais lenta que o já observado em diferentes florestas do sul e sudeste do Brasil. Nas Florestas Semidecíduais em São Paulo foram observados

valores de k bem superiores ao do presente estudo, como nas áreas avaliadas por MEGURO et al. (1979); PAGANO (1989); MORELLATO (1992); CESAR (1993a) e SCHLITTLER et al. (1993c), que variaram de 1,02 a 1,72; A mesma afirmação vale para os resultados obtidos em Florestas Deciduais no Rio Grande do Sul por CUNHA et al. (1993): 1,16 e CUNHA (1997): 1,37, 1,42 e 1,57, em Capoeira, Capoeirão e Floresta, respectivamente.

Utilizando uma metodologia de avaliação direta de perda de peso, litterbags, WISNIEWSKI et al. (1997), obtiveram como resultado valores da constante de decomposição de 0,51 para a tipologia Inicial, 0,48 para a Média e 0,60 para a Avançada, dessa forma o tempo necessário para decomposição de 95% do material seria de 5,88, 6,25 e 5,00 anos respectivamente.

Além da lenta decomposição observada nas tipologias estudadas, ocorre também um intenso processo de humificação, principalmente nas tipologias mais avançadas. Esse é um importante mecanismo de conservação de nutrientes nessas florestas, pois através da humificação ocorre a formação de um espesso perfil orgânico. Os nutrientes presentes nesse perfil não ficam prontamente assimiláveis aos microorganismos, nem suscetíveis à lixiviação, formando assim um estoque de nutrientes que é lentamente disponibilizado para a vegetação (LAVELLE et al., 1993). Além disso, segundo esses mesmos autores, a matéria orgânica contribui para a fertilidade dos solos através da formação de agregados e da retenção de cátions trocáveis.

Considerando a importância da matéria orgânica acumulada na manutenção desse ecossistema, a destruição dos horizontes orgânicos pode resultar na degradação desse ambiente. O que, por sua vez, pode ocasionar uma recuperação extremamente lenta e, até mesmo, fazer com que o ecossistema atinja um estado de equilíbrio em que o ambiente seja menos estruturado que o originalmente existente na área (EWEL, 1996).

Os resultados obtidos sobre deposição de serapilheira durante vários anos na área do presente estudo (Tabela 5.2), como já discutido na seção 5.1, corroboram com essas afirmações. O que parece estar intimamente ligado ao histórico de corte raso e queima da tipologia Inicial e corte raso e uso agrícola na tipologia Média, práticas que degeneram esse tipo de solo rapidamente em regiões tropicais, devido, principalmente, ao fato de destruir o perfil orgânico (WITHMORE,

1993). Nas áreas do presente estudo RACHAW et al. (1999) confirmaram a importância das florestas para a manutenção dos Espodosolos, afirmando que elas contribuem não somente para a formação do perfil orgânico, mas também para a manutenção de níveis de carbono no horizonte Bh desses solos.

6 CONCLUSÕES

Maiores quantidades de fitomassa foram depositadas nas tipologias mais avançadas, o que está relacionado às características fitossociológicas e ecológicas de cada tipologia florestal.

O compartimento Folhas constituiu aquele que mais contribuiu para a deposição e fitomassa sobre o solo, resultante da contínua taxa de renovação deste compartimento.

Houve grande variação na quantidade de serapilheira depositada por cada espécie arbórea avaliada, mostrando que há relação entre deposição de fitomassa e valor de importância das espécies no ecossistema.

Há uma grande variação na quantidade de serapilheira depositada pelas diferentes espécies e frações da serapilheira ao longo das estações do ano, de modo que maiores deposições ocorreram nos períodos de primavera e verão.

As concentrações de macronutrientes e Na variaram de acordo com as espécies arbóreas, frações e tipologias florestais.

As quantidades de macronutrientes e Na, de um modo geral, foram mais determinadas pela deposição de fitomassa do que pelas concentrações. Seguindo os valores de importância das espécies.

As tipologias Média e Avançada apresentaram maiores quantidade de serapilheira acumulada comparativamente à tipologia Inicial, quando considerado todo o perfil orgânico.

A quantidade de serapilheira acumulada nos horizontes L e F foi bastante similar entre as as tipologias Inicial e Avançada, enquanto a tipologia Média apresentou mais que o dobro de fitomassa acumulada nesses horizontes em relação às outras duas tipologias.

As frações de serapilheira acumulada apresentaram características diferenciadas de acordo com a tipologia florestal, de modo que as tipologias mais avançada apresentaram o perfil orgânico mais desenvolvido.

Tanto as quantidades de serapilheira acumulada quanto as características das frações avaliadas, se devem às diferenças na dinâmica dos processos de deposição e decomposição da fitomassa.

Maior biomassa de raízes caracterizaram as tipologias florestais mais avançadas, o que está relacionado às características e dimensões do perfis orgânicos das diferentes tipologias.

As taxas de decomposição estimadas por método indireto foram diferentes entre as tipologias florestais, indicando decomposição mais rápida na tipologia Avançada e mais lenta na tipologia Média.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. São Paulo, 1992. 334 f. Tese (Doutorado) _ Universidade de São Paulo.

BABEL, U. Gliederung und beschreibung des humusprofils in mitteleuropäischen wäldern. **Geoderma**, n. 5, p. 297-324, 1970.

BACKES, A. Ecologia da floresta latifoliada do Morro do Coco, Viamão, Rio Grande do Sul. II - Produção de serapilheira, de CO₂ pelo solo e decomposição de celulose. **Iheringia, Série Botânica**, n. 55, p. 3-21, 2001.

BALIEIRO, F. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, M. de. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.

BARBOSA, J. H. C. **Dinâmica da serapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poço das Antas - RJ)**. Rio de Janeiro, 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BECKER, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BIGARELLA, J. J.; BECKE, R. D. J.; SANTOS, G. F. dos; et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994. v. 1: Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas, relevo cárstico e dômico.

BIGARELLA, J. J. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná**. Secretaria de Estado e Planejamento do Estado do Paraná, Curitiba, 1978, 248p.

BOEGER, M. R.; WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 26, n. 1, p. 61-72, 2003.

BOEGER, M. R.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n.1, p. 167-181, 2005.

BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**. Lavras, v. 8, n. 2, p. 42-59, 2002.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advences in Ecological Research**. v. 2, p. 101- 157, 1964.

BRITEZ, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR**. Curitiba, 1994. 240f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BRITEZ, R. M.; REISSMANN, C. B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, PR. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 766-772, 1992. Edição especial.

BRIONES, M. J. I.; INESON, P. Decomposition of eucalyptus leaves in litter mixtures. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 28, p. 1381-1388, 1996.

BRUN, E. J. **Dinâmica da deposição de serapilheira em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Maria, RS**. Santa Maria, 2002. Relatório de estágio supervisionado. Universidade Federal de Santa Maria.

BUDOSWSKI, G. Forest succession in tropical lowlands. **Turrialba**, v. 13, n. 1, p. 42-44, 1963.

CESAR, O. Produção de serapilheira na Mata Mesófila Semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. São Paulo, v. 53, n.4, p. 671-681, 1993a.

CESAR, O. Nutrientes Minerais da serapilheira produzida na Mata Mesófila Semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. São Paulo, v. 53, n.4, p. 659-669, 1993b.

CHEN, H.; HARMON, M. E.; SEXTON, J.; FAST B. Fine-root decomposition and N dynamics in coniferous forests of the Pacific Northwest, U. S. A. **Canadian Journal of Forest Research**. v. 32, p. 320-331, 2002.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Cap. 10, p. 197-225. 1999.

CUNHA, G. C. da. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma floresta estacional do Rio Grande do Sul**. Piracicaba, 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CUNHA, G. C. da; GRENDENE, L. A.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. dinâmica nutricional em Floresta Estacional Decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993.

DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPOSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 88-98.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras - MG. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 21, n. 1, p. 11-26, 1997.

DIAS, H. C. T.; FIGUEIRA, M. D.; SILVEIRA, V.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. ; SCOLFORO, J. R. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras- MG. **Cerne**. Lavras, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2002.

DICKOW, K. M. C. **Influência estacional e sucessional na lixiviação de nutrientes de serapilheira de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas**. Curitiba, 2000, 50f. Monografia (Programa especial de Treinamento, Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DINIZ, S., PAGANO, S. N. Dinâmica de folheto em Floresta Mesófila Semidecídua no município de Araras, SP. I-Produção, decomposição e acúmulo. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 27-36, 1997.

DINIZ, S., PAGANO, S. N. BINI, L. M. Dinâmica de folheto em Floresta Mesófila Semidecídua no município de Araras, SP. II-fluxo de macronutrientes. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 37-46, 1997.

DIX, N. J.; WEBSTER, J. **Fungal Ecology**. Londres: Chapman & Hall, 1995. 549 p.

DOMINGOS, M. POGGIANI, F. DE VUONO, Y. S. LOPES, M. I. M. S. Produção de serapilheira na Floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**. v.17, n. 1, p. 47-58, 1990.

DURIGAN, G., LEITÃO FILHO, H. F., PAGANO, S. N. Produção de Folheto em matas ciliares na região oeste do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v. 8, n. 2, p. 187-199, 1996.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**. v.64, p. 293-308, 1976.

FERRI, M. G. **Ecologia: temas e problemas brasileiros**. São Paulo: EDUSP, 1974.

FIGUEIREDO FILHO, A., MORAES, G. F., SCHAAF, L. B., FIGUEIREDO, D. J. de. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 11-18, 2003.

FLOSS, P. A.; CALGATO, P. A.; BOHNER, J. A. M. Produção e decomposição de serapilheira na floresta ombrófila mista da reserva florestal da EPAGRI/EMBRAPA de Caçador, SC. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 19-22, 1999.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 26, n. 2, p. 193-207, 2002.

GARAY, I.; KINDEL, A.; JESUS, R. M. Diversity of humus forms in the Atlantic Forest ecosystems (Brazil). The Table-land Atlantic Forest. **Acta Oecológica** v. 16, p. 553 – 570, 1995.

GOLLEY, F.B.; McGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I. & DUEVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. Tradução: Eurípedes Malavolta. São Paulo: EPU/EDUSP, 1978. 256p.

GOLLEY, F. B. Nutrient Cycling and Nutrient Conservation. In: GOLLEY, F. B., **Tropical Rainforest Ecosystem: structure and function**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Science B. V., 1996a. (Ecosystems of the World, 14A). p.137-156.

GOLLEY, F. B. Decomposition. In: GOLLEY, F. B. **Tropical Rainforest Ecosystem: structure and function**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Science B. V., 1996b. (Ecosystems of the World, 14A). p. 157-223.

GOMEZ-POMPA, A.; VAZQUES-YANES, C. Successional Studies of a Rain Forest in Mexico. In: **Forest succession: concept and application**. Cap. 16, p. 246-266. 1981.

HENROT, J.; BRUSSARD, L. Determinants of *Flemingia congesta* and *Dactyladenia barteri* mulch decomposition in alley-cropping systems in the humid tropics. **Plant and Soil**. v.191, p.101-107, 1997.

HOPKINS, B. Vegetation of the Olkemeji Forest Reserve, Nigeria. IV The litter and soil with special reference to their seasonal changes. **Journal of Ecology**. v. 54, p.687-703, 1966.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Disponível em http://www.iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm Acesso em 09 nov. 2006.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: SEMINÁRIO ADUBAÇÃO VERDE, 1983, Rio de Janeiro. **Palestra**. 1983.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira: série manuais técnicos em geociências**. Rio de Janeiro, n.1, 1992. 92 p.

