

KELLY GERONAZZO MARTINS

**DEPOSIÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA FLORESTA  
OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS  
HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL - PR**

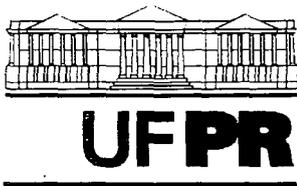
Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Celina Wisniewski

Co-orientadores: Prof. Dr. Renato Marques  
Dr. Ricardo Miranda Brites

CURITIBA

2004



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

## PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **KELLY GERONAZZO MARTINS**, sob o título "**Deposição e decomposição de serapilheira em floresta ombrófila densa das terras baixas sobre solos hidromórficos na Estação Ecológica da Ilha do Mel-PR.**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 30 de junho de 2004.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Celina Wisniewski, Presidente.

Eng<sup>o</sup>. Florestal Dr. Edinelson Maciel Neves, 1<sup>o</sup> Examinador.

Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, 2<sup>o</sup> Examinador.



..."As vidas não começam quando as pessoas nascem, se assim fosse, cada dia era um dia ganho, as vidas principiam mais tarde, quantas vezes tarde demais, para não falar daquelas que mal tendo começado já se acabaram... Há quem escreverá a história do que poderia ter sido?"

Ao meu pai Emerson Gonçalves  
Martins, pelo exemplo de pai e pesquisador  
que é e sempre foi, a minha mãe Dilma Ap.  
Geronazzo Martins e irmãos Karin,  
Emerson e Rafael, pelo amor incondicional.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha Orientadora Profa. Dra. Celina Wisniewski, por toda a atenção, carinho e paciência dispensados para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus Co-orientadores Prof. Dr. Renato Marques pelo importante auxílio no desenvolvimento desta pesquisa, paciência e bom humor durante o desenvolvimento do curso e Ricardo Miranda Brites “Mestre”, pela confiança e ajuda, desde a instalação do experimento, que de uma monografia transformou-se em um trabalho de dissertação. E é claro, por ter me encontrado na Ilha do Mel, quando havia me perdido, no retorno da trilha, ainda na segunda coleta, das vinte e quatro que eu ainda iria efetuar.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

A Profa. Dra. Márcia Cristina Mendes Marques por todo o esforço despendido para me orientar no princípio deste trabalho e tudo o que me ensinou no período em que corrigiu minha monografia.

Ao Professor Dr. Carlos Bruno Reissmann e Dr. Edinelson Maciel Neves pelo carinho e conhecimento compartilhado.

Ao coordenador do curso de pós-graduação Vander Freitas Mello, por sua dedicação ao curso de mestrado em Ciência do Solo da UFPR.

Ao dedicado funcionário Gerson que com bom humor sempre me auxiliou nas questões burocráticas do curso.

Aos laboratoristas Roberto, Aldair, Elda e Aninha, pelos galhos quebrados e companhia.

Aos meus grandes amigos André Luiz Pasdiora e Angela Michelato Guizeline por incontáveis vezes, não só durante esta dissertação, mas toda a graduação, estarem ao meu lado incondicionalmente.

A Karin Andresa Wilsek pela ajuda no campo e triagem de material, também pelo estímulo e amizade.

Aos meus amigos do curso de Ciências Biológicas, Cristine Gobel Donha, Mitzi de Oliveira, Patrícia Razolin, que tantas vezes foram a campo comigo, leram meus rabiscos e tanto me escutaram.

Aos colegas da pós-graduação Edmilson, Aurora, Rita, Uberson, Neto, Aline, Lígia, Ane, Ricardo, Adriano e Adriana pelos momentos agradáveis que passamos juntos.

Especialmente agradeço a minha família pelo amor e afeto a mim dedicados. Sem vocês este trabalho não existiria.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
Objetivo Geral.....	2
Objetivos Específicos:.....	2
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
3.1 Solos.....	3
3.2 Vegetação.....	4
3.3 Aspectos da Ciclagem de nutrientes.....	7
3.3.1 Produção e decomposição de serapilheira.....	9
3.3.2 Estudos de ciclagem de nutrientes no Brasil.....	13
<b>4. MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
4.1 Localização e caracterização da área estudada.....	15
4.1.1 Clima.....	17
4.1.2 Geomorfologia.....	17
4.1.3 Vegetação.....	18
4.2 Instalação dos Experimentos .....	20
4.2.1 Caracterização dos solos .....	20
4.2.2 Período de coleta e preparo das amostras de serapilheira produzida.....	20
4.2.3 Decomposição da serapilheira.....	23
4.2.4 Análises químicas da serapilheira .....	24
4.2.5 Análises estatísticas.....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO . .....</b>	<b>26</b>
5.1 Solos .....	26
5.1.1 Classificação e descrição morfológica .....	27
5.1.2 ORGANOSSOLOS bloco 1 .....	27
5.1.3 ORGANOSSOLOS bloco 2 .....	27
5.1.4 ESPODOSSOLO.....	28
5.1.5 Análise química.....	28
5.2 Deposição Estacional da Serapilheira. ....	34
5.2.1 Deposição da serapilheira total.....	34