JACKSON, J. F. Seasonality of flowering and leaf-fall in a brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, v. 10, n. 1, p. 38-42, 1978.

JABIOL, B.; BRÊTHES, A.; PONGE, J. F.; TOUTAIN, F.; BRUN, J. J. **L'humus sous toutes ses formes**. Nancy: ENGREF-Nancy, 1995.

JENNY, H. GESSEL, S. P. BINGHAM, F. T. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. **Soil Science**, v.68, p. 419-432, 1949.

JONES, J. B. Jr. **Plant Nutrition: manual**. Florida: CRC Press, 1998.

JORDAN, C. F. **Nutrient cycling in tropical forest Ecosystems**. John Wiley & Sons. 1985. 190 p.

JORDAN, C. F.; HERRERA, R. Tropical Rain Forest: are nutrients really critical? **American Naturalist**. v. 117, p. 167-180, 1981.

KILLHAM, K. **Soil Ecology**. Great Britain: Cambridge University Press, 1994.

KINDEL, A.; GARAY, I. Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil. **Geoderma**. v. 108, p. 101– 118. 2002.

KING, J. S.; LEE ALLEN, H.; DOUGUERTY, P.; STRAIN, B. R. Decomposition of roots in loblolly pine: effects of nutrient and water availability and root size class on mass loss and nutrient dynamics. **Plant and Soil**. v. 195, p. 171-184. 1997.

KOHELER, C. W.; REISSMANN, C. B. Macronutrientes retornados com a serapilheira de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 645-648, 1992. Edição especial.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria - RS. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002a.

KÖNIG, F. G.; BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; LONGUI, S. J. Devolução de nutrientes via serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria - RS. **Brasil Florestal**. Viçosa, n. 74, p. 45-52, 2002b.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of Wood Plant**. New York: Academic Press, 1979. 811p.

KURKA, A.; STARR, M.; HEIKINHEIMO, M.; SALKINOJA-SALONEN, M. Decomposition of cellulose strips in relation to climate, litterfall, nitrogen, phosphorus and C/N ratio in natural boreal forests. **Plant and Soil**. v. 219, p. 91-101, 2002.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, F.; SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**. v. 25, n. 2, p. 130-150, 1993.

LEITE, P.F. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil: proposta de classificação.** Curitiba, 1994. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: **Geografia do Brasil – Região Sul.** Rio de Janeiro: IBGE. v.2, 1990. p.113-150.

LOCKABY B. G.; WHEAT, R. S.; CLAWSO, R. G. Influence of hidroperiod on litter conversion to soil organic matter in a floodplain forest. **Soil Scienc of Society American Journal.** v. 60, 1989-1993, 1996.

LOPES, M. I. M. S.; DE VUONO, Y. S.; DOMINGOS, M. Serapilheira acumulada na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea.** v. 17, n. 1, p. 59-70, 1990.

LOUZADA, M. A. P.; CURVELLO. A.; BARBOSA, J. H. C.; GARAY, I. O aporte de matéria orgânica ao solo: quantificação fenologia e suas relações com a composição específica em área de floresta atlântica de tabuleiros. **Leandra.** Rio de Janeiro, v. 12, p. 27-32, 1997.

LUGO, A. Tropical Forests: their future and our future. In: LUGO, A., LOWE, C. **Tropical Forests: management and ecology.** Ecological Studies, Springer-Verlag. New York, v. 112, 1995. 461p.

MARQUES, M. C. M., OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 27, p. 713-723, 2003.

MARTINS, K. G. **Deposição e decomposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas sobre solos hidromórficos na Estação Ecológica da Ilha do Mel – PR.** Curitiba, 2004, 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MARTINS, K. G.; MARQUES, M. C. M.; BRITZ, R. M.; WISNIEWSKI, C. Deposição e decomposição de serapilheira em uma floresta inundável na planície costeira da Ilha do Mel, PR. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza:UFC, p. 542-543, 2003.

MARTINS; S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecídua no Município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica.** São Paulo, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999.

MASON, C. F. **Decomposição.** Temas de Biologia. Tradução: Octávio Antônio de Camargo. São Paulo: EPU/USP, 1980. 63 p.

MEENTEMEYER, V. Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. **Ecology.** v. 59, n. 3, p. 465-472, 1978.

MEENTEMEYER, V.; BOX, E. O.; THOMPSON, R. World Patterns and Amounts of Terrestrial Plant Litter Production. **BioScience**. v. 32, n.2, p.125-128, 1982.

MEGURO, M.; VINUZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes 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.

MELILLO, J. M., ABER, J. D. MURATORE, J. F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**. v.63, p. 621-626, 1982.

MORAES, R. M., DELITTI, W. B., STRUFFALDI-DE-VUONO, Y. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 22, n. 1, p. 9-16, 1999.

MORELLATO, L. P. C. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. I Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**. v. 8, p. 205-215. 1992.

ODUM E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434 p.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, v. 44, n.2, p.322-331, 1963.

PAGANO, S. N. Produção de folheto em Mata Mesófila Semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. São Paulo, v. 49, n.3, p. 633-639, 1989a.

PAGANO, S. N. Nutrientes minerais no folheto produzido em Mata Mesófila Semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. São Paulo, v. 49, n.3, p. 641-647, 1989b.

PAUL. K. I.; POLGLASE, J. G.; NYAKUENGAMA, J. G.; KHANNA, P. K. Change in soil carbon following afforestation. **Forest Ecology and Management**. v. 168, p.241-257, 2002.

PEÑA, MARTA L. P. **Indicadores microbiológicos de solo na avaliação da recuperação de área degradada de Floresta Ombrófila da Terras Baixas no Litoral Paranaense – Brasil**. Curitiba, 2002, 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PERKIN-ELMER. **Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry**. Norwalk: Perkin-Elmer, 1976. 432p.

PEZZATTO, A. W. **Composição florística e ciclagem de macronutrientes em diferentes seres sucessionais de reservatório de hidrelétrica no Oeste do Paraná**. Curitiba, 2004, 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PINTO, C. B. **Contribuição de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em sucessão vegetal na Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas**. Curitiba, 2001, 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PINTO, C. B., MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Revista Floresta**. Curitiba, v. 33, n. 3, p. 257-264, 2003.

RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R. **Principais tipos de solos do Estado do Paraná, suas características e distribuição na paisagem**. In: A vegetação natural do estado do Paraná. IPARDES, 1994. 5 p.

RAMOS, F. M.; TADEI, M.; SIMÕES, C. G.; BADUY, F.; SCHWARZBACH, S.; ZIWEIR, V.; BORGIO, M.; KOZERA, C.; MARQUES, M. C. M. Mudanças estruturais ao longo de um gradiente sucessional de Floresta de restinga no Paraná. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza:UFC, p. 236-237, 2003.

ROCHA, A. A.; CORRÊA, D. R.; GRAFF NETO, J. Concentração e conteúdo de nutrientes em frações da serapilheira de floresta ombrófila densa das terras baixas no Paraná. In: FERTBIO, 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro:UFRRJ, 2002. 1 CD-ROM.

ROCHA, A. A.; MARQUES, R.; CORRÊA, D. R. Decomposição de serapilheira em fases sucessionais de floresta atlântica no Paraná. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPR, 10., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, p. 280, 2002b.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**. n. 24, p. 75-92, 2002.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G.; KIRCHNER, F. F. **Levantamento da vegetação da área de proteção ambiental de Guaratuba – APA de Guaratuba**. Curitiba: UFPR - Departamento de Silvicultura e Manejo, 1997. 78 p. Relatório Técnico.

RUSSEL, E. J.; RUSSEL, E. W. Decomposicion del material vegetal. In: Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 4 ed. Tradução: Gaspar Gonzalez y Gonzalez. Madrid: Aguilar, 1968. p. 279-305.

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**. v. 65, n. 1, p. 278-284, 1984.

SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. **A mata atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVE, 2002. 156p.

SCHEER, M. B. **Ciclagem de nutrientes em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba, PR.** Curitiba, 2006, 155f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SCHLITTLER, F. H. M.; DE MARINIS, G.; CESAR, O. Produção de serapilheira na floresta do morro do Diabo, Pontal do Paranapanema – SP. **Naturalia**, v. 18, p. 135-147, 1993a.

SCHLITTLER, F. H. M.; DE MARINIS, G.; CESAR, O. Transferência de macronutrientes pela serapilheira produzida na floresta do morro do Diabo (região do Pontal do Paranapanema, estado de São Paulo). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 36, n. 3, p. 597-611, 1993b.

SCHLITTLER, F. H.; DE MARINIS, G.; CESAR, O. Decomposição da serapilheira produzida na floresta do morro do Diabo (região do Pontal do Paranapanema, estado de São Paulo). **Naturalia**, v. 18, p. 149-156, 1993c.

SCHUMACHER, M. V., BRUN, E. J., HERNANDES, J. I. KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma Floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 28, n.1, p. 29-37, 2004.

SCHWARZBACH, J. **Dinâmica química da solução do solo em três fases sucessionais da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas no Litoral do Paraná.** Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SINGH, B.; TRIPATHI, K. P.; JAIN, R. K.; BEHL, H. M. Fine root biomass and tree species effects on potential N mineralization in afforested sodic soils. **Plant and Soil**. v. 219, p.81-89, 2000.

SOUZA, J. A., DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**. Lavras, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Forest Ecology**. 3. Ed. New York: Wiley, 1980. 690p.

SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental; IAP – Instituto Ambiental do Paraná; DER – Departamento de Estradas de Rodagem. **Floresta Atlântica patrimônio da humanidade. Ajude a preservar.** Projeto Ecoviver. Jan. 2005. Publicidade.

STARK, N. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. **Biotropica**. v. 2, n. 1, p. 51-60, 1970.

STARK, N.M.; JORDAN, C. F. Nutrient retention by the root mat of an amazonian rain forest. **Ecology**, v. 59, n. 3, p. 434-437, 1978.

STEVENS, G.; JONES, R. H.; MITHELL R. J. Rapid fine root disappearance in a pine woodland: a substantial carbon flux. **Canadian Journal of Forest Research**. v. 32, p. 2225-2230, 2002.

STEVENSON, F. J. **Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients**. Canadá: John Wiley & Sons, Inc, 1985. 380p.

SUGUIU, K.; MARTIN, L. Geomorfologia das restingas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS, 2., 1990, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: ACIESP, n. 71-III, p. 185-206, 1990.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F.; MARTINS, P. F.S. Ciclagem de nutrientes através da liteira em floresta, capoeira e consórcios com plantas perenes. **Revista de Ciências Agrárias**. Belém, n. 36, p. 19-27, 2001.

TOLEDO, L. O., PEREIRA, M. G., MENEZES, C. E. G. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 9-16, 2002.

TREVISAN, G. V. **Biomassa e produção de serapilheira no parque Estadual "Mata dos Godoy", Londrina, PR**. Londrina, 1998. 24 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina.

TREVISAN, E., WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B. Classificação e caracterização morfológica de horizontes orgânicos sob Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Podzol não hidromórfico. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE LA CIÊNCIA DEL SUELO, 14, 1999, Pucon. **Anais...** Pucon:UFRO, p. 567.

TROFYMOW, J.A. et al. Rates of litter decomposition over 6 years in Canadian forests: influence of litter quality and climate. **Canadian Journal of Forest Research**. v. 32, p. 789-804, 2002.

VANLAUWE, B.; SANGINGA, N.; MERCKX R. Decomposition of four *Leucaena* and *Senna* prunings in alley cropping systems under sub-humid tropical conditions: the process and its modifiers. **Soil Biol. Biochem**. v. 29, n. 2 p. 131-137, 1997.

VARJABEDIAN, R., PAGANO, S. N., Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de Encosta no município do Guarujá, SP. **Acta Botânica Brasileira**. São Paulo, v. 1, n. 2, p. 243-256, 1988.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

VILLELA, D.; PROCTOR, J. Litterfall Mass, chemistry, and nutrient retranslocation in a monodominant forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. **Biotropica**. v. 31, n. 2, p. 198-211, 1999.

VITOUSEK, P. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **The American Naturalist**. v 119, n.4, p. 553-572, 1982.

VITOUSEK, P. M.; WHITE, P. S. Process Studies in Succession. In: **Forest Succession: concept and application**. Cap. 17, p. 267- 282. 1981.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 195-198, 2001.

WISNIEWSKI, C. Nutrientes depositados com a serapilheira em função do estágio sucessional da floresta ombrófila densa das terras baixas sobre podzol não hidromórfico. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE LA CIÊNCIA DEL SUELO, 14, 1999, Pucon. **Anais...** Pucon:UFRO, p. 568.

WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B.; TREVISAN, E. Teores de nutrientes dos horizontes orgânicos da Floresta Ombrófila Densa sobre Espodossolo Órtico Cárstico. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2001, Londrina. **Anais...** Londrina:UEL, p. 216. 2001.

WISNIEWSKI, C.; ZILLER, S. R.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F.; TREVISAN, E.; SOUZA, J. P. **Caracterização do ecossistema e estudo das relações solo cobertura vegetal em planície pleistocênica do litoral paranaense**. 1997, 55 f. Projeto Integrado – CNPq. Curitiba.

WITHMORE, T. C. **An introduction to tropical rain forest**. New York: Oxford University Press Inc., 1993. 226p.

WITHMORE, T. C.; SAYER, J. A. **Tropical deforestation and species extinction**. London: Chapman & Hall, 1992. 147p.

WOODS, F. W.; GALLEGOS, C. M. Litter accumulation in selected forests of the Republic of Panama. **Biotropica**. v. 2, n. 1, p. 46-60, 1970.

XULUC-TOLOSA, F. J.; VESTER, H. F. M.; RAMÍREZ-MARCIAL N.; CASTELLANOS-ALBORES, J.; LAWRENCE, D. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. **Forest Ecology and Management**. v. 174, p. 401-412, 2003.

ZILLER, R. S.; RIBASKI, J.; NEVES, E. J. M.; WISNIEWSKI, C.; CURCIO, G. R., RACHWAL, M. F. G.; MARTINS, E. G.; MARTINEZ, C.; SOUZA, S. L.; PANZERI, C. G.; MASCHIO, W. Relação entre serapilheira acumulada, características fitossociológicas e pedológicas em quatro capoeiras de bracinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba – PR. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39, n. 4, p. 911-921, 1996.

ZINN, Y. L.; RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E. Soil organic carbon as affected by afforestation with *Eucalyptus* and *Pinus* in the *Cerrado* region of Brazil. **Forest Ecology and Management**. v. 166, p. 285-294, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - DEPOSIÇÃO DE FOLHAS DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA (kg.ha ⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	90
APÊNDICE 2 - DEPOSIÇÃO DE FOLHAS DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA (kg.ha ⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	91
APÊNDICE 3 - DEPOSIÇÃO DE FOLHAS DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA (kg.ha ⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	92
APÊNDICE 4 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (kg.ha ⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS, EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.....	93
APÊNDICE 5 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (kg.ha ⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS, EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.....	94
APÊNDICE 6 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (kg.ha ⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS, EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.....	95
APÊNDICE 7 - DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA (Mg.ha ⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ. ..	96
APÊNDICE 8 - DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA (Mg.ha ⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	97
APÊNDICE 9 - DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA (Mg.ha ⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.....	98
APÊNDICE 10 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS	99

APÊNDICE 1 - DEPOSIÇÃO DE FOLHAS DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA (kg.ha⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

Espécie/fração	04/07	26/07	15/08	05/09	25/09	16/10	06/11	01/12	19/12
<i>Andira anthelminthica</i>	0,20	0,52	0,26	0,78	0,00	2,62	2,06	104,90	30,92
<i>Ilex theezans</i>	34,52	76,66	31,04	88,18	105,68	313,56	357,32	537,34	283,34
<i>Ocotea pulchella</i>	2,34	2,98	0,70	0,00	4,88	9,28	4,54	4,90	2,86
<i>Pera glabrata</i>	7,80	10,24	5,64	12,50	8,58	10,76	15,64	48,16	11,54
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	29,84	43,34	16,24	35,34	51,54	70,76	117,82	197,68	34,32
Outras espécies	5,46	10,92	18,58	9,22	18,46	21,68	20,00	32,96	16,84
Miscelânea	1,54	5,70	2,56	1,62	3,20	6,28	9,40	16,54	26,14
Ramos & Frutos	6,78	9,14	1,02	4,40	13,76	19,28	44,30	201,74	59,16
Total	88,48	159,50	76,04	152,04	206,10	454,22	571,08	1144,22	465,12

Espécie/fração	09/01	30/01	19/02	12/03	02/04	23/04	18/05	04/06	25/06	16/07	05/08	27/08	16/09	08/10	28/10	18/11	09/12
<i>Andira anthelminthica</i>	8,34	0,36	40,46	12,40	0,76	0,14	0,28	1,14	0,76	1,54	0,68	1,64	1,26	0,84	4,50	2,18	perdida
<i>Ilex theezans</i>	352,44	244,62	169,66	223,94	73,28	85,86	31,88	60,42	41,90	61,98	20,32	168,98	306,70	314,20	298,72	231,74	perdida
<i>Ocotea pulchella</i>	6,48	15,66	11,46	12,20	1,24	3,38	1,10	2,70	1,86	1,10	1,54	3,54	5,84	4,36	5,58	4,22	perdida
<i>Pera glabrata</i>	2,70	2,10	1,60	1,02	5,26	5,20	1,22	4,44	4,64	7,52	4,34	8,90	7,52	3,30	5,72	5,04	perdida
<i>T. brasiliensis</i>	14,36	32,36	19,04	13,64	8,90	23,90	7,84	8,06	13,64	20,00	11,10	40,56	57,44	67,44	74,58	40,10	perdida
Outras espécies	26,64	40,46	38,08	27,48	17,12	23,38	16,32	12,72	12,26	29,70	48,98	29,28	51,04	54,26	47,60	46,10	perdida
Miscelânea	13,70	15,28	12,66	14,64	12,14	7,58	8,36	15,88	13,20	7,78	4,74	2,94	14,06	17,26	52,64	23,40	perdida
Ramos & Frutos	45,60	32,48	33,44	70,80	167,72	23,46	17,70	177,28	13,58	34,00	4,84	6,00	43,36	4,00	30,08	47,52	perdida
Total	470,26	383,32	326,40	376,12	286,42	172,90	84,70	282,64	101,84	163,62	96,54	261,84	487,22	465,66	519,42	400,30	0,00

APÊNDICE 2 - DEPOSIÇÃO DE FOLHAS DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA (kg.ha⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

Espécie/fração	04/07	26/07	15/08	05/09	25/09	16/10	06/11	01/12	19/12
<i>Andira anthelminthica</i>	10,88	8,28	10,74	8,54	11,34	9,48	9,64	215,20	119,74
<i>Clusia criuva</i>	0,48	4,00	0,56	1,08	2,16	1,42	2,30	11,94	2,52
<i>Gomidesia shaueriana</i>	1,34	12,60	5,36	11,06	9,84	13,98	21,68	59,70	30,18
<i>Ilex theezans</i>	56,76	73,72	35,12	92,70	132,90	236,38	447,72	285,80	163,68
<i>Ocotea pulchella</i>	6,26	0,00	2,42	7,62	8,74	5,00	7,06	10,30	9,52
<i>Rapanea venosa</i>	0,00	7,16	4,00	10,02	4,84	8,82	15,70	39,82	4,50
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	5,42	11,80	3,54	6,96	9,94	13,76	22,32	33,56	7,02
Outras espécies	21,38	26,10	14,62	25,16	38,26	36,44	38,62	115,74	100,92
Miscelânea	10,00	25,36	4,86	13,56	25,30	37,54	40,00	226,82	77,80
Ramos & Frutos	8,48	32,34	7,18	18,58	58,88	92,40	59,56	443,62	198,68
Total	121,00	201,36	88,40	195,28	302,20	455,22	664,60	1442,50	714,56

Espécie/fração	09/01	30/01	19/02	12/03	02/04	23/04	18/05	04/06	25/06	16/07	05/08	27/08	16/09	08/10	28/10	18/11	09/12
<i>Andira anthelminthica</i>	27,88	7,22	41,92	14,46	10,80	4,16	6,84	31,38	8,78	8,44	4,54	6,90	13,30	6,34	10,82	7,44	perdida
<i>Clusia criuva</i>	1,60	3,40	0,52	6,44	10,52	5,54	2,86	1,18	1,20	3,68	1,74	5,02	2,58	4,78	2,92	2,96	perdida
<i>Gomidesia shaueriana</i>	14,12	37,88	45,52	37,58	26,32	27,12	8,00	43,78	8,82	12,98	3,40	11,64	34,24	17,28	18,22	22,68	perdida
<i>Ilex theezans</i>	245,54	186,32	174,60	231,10	138,72	145,88	57,08	222,92	70,36	75,52	22,20	102,14	227,22	365,44	324,38	159,66	perdida
<i>Ocotea pulchella</i>	11,34	25,02	20,42	22,08	5,96	5,42	1,52	7,10	2,50	3,16	1,36	5,12	8,18	4,88	4,88	3,80	perdida
<i>Rapanea venosa</i>	3,66	6,96	5,52	13,08	11,64	11,16	3,74	26,84	5,44	3,82	1,88	10,98	5,02	3,76	3,76	4,00	perdida
<i>T. brasiliensis</i>	5,18	7,00	8,36	21,44	12,88	11,78	7,08	10,00	11,20	20,34	7,24	12,34	26,78	31,62	36,44	25,32	perdida
Outras espécies	74,50	66,70	74,66	76,98	61,88	80,42	59,02	50,04	27,38	50,82	42,66	42,06	73,72	75,64	84,40	67,18	perdida
Miscelânea	40,46	46,74	28,74	55,14	69,44	22,10	33,48	73,14	30,36	22,00	12,84	15,10	24,98	56,38	170,30	107,42	perdida
Ramos & Frutos	124,44	68,80	63,22	139,44	316,98	181,58	45,70	461,72	40,82	39,18	34,76	40,72	48,64	15,34	55,12	47,84	perdida
Total	548,72	456,04	463,48	617,74	665,14	495,16	225,32	928,10	206,86	239,94	132,62	252,02	464,66	581,46	711,24	448,30	0,00

APÊNDICE 3 - DEPOSIÇÃO DE FOLHAS DE DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS E FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA (kg.ha⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

Espécie/fração	04/07	26/07	15/08	05/09	25/09	16/10	06/11	01/12	19/12
<i>Andira anthelminthica</i>	0,00	0,00	0,42	0,90	0,18	2,42	2,28	15,80	5,36
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0,90	0,44	0,14	0,50	2,04	0,50	1,48	20,08	4,36
<i>Didimopanax angustissimun</i>	27,50	12,00	35,14	21,50	26,26	44,10	30,78	116,00	44,70
<i>Ocotea acyphylla</i>	18,94	15,08	7,48	12,34	16,18	36,24	53,70	141,76	44,30
<i>Ocotea pulchella</i>	14,42	7,36	6,70	5,04	12,26	17,20	20,92	35,24	25,08
<i>Tapirira guianensis</i>	10,00	5,16	6,42	8,48	14,30	65,06	67,64	133,12	18,60
Outras espécies	88,20	64,02	95,34	78,28	135,30	142,08	163,60	588,70	230,36
Miscelânea	21,74	40,88	13,64	18,42	52,62	65,54	66,34	191,56	92,50
Ramos & Frutos	26,42	20,24	13,38	24,46	83,58	68,44	54,20	370,46	246,30
Total	208,12	165,18	178,66	169,92	342,72	441,58	460,94	1612,72	711,56

Espécie/fração	09/01	30/01	19/02	12/03	02/04	23/04	18/05	04/06	25/06	16/07	05/08	27/08	16/09	08/10	28/10	18/11	09/12
<i>Andira anthelminthica</i>	81,78	1,70	8,24	22,32	0,54	3,50	4,44	12,20	1,94	6,24	1,62	5,20	4,96	6,58	15,62	15,74	perdida
<i>C. brasiliensis</i>	1,26	5,60	5,36	23,02	12,26	5,86	1,14	3,76	0,00	4,28	0,94	1,06	1,50	13,72	6,12	4,18	perdida
<i>D. angustissimun</i>	20,92	5,48	7,10	13,76	4,32	3,82	5,78	10,22	3,16	11,24	5,90	11,96	30,36	38,42	40,78	54,54	perdida
<i>Ocotea acyphylla</i>	18,56	36,50	67,68	115,34	36,10	26,70	18,00	33,30	24,24	29,10	8,40	17,86	24,80	39,98	55,98	91,92	perdida
<i>Ocotea pulchella</i>	75,18	49,68	33,16	28,50	11,60	8,66	5,64	21,42	9,54	16,38	2,98	8,56	17,18	17,30	15,10	13,60	perdida
<i>Tapirira guianensis</i>	19,66	8,88	perdida	18,64	10,40	12,56	7,02	42,98	10,56	26,94	6,18	22,08	108,64	111,80	71,84	27,50	perdida
Outras espécies	112,92	101,58	111,18	219,32	133,42	81,20	54,50	129,38	59,02	99,80	90,54	83,70	131,80	142,18	176,52	94,10	perdida
Miscelânea	48,94	63,30	49,84	180,34	65,70	26,82	15,36	38,20	20,00	23,20	15,78	14,22	44,24	63,18	40,94	69,88	perdida
Ramos & Frutos	38,90	45,98	34,38	166,94	240,84	81,44	19,28	247,42	38,14	112,92	39,44	34,74	51,86	18,14	198,94	58,46	perdida
Total	418,12	318,70	316,94	788,18	515,18	250,56	131,16	538,88	166,60	330,10	171,78	199,38	415,34	451,30	621,84	429,92	0,00

APÊNDICE 4 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS, EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.

Espécie/Fração	Estação	CONTEÚDO ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
<i>Andira anthelminthica</i>	Ver	0,96	0,03	0,06	0,50	0,15	0,025
	Out	0,05	0,00	0,00	0,02	0,01	0,002
	Inv	0,09	0,00	0,01	0,05	0,01	0,003
	Prim	0,11	0,01	0,01	0,07	0,02	0,005
<i>Ilex theezans</i>	Ver	5,53	0,49	0,40	12,11	6,09	0,989
	Out	4,78	0,16	0,23	3,52	1,68	0,440
	Inv	2,29	0,30	0,39	6,26	3,32	0,836
	Prim	4,56	0,52	0,76	8,97	5,25	1,939
<i>Ocotea pulchella</i>	Ver	0,31	0,03	0,02	0,47	0,09	0,018
	Out	0,09	0,01	0,01	0,10	0,02	0,006
	Inv	0,08	0,01	0,01	0,12	0,02	0,006
	Prim	0,10	0,01	0,01	0,15	0,03	0,009
<i>Pera glabrata</i>	Ver	0,15	0,01	0,01	0,15	0,01	0,018
	Out	0,45	0,04	0,04	0,32	0,04	0,096
	Inv	0,59	0,05	0,05	0,49	0,06	0,088
	Prim	0,30	0,01	0,03	0,26	0,03	0,059
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	Ver	0,32	0,03	0,06	1,04	0,30	0,055
	Out	0,42	0,03	0,07	0,81	0,24	0,056
	Inv	0,65	0,05	0,12	1,72	0,51	0,090
	Prim	0,91	0,03	0,07	2,54	0,71	0,145
Outras espécies	Ver	1,15	0,07	0,15	1,54	0,47	0,146
	Out	0,49	0,05	0,12	0,94	0,28	0,122
	Inv	1,31	0,09	0,14	1,78	0,52	0,142
	Prim	0,74	0,06	0,24	2,20	0,76	0,400
Ramos e Frutos	Ver	1,01	0,05	0,13	2,50	0,34	0,073
	Out	2,19	0,14	0,40	5,06	0,80	0,199
	Inv	0,64	0,05	0,13	0,98	0,19	0,053
	Prim	0,47	0,03	0,07	1,11	0,20	0,049
Miscelânea	Ver	0,93	0,08	0,11	0,52	0,22	0,073
	Out	0,74	0,08	0,18	0,54	0,02	0,051
	Inv	0,38	0,04	0,06	0,30	0,09	0,026
	Prim	1,18	0,08	0,23	0,80	0,35	0,103

APÊNDICE 5 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (kg.ha⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS, EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.

Espécie/Fração	Estação	CONTEÚDO (kg.ha ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
<i>Andira anthelminthica</i>	Ver	1,86	0,05	0,10	0,60	0,20	0,055
	Out	1,19	0,05	0,15	0,28	0,10	0,037
	Inv	0,60	0,02	0,05	0,39	0,07	0,020
	Prim	0,49	0,02	0,03	0,16	0,04	0,015
<i>Clusia criuva</i>	Ver	0,09	0,01	0,02	0,20	0,05	0,013
	Out	0,18	0,01	0,06	0,38	0,08	0,021
	Inv	0,09	0,01	0,02	0,23	0,04	0,012
	Prim	0,06	0,00	0,03	0,18	0,04	0,011
<i>Gomidesia shaueriana</i>	Ver	1,07	0,07	0,22	0,81	0,38	0,135
	Out	1,27	0,08	0,26	0,59	0,28	0,102
	Inv	0,55	0,02	0,07	0,35	0,16	0,050
	Prim	0,48	0,02	0,08	0,30	0,14	0,046
<i>Ilex theezans</i>	Ver	8,86	0,44	1,09	7,36	4,34	1,172
	Out	7,66	0,40	1,65	4,48	2,41	1,903
	Inv	3,35	0,22	0,51	3,14	1,60	0,939
	Prim	8,22	0,44	0,93	6,13	3,19	2,123
<i>Ocotea pulchella</i>	Ver	0,97	0,04	0,06	0,33	0,14	0,055
	Out	0,29	0,02	0,03	0,11	0,04	0,022
	Inv	0,18	0,01	0,01	0,09	0,03	0,012
	Prim	0,16	0,01	0,01	0,06	0,02	0,011
<i>Rapanea venosa</i>	Ver	0,24	0,01	0,06	0,31	0,08	0,038
	Out	0,64	0,04	0,15	0,40	0,13	0,123
	Inv	0,16	0,01	0,03	0,19	0,05	0,028
	Prim	0,09	0,00	0,01	0,08	0,04	0,013
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	Ver	0,33	0,02	0,08	0,34	0,16	0,034
	Out	0,44	0,03	0,08	0,47	0,28	0,063
	Inv	0,50	0,03	0,08	0,51	0,22	0,053
	Prim	0,54	0,02	0,10	0,81	0,22	0,121
Outras espécies	Ver	4,09	0,23	0,67	1,97	1,04	0,350
	Out	3,34	0,22	0,75	1,95	0,98	0,307
	Inv	2,49	0,09	0,46	1,51	0,39	0,209
	Prim	2,40	0,04	0,38	1,78	0,79	0,226
Ramos e Frutos	Ver	3,00	0,17	0,63	1,92	0,80	0,276
	Out	8,76	0,44	2,40	5,10	1,94	0,834
	Inv	1,18	0,05	0,34	0,76	0,24	0,114
	Prim	0,87	0,03	0,15	0,69	0,24	0,094
Miscelânea	Ver	2,75	0,18	0,38	1,17	0,61	0,188
	Out	3,33	0,24	0,80	1,43	0,61	0,251
	Inv	1,09	0,05	0,24	0,46	0,18	0,082
	Prim	5,94	0,24	1,29	2,05	1,13	0,497

APÊNDICE 6 - QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (kg.ha⁻¹) DEPOSITADA POR DIFERENTES ESPÉCIES ARBÓREAS, EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2004.

Espécie/Fração	Estação	CONTEÚDO (kg.ha ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
<i>Andira anthelminthica</i>	Ver	1,95	0,04	0,10	0,87	0,24	0,034
	Out	0,42	0,02	0,03	0,22	0,05	0,009
	Inv	0,31	0,01	0,02	0,17	0,04	0,004
	Prim	0,64	0,03	0,05	0,37	0,08	0,015
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Ver	0,26	0,01	0,06	0,33	0,08	0,011
	Out	0,19	0,01	0,06	0,21	0,05	0,009
	Inv	0,07	0,00	0,01	0,11	0,01	0,009
	Prim	0,18	0,01	0,03	0,22	0,06	0,010
<i>Didimopanax angustissimum</i>	Ver	0,46	0,02	0,08	0,64	0,15	0,047
	Out	0,29	0,01	0,04	0,34	0,09	0,057
	Inv	0,48	0,02	0,06	0,44	0,11	0,018
	Prim	1,85	0,03	0,11	1,69	0,40	0,187
<i>Ocotea aciphylla</i>	Ver	2,52	0,10	0,31	1,56	0,40	0,071
	Out	1,53	0,06	0,18	0,80	0,23	0,041
	Inv	0,76	0,03	0,08	0,41	0,12	0,016
	Prim	1,53	0,06	0,15	1,04	0,26	0,056
<i>Ocotea pulchella</i>	Ver	1,84	0,13	0,21	1,76	0,33	0,056
	Out	0,70	0,05	0,08	0,48	0,10	0,034
	Inv	0,58	0,04	0,04	0,46	0,07	0,018
	Prim	0,53	0,04	0,06	0,49	0,09	0,023
<i>Tapirira guianensis</i>	Ver	0,54	0,03	0,07	0,88	0,13	0,024
	Out	1,12	0,06	0,11	1,68	0,23	0,042
	Inv	1,36	0,13	0,15	3,11	0,42	0,065
	Prim	1,84	0,17	0,23	3,98	0,62	0,106
Outras espécies	Ver	5,73	0,38	1,30	6,70	1,45	0,272
	Out	6,09	0,38	1,14	4,63	1,15	0,365
	Inv	4,26	0,15	0,65	5,54	1,25	0,203
	Prim	3,97	0,18	0,70	5,80	1,17	0,330
Ramos e Frutos	Ver	2,86	0,18	0,71	3,17	0,61	0,171
	Out	5,10	0,33	1,44	5,65	1,07	0,564
	Inv	2,35	0,16	0,36	2,15	0,53	0,072
	Prim	2,70	0,03	0,36	2,54	0,39	0,083
Miscelânea	Ver	5,03	0,38	0,96	3,17	0,83	0,171
	Out	2,19	0,17	0,50	1,57	0,33	0,083
	Inv	1,47	0,11	0,25	1,01	0,22	0,049
	Prim	2,59	0,09	0,42	1,85	0,39	0,104

APÊNDICE 7 - DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA (Mg.ha⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA INICIAL DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

ANO	2003				2004							
	FRAÇÃO	7/7	15/08	25/09	6/11	30/01	12/03	30/04	08/06	16/07	27/08	08/10
FD	1,40	3,20	2,35	2,79	2,14	1,75	1,78	1,07	0,93	1,47	1,76	2,08
FR	4,63	0,59	0,34	2,50	2,87	2,06	1,11	0,66	0,79	1,53	0,97	1,14
RF	0,84	0,51	1,99	1,46	1,19	2,00	0,99	2,39	0,51	1,29	1,60	1,37
PE	10,50	2,96	3,06	2,27	3,31	2,45	3,14	2,16	1,06	2,68	3,99	1,79
MA	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,05	0,04	0,28	0,00	0,00	0,00
total	17,55	7,27	7,73	9,02	9,51	8,93	7,07	6,31	3,56	6,96	8,32	6,38
RA	2,85	0,65	0,71	0,20	0,37	0,11	0,31	0,01	0,01	0,07	0,01	0,05
FD	1,85	2,84	4,42	1,75	1,07	1,37	1,06	1,27	0,82	2,06	1,94	1,88
FR	3,34	2,10	1,19	2,05	2,26	0,26	0,61	0,81	2,67	1,44	0,98	0,66
RF	1,24	2,80	0,39	2,72	1,02	0,63	0,95	1,33	1,45	2,03	1,67	2,75
PE	7,96	9,66	3,72	2,84	3,05	1,54	1,96	3,56	4,82	2,64	2,39	1,97
MA	0,45	0,18	0,00	0,00	0,26	0,09	0,48	0,26	0,00	0,10	0,00	0,00
total	14,84	17,58	9,72	9,36	7,67	3,90	5,06	7,24	9,76	8,27	6,98	7,27
RA	0,05	2,45	0,98	0,57	0,58	0,13	0,01	0,26	0,81	0,06	0,06	0,06
FD	3,31	4,86	2,93	1,56	1,44	1,98	1,70	1,22	0,55	1,63	2,34	0,84
FR	0,93	0,50	0,28	2,72	1,45	0,34	1,37	0,66	1,81	0,33	1,29	0,73
RF	2,35	1,69	1,72	0,94	1,18	3,09	1,15	1,96	1,11	1,51	1,64	2,24
PE	5,51	1,77	8,95	1,29	0,76	2,84	2,06	4,88	3,83	2,28	2,56	2,01
MA	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,04
total	12,09	8,81	15,03	6,50	4,83	8,44	6,28	8,73	7,31	5,74	8,29	5,86
RA	0,37	0,49	1,12	0,07	0,00	0,00	0,04	0,36	0,28	0,02	0,04	0,09
FD	1,42	1,77	1,53	1,11	1,27	3,28	0,91	1,66	0,93	1,67	2,05	2,22
FR	1,66	2,05	0,36	1,68	1,67	0,59	3,02	0,38	2,01	1,13	2,07	1,26
RF	0,77	1,63	0,42	0,72	1,49	1,81	1,60	1,90	0,81	2,05	0,67	1,11
PE	48,57	6,34	0,77	1,53	2,65	1,94	3,34	4,59	1,37	2,44	3,01	0,81
MA	0,21	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00
total	52,62	11,79	3,10	5,04	7,09	7,62	8,86	8,53	5,11	7,59	7,80	5,41
RA	6,34	1,91	0,18	0,30	0,00	0,02	0,06	0,33	0,03	0,01	0,02	0,02
FD	4,58	7,30	3,87	1,50	1,65	1,69	2,83	1,15	0,96	1,31	1,15	1,16
FR	0,42	0,86	0,57	1,23	2,63	0,45	1,16	0,85	1,14	0,69	1,51	1,57
RF	2,04	2,44	1,07	0,48	0,55	2,73	1,70	1,53	1,27	0,69	2,69	2,09
PE	14,08	19,51	2,62	0,60	5,06	1,87	1,51	2,30	4,12	0,85	3,68	2,06
MA	0,00	1,50	0,04	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
total	21,13	31,62	8,16	3,82	9,88	6,75	7,30	5,83	7,48	3,55	9,03	7,14
RA	4,67	9,46	0,19	0,00	1,18	0,01	0,00	0,14	0,29	0,00	0,16	0,05

APÊNDICE 8 - DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA (Mg.ha⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA MÉDIA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

ANO	2003				2004							
FRAÇÃO	7/7	15/08	25/09	6/11	30/01	12/03	30/04	08/06	16/07	27/08	08/10	19/11
FD	4,75	3,23	3,97	1,98	Perdida	3,72	1,15	2,19	1,60	0,72	1,80	1,64
FR	0,20	0,49	0,44	1,08	Perdida	0,65	0,45	0,71	1,03	0,76	0,58	0,87
RF	1,26	0,39	1,14	1,42	Perdida	2,03	1,29	1,58	2,94	2,75	2,76	0,97
PE	8,02	30,11	46,57	19,55	Perdida	6,48	12,78	18,39	16,02	7,33	16,28	2,17
MA	0,00	1,63	0,07	1,09	Perdida	0,37	0,00	3,45	0,10	0,35	1,53	0,44
total	14,23	35,86	52,20	25,12	Perdida	13,26	15,68	26,32	21,68	11,91	22,95	6,09
RA	1,05	5,70	7,11	4,61	Perdida	0,65	1,31	2,13	1,05	0,62	1,17	0,23
FD	2,51	4,36	10,56	1,51	1,58	5,52	2,30	1,05	1,71	1,77	0,84	3,05
FR	0,47	0,40	0,43	1,07	1,20	0,65	0,58	0,62	0,94	0,95	0,58	1,01
RF	1,78	0,68	2,02	1,04	0,45	2,50	0,76	1,64	3,02	1,71	0,61	1,50
PE	23,41	21,28	36,84	31,28	5,14	17,50	9,21	21,07	14,69	8,24	11,43	15,42
MA	0,48	1,10	0,74	1,65	0,00	0,46	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	1,01
total	28,65	27,83	50,60	36,55	8,37	26,63	12,86	25,33	20,37	12,67	13,46	21,99
RA	3,56	10,45	7,36	5,50	0,66	2,05	1,15	1,73	1,30	3,23	1,24	2,20
FD	4,02	4,09	4,57	1,51	2,03	2,53	1,45	1,01	1,86	1,68	2,61	3,06
FR	0,84	0,53	0,50	1,11	1,21	0,48	1,12	0,45	1,32	0,95	0,80	1,27
RF	1,97	2,21	0,70	1,75	1,87	1,87	1,79	2,82	1,24	1,93	2,61	2,23
PE	26,81	13,41	58,89	45,65	9,49	13,23	12,33	7,12	14,07	21,26	25,12	19,42
MA	0,03	0,60	1,44	0,00	0,00	0,00	0,46	0,33	0,00	0,00	0,90	0,61
total	33,67	20,84	66,10	50,01	14,60	18,11	17,16	11,72	18,49	25,83	32,05	26,59
RA	6,38	2,93	11,30	5,18	2,17	1,11	0,67	0,96	1,42	0,00	1,90	2,31
FD	4,41	3,64	2,46	2,00	1,09	2,65	2,18	1,38	1,38	1,79	1,17	2,12
FR	0,81	0,43	0,36	0,80	1,33	0,52	0,69	0,37	0,69	0,63	1,15	0,63
RF	0,38	0,64	2,32	1,60	1,30	1,33	0,72	1,80	3,21	1,80	1,21	2,07
PE	23,14	13,62	58,20	17,51	21,29	12,11	12,15	11,02	18,74	9,84	6,43	8,94
MA	2,31	0,00	0,00	0,00	0,25	0,79	0,16	0,00	0,44	0,50	0,48	0,11
total	31,06	18,33	63,33	21,91	25,26	17,40	15,91	14,57	24,45	14,56	10,44	13,86
RA	3,56	5,48	5,21	1,80	0,70	1,51	0,32	1,28	2,05	1,20	0,56	0,82
FD	6,23	5,06	3,80	3,38	1,75	0,73	1,39	2,18	0,72	1,31	1,36	1,67
FR	1,26	0,42	0,44	1,60	1,60	0,61	0,30	0,47	0,54	0,80	0,95	0,80
RF	1,12	1,43	1,15	1,91	1,08	0,39	0,71	2,56	1,10	2,21	2,18	0,91
PE	52,69	13,85	45,40	64,44	5,24	4,80	18,01	15,44	5,25	13,79	14,30	3,14
MA	0,13	0,22	2,06	0,00	0,13	6,05	1,61	2,06	0,46	0,51	0,00	0,00
total	61,42	20,99	52,86	71,34	9,79	12,58	22,01	22,72	8,06	18,62	18,79	6,51
RA	5,50	2,86	8,43	0,33	1,89	0,44	0,10	1,90	0,49	1,28	1,01	0,74

APÊNDICE 9 - DIFERENTES FRAÇÕES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA (Mg.ha⁻¹) DE JUL/2003 A NOV/2004 EM TIPOLOGIA AVANÇADA DA FLORESTA ATLÂNTICA NO PARANÁ.

ANO	2003				2004							
	FRAÇÃO	7/7	15/08	25/09	6/11	30/01	12/03	30/04	08/06	16/07	27/08	08/10
FD	3,35	0,27	2,73	1,04	0,49	0,48	1,46	0,65	0,47	1,02	0,80	1,61
FR	0,42	0,86	0,39	1,02	1,14	0,73	0,55	0,59	1,04	1,18	1,12	0,63
RF	2,57	0,56	0,79	0,20	1,02	0,41	0,78	0,90	1,02	0,61	1,01	0,68
PE	27,30	57,33	20,74	23,74	5,97	1,89	5,96	3,64	4,29	1,16	3,58	2,43
MA	0,75	42,76	0,24	1,16	0,75	0,00	1,63	1,29	0,23	0,32	0,12	0,05
total	34,40	101,8	24,89	27,16	9,36	3,51	10,37	7,07	7,04	4,29	6,64	5,41
RA	3,72	17,03	4,10	5,98	1,86	0,32	1,44	0,38	0,54	0,35	0,92	1,36
FD	3,31	2,32	2,84	0,28	0,70	1,35	0,89	0,83	1,26	0,62	1,06	1,04
FR	0,16	1,02	0,47	1,32	1,27	0,96	1,13	0,45	1,14	0,66	0,82	1,32
RF	1,51	0,58	0,87	0,59	0,46	1,25	0,58	1,08	2,44	1,38	1,94	0,63
PE	31,19	6,26	29,44	25,74	5,38	3,64	3,76	3,20	7,35	3,30	5,14	2,76
MA	0,51	0,64	0,18	1,19	0,96	1,30	0,19	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00
total	36,68	10,82	33,80	29,12	8,77	8,50	6,54	7,87	12,20	5,97	8,96	5,76
RA	2,83	4,10	4,36	4,57	1,16	0,35	0,64	0,87	0,60	0,75	1,62	0,35
FD	2,39	0,88	1,79	1,54	1,59	1,19	0,87	0,92	0,91	1,02	1,98	1,02
FR	0,23	0,55	0,74	1,86	1,84	1,13	1,09	0,53	1,60	0,67	0,56	0,69
RF	1,48	0,81	0,65	1,27	0,66	1,61	1,68	2,20	1,16	0,69	1,07	0,54
PE	32,65	43,99	30,12	50,51	6,23	1,25	3,12	4,95	8,50	3,55	1,93	1,94
MA	4,07	4,91	10,92	1,75	0,33	0,94	0,00	0,58	0,84	0,00	0,00	0,21
total	40,82	51,15	44,22	56,93	10,66	6,12	6,76	9,17	13,01	5,93	5,54	4,41
RA	4,43	7,37	10,92	6,74	1,27	0,22	0,56	1,22	0,76	1,10	0,48	0,23
FD	3,01	0,55	3,48	0,62	1,80	1,06	0,79	1,09	0,58	0,95	1,01	1,54
FR	0,35	0,65	0,48	1,45	1,45	0,88	1,08	0,48	1,16	1,02	1,37	1,30
RF	0,54	0,43	0,29	0,31	0,72	3,57	0,68	2,14	1,32	1,37	0,71	0,37
PE	58,08	34,57	36,52	43,43	6,82	3,69	3,68	1,38	4,67	1,47	3,51	1,71
MA	8,42	4,71	2,16	4,82	0,08	0,21	0,66	0,00	1,11	0,00	0,19	0,00
total	70,41	40,91	42,93	50,64	10,88	9,41	6,88	5,09	8,84	4,81	6,79	4,91
RA	16,00	5,49	5,89	4,71	1,72	0,32	1,20	0,41	0,35	1,96	0,88	0,89
FD	1,72	1,54	0,57	0,61	1,00	1,33	1,15	1,71	0,87	1,65	1,06	1,07
FR	0,38	1,25	0,83	0,92	1,66	0,76	1,54	0,82	0,97	1,29	0,92	1,22
RF	0,41	1,67	0,11	1,16	1,73	0,45	0,67	1,72	0,95	1,57	1,03	0,55
PE	14,21	21,74	23,53	28,67	6,01	2,08	3,00	3,70	5,27	4,50	1,71	1,21
MA	7,72	0,18	0,56	0,89	0,81	0,00	1,62	0,31	0,54	0,68	0,00	0,07
total	24,44	26,38	25,60	32,25	11,21	4,62	7,98	8,26	8,60	9,69	4,72	4,13
RA	4,42	5,59	5,65	6,23	1,67	0,71	0,98	0,58	1,00	1,15	0,20	0,12

APÊNDICE 10 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS

COMPARAÇÕES ENTRE FRAÇÕES EM CADA TIPOLOGIA FLORESTAL

TIPOLOGIA INICIAL

One-Way ANOVA - N by fração

ANOVA Table for N by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	120,06	2	60,0299	38,88	0,0000
Within groups	13,8968	9	1,54409		
Total (Corr.)	133,956	11			

Multiple Range Tests for N by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	6,0075	X
FOLHAS	4	10,46	X
Miscelanea	4	13,725	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,50662 P-Value = 0,200603

One-Way ANOVA - P by fração

ANOVA Table for P by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,29972	2	0,649858	22,85	0,0003
Within groups	0,255975	9	0,0284417		
Total (Corr.)	1,55569	11			

Multiple Range Tests for P by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	0,385	X
FOLHAS	4	0,72	X
Miscelanea	4	1,1875	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,33404 P-Value = 0,323162

One-Way ANOVA - K by fração

ANOVA Table for K by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5,0802	2	2,5401	18,99	0,0006
Within groups	1,20403	9	0,133781		
Total (Corr.)	6,28422	11			

Multiple Range Tests for K by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	1,0225	X
FOLHAS	4	1,0525	X
Miscelanea	4	2,4175	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,53366 P-Value = 0,187096

One-Way ANOVA - Ca by fração

ANOVA Table for Ca by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	26,7809	2	13,3904	18,54	0,0006
Within groups	6,49942	9	0,722158		
Total (Corr.)	33,2803	11			

Multiple Range Tests for Ca by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Miscelanea	4	9,3875	X
FOLHAS	4	12,2675	X
Ramos e Fruto	4	12,7825	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,27145 P-Value = 0,39014

One-Way ANOVA - Mg by fração

ANOVA Table for Mg by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	4,02515	2	2,01257	14,82	0,0014
Within groups	1,22215	9	0,135794		
Total (Corr.)	5,2473	11			

Multiple Range Tests for Mg by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	2,1175	X
Miscelanea	4	3,3	X
FOLHAS	4	3,3875	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,3874 P-Value = 0,277117

One-Way ANOVA - Na by fração

ANOVA Table for Na by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,64255	2	0,821275	12,15	0,0028
Within groups	0,60845	9	0,0676056		
Total (Corr.)	2,251	11			

Multiple Range Tests for Na by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	0,525	X
Miscelanea	4	1,0475	X
FOLHAS	4	1,4275	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,78989 P-Value = 0,102113

TIPOLOGIA MÉDIA

One-Way ANOVA - N by fração

ANOVA Table for N by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	134,339	2	67,1694	56,95	0,0000
Within groups	10,6155	9	1,17949		

Multiple Range Tests for N by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	7,635	X
FOLHAS	4	10,6825	X
Miscelanea	4	15,7475	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,41544 P-Value = 0,256217

One-Way ANOVA - P by fração

ANOVA Table for P by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,581217	2	0,290608	13,34	0,0020
Within groups	0,19605	9	0,0217833		
Total (Corr.)	0,777267	11			

Multiple Range Tests for P by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	0,355	X
FOLHAS	4	0,5225	X
Miscelanea	4	0,8825	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,39474 P-Value = 0,271444

One-Way ANOVA - K by fração

ANOVA Table for K by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5,53047	2	2,76523	9,09	0,0069
Within groups	2,73662	9	0,304069		
Total (Corr.)	8,26709	11			

Multiple Range Tests for K by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
FOLHAS	4	1,6775	X
Ramos e Fruto	4	1,8175	X
Miscelanea	4	3,1825	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,11074 P-Value = 0,662568

One-Way ANOVA - Ca by fração

ANOVA Table for Ca by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	26,397	2	13,1985	80,18	0,0000
Within groups	1,48147	9	0,164608		
Total (Corr.)	27,8785	11			

Multiple Range Tests for Ca by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	5,0425	X
Miscelanea	4	6,34	X
FOLHAS	4	8,63	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,11996 P-Value = 0,641444

One-Way ANOVA - Mg by fração

ANOVA Table for Mg by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	3,33802	2	1,66901	10,74	0,0041
Within groups	1,39827	9	0,155364		
Total (Corr.)	4,73629	11			

Multiple Range Tests for Mg by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	1,85	X
FOLHAS	4	2,9225	X
Miscelanea	4	3,01	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,26066 P-Value = 0,403391

One-Way ANOVA - Na by fração

ANOVA Table for Na by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,472017	2	0,236008	10,60	0,0043
Within groups	0,200475	9	0,022275		
Total (Corr.)	0,672492	11			

Multiple Range Tests for Na by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	0,7475	X
FOLHAS	4	1,135	X
Miscelanea	4	1,195	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,55518 P-Value = 0,17715

TIPOLOGIA AVANÇADA

One-Way ANOVA - N by fração

ANOVA Table for N by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	50,8268	2	25,4134	39,62	0,0000
Within groups	5,77227	9	0,641364		
Total (Corr.)	56,5991	11			

Multiple Range Tests for N by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	9,445	X
FOLHAS	4	11,445	X
Miscelanea	4	14,4525	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,03881 P-Value = 0,861385

One-Way ANOVA - P by fração

ANOVA Table for P by fração

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,418717	2	0,209358	5,76	0,0245
Within groups	0,326975	9	0,0363306		
Total (Corr.)	0,745692	11			

Multiple Range Tests for P by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD

fração	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ramos e Fruto	4	0,5425	X
FOLHAS	4	0,545	X
Miscelanea	4	0,94	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,78637 P-Value = 0,102904

One-Way ANOVA - K by fração

ANOVA Table for K by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	3,62032	2	1,81016	11,02	0,0038
Within groups	1,47857	9	0,164286		
Total (Corr.)	5,09889	11			

Multiple Range Tests for K by fração

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
fração	Count	Mean	Homogeneous Groups		
FOLHAS	4	1,3575	X		
Ramos e Fruto	4	1,9	XX		
Miscelanea	4	2,695	X		

Variance Check

Bartlett's test: 1,34116 P-Value = 0,316488

One-Way ANOVA - EXP(Ca) by fração

ANOVA Table for EXP(Ca) by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2,48961E8	2	1,2448E8	0,35	0,7118
Within groups	3,17257E9	9	3,52508E8		
Total (Corr.)	3,42153E9	11			

Variance Check

Bartlett's test: 1,99335 P-Value = 0,066961

One-Way ANOVA - Mg by fração

ANOVA Table for Mg by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,42635	2	0,213175	3,37	0,0809
Within groups	0,569675	9	0,0632972		
Total (Corr.)	0,996025	11			

Variance Check

Bartlett's test: 1,36681 P-Value = 0,29384

One-Way ANOVA - (SIN(Na)) by fração

ANOVA Table for (SIN(Na)) by fração

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	9,95081E-7	2	4,97541E-7	0,05	0,9540
Within groups	0,0000946645	9	0,0000105183		
Total (Corr.)	0,0000956596	11			

Variance Check

Bartlett's test: 2,20597 P-Value = 0,0450103

COMPARAÇÕES ENTRE TIPOLOGIAS FLORESTAIS DE ACORDO COM A FRAÇÃO

FOLHAS

One-Way ANOVA - N by tipologia

ANOVA Table for N by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	4,17305	2	2,08652	3,83	0,0626
Within groups	4,90498	9	0,544997		
Total (Corr.)	9,07802	11			

Variance Check

Bartlett's test: 1,05529 P-Value = 0,809843

One-Way ANOVA - P by Tipologia

ANOVA Table for P by Tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,08295	2	0,041475	5,12	0,0327
Within groups	0,07285	9	0,00809444		
Total (Corr.)	0,1558	11			

Multiple Range Tests for P by Tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups	
média	4	0,5375	X	
avançada	4	0,545	XX	
inicial	4	0,7175	X	

Variance Check

Bartlett's test: 1,0755 P-Value = 0,751798

One-Way ANOVA - K by tipologia

ANOVA Table for K by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,7814	2	0,3907	4,02	0,0565
Within groups	0,874225	9	0,0971361		
Total (Corr.)	1,65562	11			

Multiple Range Tests for K by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
inicial	4	1,0525	X		
avançada	4	1,3575	XX		
média	4	1,6775	X		

Variance Check

Bartlett's test: 1,40977 P-Value = 0,260277

One-Way ANOVA - Ca by tipologia

ANOVA Table for Ca by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	26,4698	2	13,2349	105,40	0,0000
Within groups	1,13015	9	0,125572		
Total (Corr.)	27,6	11			

Multiple Range Tests for Ca by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
média	4	8,63	X		
avançada	4	10,3975	X		
inicial	4	12,2675	X		

Variance Check

Bartlett's test: 1,4826 P-Value = 0,213645

One-Way ANOVA - Mg by tipologia

ANOVA Table for Mg by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2,45085	2	1,22542	23,76	0,0003
Within groups	0,46425	9	0,0515833		
Total (Corr.)	2,9151	11			

Multiple Range Tests for Mg by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
avançada	4	2,285	X		
média	4	2,9225	X		
inicial	4	3,3875	X		

Variance Check

Bartlett's test: 1,16807 P-Value = 0,543962

One-Way ANOVA - Na by tipologia

ANOVA Table for Na by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,55832	2	0,779158	11,71	0,0031
Within groups	0,598975	9	0,0665528		
Total (Corr.)	2,15729	11			

Multiple Range Tests for Na by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
avançada	4	0,56	x		
média	4	1,135	x		
inicial	4	1,4275	X		

Variance Check

Bartlett's test: 1,5938 P-Value = 0,160912

RAMOS E FRUTOS

One-Way ANOVA - N by tipologia

ANOVA Table for N by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	23,655	2	11,8275	19,83	0,0005
Within groups	5,36767	9	0,596408		
Total (Corr.)	29,0227	11			

Multiple Range Tests for N by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
inicial	4	6,0075	X		
média	4	7,635	X		
avançada	4	9,445	X		

Variance Check: Bartlett's test: 1,11809 P-Value = 0,645652

One-Way ANOVA - P by tipologia

ANOVA Table for P by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,08115	2	0,040575	2,97	0,1024
Within groups	0,123075	9	0,013675		
Total (Corr.)	0,204225	11			

Variance Check
Bartlett's test: 1,07525 P-Value = 0,752489

One-Way ANOVA - K by tipologia

ANOVA Table for K by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,87845	2	0,939225	4,18	0,0521
Within groups	2,02315	9	0,224794		
Total (Corr.)	3,9016	11			

Variance Check
Bartlett's test: 1,09991 P-Value = 0,688505

One-Way ANOVA - Ca by tipologia

ANOVA Table for Ca by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	120,994	2	60,4972	67,05	0,0000
Within groups	8,12043	9	0,902269		
Total (Corr.)	129,115	11			

Multiple Range Tests for Ca by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
média	4	5,0425	X
avançada	4	9,5775	X
inicial	4	12,7825	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,22298 P-Value = 0,454334

One-Way ANOVA - Mg by tipologia

ANOVA Table for Mg by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,182317	2	0,0911583	1,02	0,4002
Within groups	0,80775	9	0,08975		
Total (Corr.)	0,990067	11			

Variance Check
Bartlett's test: 1,05497 P-Value = 0,810791

One-Way ANOVA - Na by tipologia

ANOVA Table for Na by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,132017	2	0,0660083	2,09	0,1795
Within groups	0,284075	9	0,0315639		
Total (Corr.)	0,416092	11			

Variance Check
Bartlett's test: 2,39549 P-Value = 0,0325853

MISCELANEA

One-Way ANOVA - N by tipologia

ANOVA Table for N by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	8,39572	2	4,19786	1,93	0,2004
Within groups	19,5553	9	2,17281		
Total (Corr.)	27,951	11			

Variance Check
Bartlett's test: 1,20221 P-Value = 0,485883

One-Way ANOVA - P by tipologia

ANOVA Table for P by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,210117	2	0,105058	1,65	0,2455
Within groups	0,57355	9	0,0637278		
Total (Corr.)	0,783667	11			

Variance Check: Bartlett's test: 1,02931 P-Value = 0,892934

One-Way ANOVA - K by tipologia

ANOVA Table for K by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,19985	2	0,599925	2,14	0,1735
Within groups	2,52185	9	0,280206		
Total (Corr.)	3,7217	11			

Variance Check
Bartlett's test: 1,34894 P-Value = 0,309394

One-Way ANOVA - Ca by tipologia

ANOVA Table for Ca by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	29,8771	2	14,9385	41,27	0,0000
Within groups	3,25775	9	0,361972		
Total (Corr.)	33,1348	11			

Multiple Range Tests for Ca by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
média	4	6,34	X
inicial	4	9,3875	X
avançada	4	9,9225	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,19422 P-Value = 0,498742

One-Way ANOVA - cos_Mg by tipologia

ANOVA Table for cos_Mg by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,0000011059	2	5,5295E-7	1,27	0,3271
Within groups	0,00000392278	9	4,35865E-7		
Total (Corr.)	0,00000502868	11			

Variance Check
Bartlett's test: 2,6747 P-Value = 0,0211524

One-Way ANOVA - Na by tipologia

ANOVA Table for Na by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,99155	2	0,495775	18,85	0,0006
Within groups	0,236675	9	0,0262972		
Total (Corr.)	1,22823	11			

Multiple Range Tests for Na by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
avançada	4	0,525	X
inicial	4	1,0475	X
média	4	1,195	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,70848 P-Value = 0,12255

COMPARAÇÕES ENTRE ESPÉCIES EM CADA TIPOLOGIA FLORESTAL

TIPOLOGIA INICIAL

One-Way ANOVA-N by especie

ANOVA Table for N by especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	872,04	5	174,408	115,24	0,0000
Within groups	27,2417	18	1,51343		
Total (Corr.)	899,282	23			

Multiple Range Tests for N by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ternstroemia	4	5,23	X
llex theezans	4	5,92	X
Outras Espéci	4	6,96	X
Ocotea pulche	4	7,2075	X
Andira anthel	4	16,4175	X
Pera glabrata	4	21,03	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,25621 P-Value = 0,603124

One-Way ANOVA - log(P) by especie

ANOVA Table for log(P) by especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5,0073	5	1,00146	16,93	0,0000
Within groups	1,0646	18	0,0591442		
Total (Corr.)	6,0719	23			

Multiple Range Tests for log(P) by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ternstroemia	4	-1,15226	X
Outras Espéci	4	-0,665336	XX
llex theezans	4	-0,601352	X
Andira anthel	4	-0,387354	X
Ocotea pulche	4	-0,351834	X
Pera glabrata	4	0,372819	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,91098 P-Value = 0,0666748

One-Way ANOVA - K by especie

ANOVA Table for K by especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	4,67212	5	0,934424	16,53	0,0000
Within groups	1,01728	18	0,0565153		
Total (Corr.)	5,6894	23			

Multiple Range Tests for K by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea pulche	4	0,55	X
llex theezans	4	0,7	XX
Ternstroemia	4	0,795	XXX
Andira anthel	4	1,125	XX
Outras Espéci	4	1,27	X
Pera glabrata	4	1,8725	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,54275 P-Value = 0,227527

One-Way ANOVA - LOG(Ca) by especie

ANOVA Table for LOG(Ca) by especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,16745	5	0,23349	32,38	0,0000
Within groups	0,129797	18	0,00721093		
Total (Corr.)	1,29725	23			

Multiple Range Tests for LOG(Ca) by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Andira anthel	4	2,15434	X
Ocotea pulche	4	2,32489	XX
llex theezans	4	2,4419	XX
Outras Espéci	4	2,50151	XX
Ternstroemia	4	2,59021	X
Pera glabrata	4	2,8643	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,8468 P-Value = 0,0818663

One-Way ANOVA - sqrt(Mg) by especie

ANOVA Table for sqrt(Mg) by especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	3,29768	5	0,659537	67,98	0,0000
Within groups	0,174643	18	0,00970238		
Total (Corr.)	3,47233	23			

Multiple Range Tests for sqrt(Mg) by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea pulche	4	1,36009	X
Pera glabrata	4	1,45321	XX
Andira anthel	4	1,61498	X
Outras Espéci	4	1,95463	X
Ternstroemia	4	1,96847	X
llex theezans	4	2,45123	X

Variance Check
Bartlett's test: 4,36944 P-Value = 0,000271104

One-Way ANOVA - log(Na) by especie

ANOVA Table for log(Na) by especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	10,7449	5	2,14898	23,76	0,0000
Within groups	1,62801	18	0,0904449		
Total (Corr.)	12,3729	23			

Multiple Range Tests for log(Na) by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea pulche	4	-0,657772	X
Andira anthe	4	-0,611037	X
Ternstroemia	4	-0,264061	XX
Outras Espéci	4	0,342701	X
llex theezans	4	0,41096	X
Pera glabrata	4	1,24939	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,38801 P-Value = 0,38911

TIPOLOGIA MÉDIA

One-Way ANOVA - N by Especie

ANOVA Table for N by Especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	440,815	7	62,9736	33,75	0,0000
Within groups	44,7855	24	1,86606		
Total (Corr.)	485,601	31			

Multiple Range Tests for N by Especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Clusia criuva	4	7,135	X
Ternstroemia	4	7,3425	X
Rapanea venos	4	8,59	X
Gomidesia fen	4	9,0375	XX
llex theezans	4	10,035	XX
Ocotea pulche	4	11,815	X
Outras espéci	4	12,1075	X
Andira anthe	4	19,38	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,06334 P-Value = 0,988165

One-Way ANOVA - COS(P) by especie

ANOVA Table for COS(P) by especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	6,48436E-9	7	9,26338E-10	1,79	0,1355
Within groups	1,24114E-8	24	5,17143E-10		
Total (Corr.)	1,88958E-8	31			

Variance Check
Bartlett's test: 1,91352 P-Value = 0,0540228

One-Way ANOVA - K by Especie

ANOVA Table for K by Especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5,48942	7	0,784203	2,93	0,0229
Within groups	6,41612	24	0,267339		
Total (Corr.)	11,9055	31			

Multiple Range Tests for K by Especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea pulche	4	0,925	X
Ternstroemia	4	1,4225	XX
llex theezans	4	1,55	XX
Andira anthe	4	1,6	XX
Gomidesia fen	4	1,6175	XX
Rapanea venos	4	1,7675	XX
Outras espéci	4	2,22	X
Clusia criuva	4	2,32	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,11414 P-Value = 0,941006

One-Way ANOVA - Ca by Especie

ANOVA Table for Ca by Especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	440,49	7	62,9272	86,62	0,0000
Within groups	17,4349	24	0,726455		
Total (Corr.)	457,925	31			

Multiple Range Tests for Ca by Especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea pulche	4	4,595	X
Andira anthe	4	5,25	XX
Gomidesia fen	4	5,505	XX
Outras especi	4	7,2125	XX
llex theezans	4	7,605	X
Ternstroemia	4	8,31	X
Rapanea venos	4	8,3175	X
Clusia criuva	4	17,1525	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,86012 P-Value = 0,0664652

One-Way ANOVA - log(Mg) by Especie

ANOVA Table for log(Mg) by Especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2,98198	7	0,425997	10,32	0,0000
Within groups	0,990843	24	0,0412851		
Total (Corr.)	3,97282	31			

Multiple Range Tests for log(Mg) by Especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea pulche	4	0,46558	X
Andira anthe	4	0,660528	XX
Gomidesia fen	4	0,939098	XXX
Rapanea venos	4	0,953918	XX
Outras especi	4	1,1002	XX
Ternstroemia	4	1,26134	X
Clusia criuva	4	1,31077	X
llex theezans	4	1,40632	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,70296 P-Value = 0,123782

One-Way ANOVA - log(Na) by Especie

ANOVA Table for log(Na) by Especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	4,2313	7	0,604471	15,96	0,0000
Within groups	0,908932	24	0,0378722		
Total (Corr.)	5,14023	31			

Multiple Range Tests for log(Na) by Especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Andira anthe	4	-0,510826	X
Ocotea pulche	4	-0,234123	XX
Gomidesia fen	4	-0,140705	XX
Ternstroemia	4	-0,00442289	XX
Clusia criuva	4	-0,00251258	XX
Outras especi	4	0,0694079	XX
Rapanea venos	4	0,335087	XX
llex theezans	4	0,784958	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,64041 P-Value = 0,161437

TIPOLOGIA AVANÇADA

One-Way ANOVA - N by especie

ANOVA Table for N by especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	205,8	6	34,2999	13,16	0,0000
Within groups	54,7155	21	2,6055		
Total (Corr.)	260,515	27			

Multiple Range Tests for N by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Calophyllum b	4	8,1225	X
Ocotea aciphy	4	9,8125	XX
Tapirira guia	4	10,4625	XX
Didimopanax a	4	10,575	XX
Ocotea pulche	4	11,6275	XX
Outras especi	4	12,1075	X
Andira anthe	4	17,4075	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,41722 P-Value = 0,369814

One-Way ANOVA - P by especie

ANOVA Table for P by especie
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,815271	6	0,135879	7,88	0,0002
Within groups	0,362025	21	0,0172393		
Total (Corr.)	1,1773	27			

Multiple Range Tests for P by especie

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Calophyllum b	4	0,33	X
Ocotea aciphy	4	0,375	X
Didimopanax a	4	0,3825	X
Outras espéci	4	0,5825	XX
Andira anhel	4	0,6175	XX
Tapirira guia	4	0,74	X
Ocotea pulche	4	0,785	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,39018 P-Value = 0,407851

One-Way ANOVA - K by especie

ANOVA Table for K by especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	4,06132	6	0,676887	4,88	0,0029
Within groups	2,91525	21	0,138821		
Total (Corr.)	6,97657	27			

Multiple Range Tests for K by especie

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea aciphy	4	1,1	X
Ocotea pulche	4	1,15	X
Tapirira guia	4	1,175	X
Didimopanax a	4	1,1925	X
Andira anhel	4	1,2	X
Calophyllum b	4	1,6425	XX
Outras espéci	4	2,22	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,48274 P-Value = 0,290573

One-Way ANOVA - LOG(TAN(CA)) by especie

ANOVA Table for LOG(TAN(CA)) by especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	3,62683	6	0,604472	24,58	0,0000
Within groups	0,516395	21	0,0245903		
Total (Corr.)	4,14323	27			

Multiple Range Tests for LOG(TAN(CA)) by especie

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Ocotea aciphy	4	-2,29925	X
Outras espéci	4	-2,07013	XX
Andira anhel	4	-1,83069	XX
Ocotea pulche	4	-1,77347	XX
Calophyllum b	4	-1,71632	XX
Didimopanax a	4	-1,61963	X
Tapirira guia	4	-1,05767	X

Variance Check

Bartlett's test: 2,00321 P-Value = 0,0439042

One-Way ANOVA - 1/log(Mg) by especie

ANOVA Table for 1/log(Mg) by especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5,84169	6	0,973615	10,95	0,0000
Within groups	1,86657	21	0,0888844		
Total (Corr.)	7,70826	27			

Multiple Range Tests for 1/log(Mg) by especie

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Tapirira guia	4	0,990413	X
Outras espéci	4	0,992966	X
Didimopanax a	4	1,04975	X
Calophyllum b	4	1,32336	XX
Andira anhel	4	1,33308	XX
Ocotea pulche	4	1,76012	XX
Ocotea aciphy	4	2,32969	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,87649 P-Value = 0,0683155

One-Way ANOVA - 1/sqrt(Na) by especie

ANOVA Table for 1/sqrt(Na) by especie

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2,89233	6	0,482055	5,69	0,0012
Within groups	1,77913	21	0,0847202		
Total (Corr.)	4,67146	27			

Multiple Range Tests for 1/sqrt(Na) by especie

Method: 95,0 percent Tukey HSD

especie	Count	Mean	Homogeneous Groups
Outras especi	4	0,966583	X
Didimopanax a	4	1,09191	X
Tapirira guia	4	1,45594	XX
Calophyllum b	4	1,48646	XX
Ocotea pulche	4	1,52802	XX
Andira anthel	4	1,80602	X
Ocotea aciphy	4	1,92832	X

Variance Check
Bartlett's test: 2,29672 P-Value = 0,0167458

COMPARAÇÕES ENTRE TIPOLOGIAS FLORESTAIS DE ACORDO COM A ESPECIE EM COMUM

Ilex theezans

One-Way ANOVA - N by tipologia

ANOVA Table for N by tipologia

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	33,8665	1	33,8665	14,16	0,0094
Within groups	14,3537	6	2,39228		
Total (Corr.)	48,2202	7			

Multiple Range Tests for N by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
inicial	4	5,92	X
média	4	10,035	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,05138 P-Value = 0,611734

One-Way ANOVA - P by tipologia

ANOVA Table for P by numero tipologia

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,00005	1	0,00005	0,02	0,9023
Within groups	0,0183	6	0,00305		
Total (Corr.)	0,01835	7			

Variance Check
Bartlett's test: 1,00181 P-Value = 0,923142

One-Way ANOVA - K by tipologia

ANOVA Table for K by tipologia

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,445	1	1,445	5,32	0,0606
Within groups	1,63	6	0,271667		
Total (Corr.)	3,075	7			

Variance Check
Bartlett's test: 1,78443 P-Value = 0,0843876

One-Way ANOVA - Ca by tipologia

ANOVA Table for Ca by tipologia

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	30,5371	1	30,5371	51,89	0,0004
Within groups	3,53118	6	0,588529		
Total (Corr.)	34,0683	7			

Multiple Range Tests for Ca by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
média	4	7,605	X
inicial	4	11,5125	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,00387 P-Value = 0,887895

One-Way ANOVA - Mg by tipologia

ANOVA Table for Mg by tipologia

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	7,12531	1	7,12531	25,77	0,0023
Within groups	1,65908	6	0,276513		
Total (Corr.)	8,78439	7			

Multiple Range Tests for Mg by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
média	4	4,1225	X
inicial	4	6,01	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,80584 P-Value = 0,0812536

One-Way ANOVA - Na by tipologia

ANOVA Table for Na by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,98	1	0,98	2,65	0,1544
Within groups	2,215	6	0,369167		
Total (Corr.)	3,195	7			

Variance Check

Bartlett's test: 1,02434 P-Value = 0,725073

Andira anthelminthica

One-Way ANOVA - P by numero tipologia

ANOVA Table for P by numero tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,0107167	2	0,00535833	0,32	0,7367
Within groups	0,15255	9	0,01695		
Total (Corr.)	0,163267	11			

Variance Check

Bartlett's test: 1,13494 P-Value = 0,608885

One-Way ANOVA - Ca by tipologia

ANOVA Table for Ca by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	36,0854	2	18,0427	21,14	0,0004
Within groups	7,6829	9	0,853656		
Total (Corr.)	43,7683	11			

Multiple Range Tests for Ca by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
média	4	5,25			X
inicial	4	8,65			X
avançada	4	9,155			X

Variance Check

Bartlett's test: 1,02482 P-Value = 0,90839

Ocotea pulchella

One-Way ANOVA - N by tipologia

ANOVA Table for N by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	54,4008	2	27,2004	18,76	0,0006
Within groups	13,0475	9	1,44972		
Total (Corr.)	67,4483	11			

Multiple Range Tests for N by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
inicial	4	7,2075			X
avançada	4	11,6275			X
média	4	11,815			X

Variance Check

Bartlett's test: 1,02054 P-Value = 0,923392

One-Way ANOVA - P by numero tipologia

ANOVA Table for P by numero tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,0450667	2	0,0225333	6,28	0,0196
Within groups	0,0323	9	0,00358889		
Total (Corr.)	0,0773667	11			

Multiple Range Tests for P by numero tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD					
numero tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups		
média	4	0,635			X
inicial	4	0,705			XX
avançada	4	0,785			X

Variance Check

Bartlett's test: 1,07452 P-Value = 0,7545

One-Way ANOVA - sqroot_K by tipologia

ANOVA Table for sqroot_K by tipologia
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,220384	2	0,110192	7,22	0,0135
Within groups	0,137434	9	0,0152705		
Total (Corr.)	0,357819	11			

Multiple Range Tests for sqroot_K by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
inicial	4	0,740852	X
média	4	0,948123	XX
avançada	4	1,06904	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,9195 P-Value = 0,0776395

One-Way ANOVA - Ca by tipologia

ANOVA Table for Ca by tipologia
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	77,0553	2	38,5277	100,04	0,0000
Within groups	3,46617	9	0,385131		
Total (Corr.)	80,5215	11			

Multiple Range Tests for Ca by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
média	4	4,595	X
avançada	4	9,67	X
inicial	4	10,2275	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,93284 P-Value = 0,0755609

One-Way ANOVA - cos_Mg by tipologia

ANOVA Table for cos_Mg by tipologia
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2,80089E-8	2	1,40044E-8	1,59	0,2567
Within groups	7,93853E-8	9	8,82059E-9		
Total (Corr.)	1,07394E-7	11			

Variance Check

Bartlett's test: 2,04346 P-Value = 0,0607528

One-Way ANOVA - Na by tipologia

ANOVA Table for Na by tipologia
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,271667	2	0,135833	8,89	0,0074
Within groups	0,1375	9	0,0152778		
Total (Corr.)	0,409167	11			

Multiple Range Tests for Na by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
avançada	4	0,45	X
inicial	4	0,525	X
média	4	0,8	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,05284 P-Value = 0,81724

Ternstroemia brasiliensis

One-Way ANOVA - N by tipologia

ANOVA Table for N by tipologia
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	8,92531	1	8,92531	7,06	0,0377
Within groups	7,58907	6	1,26485		
Total (Corr.)	16,5144	7			

Multiple Range Tests for N by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
inicial	4	5,23	X
média	4	7,3425	X

Variance Check

Bartlett's test: 1,00048 P-Value = 0,960198

One-Way ANOVA - P by tipologia

ANOVA Table for P by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,02	1	0,02	2,28	0,1815
Within groups	0,05255	6	0,00875833		
Total (Corr.)	0,07255	7			

Variance Check
Bartlett's test: 1,07777 P-Value = 0,534844

One-Way ANOVA - K by tipologia

ANOVA Table for K by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,787512	1	0,787512	8,12	0,0292
Within groups	0,582175	6	0,0970292		
Total (Corr.)	1,36969	7			

Multiple Range Tests for K by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
inicial	4	0,795	X
média	4	1,4225	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,00648 P-Value = 0,855338

One-Way ANOVA - Ca by tipologia

ANOVA Table for Ca by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	50,5515	1	50,5515	205,57	0,0000
Within groups	1,47548	6	0,245913		
Total (Corr.)	52,027	7			

Multiple Range Tests for Ca by tipologia

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tipologia	Count	Mean	Homogeneous Groups
média	4	8,31	X
inicial	4	13,3375	X

Variance Check
Bartlett's test: 1,03763 P-Value = 0,662958

One-Way ANOVA - Mg by tipologia

ANOVA Table for Mg by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,0741125	1	0,0741125	0,10	0,7658
Within groups	4,57597	6	0,762662		
Total (Corr.)	4,65009	7			

Variance Check
Bartlett's test: 12,8859 P-Value = 0,000287955

One-Way ANOVA - Na by tipologia

ANOVA Table for Na by tipologia

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,122513	1	0,122513	3,23	0,1225
Within groups	0,227675	6	0,0379458		
Total (Corr.)	0,350188	7			

Variance Check
Bartlett's test: 1,49808 P-Value = 0,149367