5.2.2	Deposição das frações da serapilheira.....	35
5.2.3	Deposição das folhas por espécie.....	39
<b>5.3</b>	<b>Nutrientes na serapilheira produzida e suas frações -----</b>	<b>42</b>
5.4.1	Quantidades de macronutrientes e Na que retornam ao solo via <i>Calophyllum brasiliense</i> e <i>Tabebuia cassinoides</i> . ....	51
<b>5.5</b>	<b>Decomposição da Serapilheira-----</b>	<b>56</b>
5.5.1	Serapilheira acumulada .....	56
5.5.2	Decomposição da fração folhas.....	60
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>72</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
	<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01 MAPA APRESENTANDO CONTORNO GERAL DA ILHA DO MEL COM LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, ESBOÇO PLANALTIMÉTRICO E PRINCIPAIS LOCALIDADES E TOPÔNIMOS.....16
- FIGURA 02 FOTOS DO TRECHO AMOSTRADO PARA ESTE ESTUDO DA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....19
- FIGURA 03 DESENHO ESQUEMÁTICO DO TRECHO DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS AMOSTRADO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL, PR.....21
- FIGURA 04 EXEMPLO DE UM COLETOR ALOCADO NO TRECHO ESTUDADO DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL, PR.....22
- FIGURA 05 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DE SERAPILHEIRA PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....35
- FIGURA 06 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DE FOLHAS DA SERAPILHEIRA PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....36
- FIGURA 07 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DAS FOLHAS DO *Calophyllum brasiliense* E *Tabebuia cassinoides* PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE

SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	40
FIGURA 08 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DAS FOLHAS DE <i>Marlierea reitzii</i> E <i>Myrcia racemosa</i> PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	41
FIGURA 09 QUANTIDADES DE MACRONUTRIENTES E NA QUE RETORNAM AO SOLO VIA FOLHAS DA SERAPILHEIRAS DO <i>Calophyllum brasiliense</i> EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ILHA DO MEL PR.....	52-53
FIGURA 10 QUANTIDADES DE MACRONUTRIENTES E NA QUE RETORNAM AO SOLO VIA FOLHAS DA SERAPILHEIRAS DO <i>Tabebuia cassinoides</i> EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ILHA DO MEL PR.....	54-55
FIGURA 11 VALORES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA PARA AS ESTAÇÕES DURANTE OS ANOS DE 2001 E 2002, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	56
FIGURA 12 VALORES ESTACIONAIS DA CONSTANTE DE DECOMPOSIÇÃO (K) ESTIMADA PELO MODELO LINEAR, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	57
FIGURA 13 REGRESSÃO LOGARÍTMICA ENTRE O TEMPO E A PERDA DE PESO DAS FOLHAS CONFINADAS NAS BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM	

UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	60
FIGURA 14 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES (LINEAR) DE NITROGÊNIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA EM RELAÇÃO AO TEMPO NUMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	65
FIGURA 15 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA, CONFINADAS EM BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	66
FIGURA 16 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO EM FUNÇÃO DO TEMPO NAS FOLHAS DE SERAPILHEIRA, CONFINADAS NAS BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	67
FIGURA 17 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE SÓDIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA, CONFINADAS EM BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	68

FIGURA 18 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE CÁLCIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA EM RELAÇÃO AO TEMPO NUMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....69

FIGURA 19 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE MAGNÉSIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA EM RELAÇÃO AO TEMPO NUMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....70

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CAMADA SUPERFICIAL (0- 20 CM) DOS SOLOS AMOSTRADOS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	30
TABELA 02 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE ORGANOSSOLOS NO BRASIL.....	32
TABELA 03 COMPARAÇÃO DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA E AMOSTRAGEM EM FLORESTAS NO SUL DO BRASIL.....	37
TABELA 04 DEPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES FOLHAS, GALHOS, ELEMENTOS REPRODUTIVOS E MISCELÂNEA POR ESTAÇÃO, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.....	38
TABELA 05 MÉDIAS DE DOIS ANOS DOS TEORES EM G,KG <sup>-1</sup> DE MACRONUTRIENTES MAIS SÓDIO PARA AS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA NOS DOIS BLOCOS DE UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. ....	43
TABELA 06 QUANTIDADES DE MACRONUTRIENTES E NA NA SERAPILHEIRA TOTAL E FRAÇÕES EM KG.HA <sup>-1</sup> MEDIA DE DOIS ANOS, PARA MACRONUTRIENTES E NA, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DA TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL, PR.....	48

TABELA 07 CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES EM KG.HA <sup>-1</sup> .ANO <sup>-1</sup> , EM FORMAÇÕES FLORESTAIS BRASILEIRAS.....	50
TABELA 08 VALORES DE TAXAS DE DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA ESTIMADAS PELO MODELO LINEAR E ESTOQUE DE SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	58
TABELA 09 VALORES DE K (MODELO EXPONENCIAL) PARA FLORESTAS TROPICAIS.....	61

## RESUMO

A deposição e decomposição da serapilheira são processos importantes para o entendimento da sustentabilidade dos ecossistemas florestais. Estes processos podem estar relacionados com fatores edáficos e climáticos, além de serem alterados pela influência antrópica. O presente estudo foi desenvolvido em uma floresta sobre solos hidromórficos da planície litorânea da Ilha do Mel denominada Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, onde a produção de serapilheira total e suas frações (folhas totais, folhas do *Calophyllum brasiliense* e da *Tabebuia cassinoides*, galhos, elementos reprodutivos e miscelânea), determinação de seus macronutrientes mais o Na, serapilheira acumulada e estimativa da decomposição, foram avaliados por dois anos. Outro ensaio de decomposição mediante o confinamento de folhas em bolsas de nylon foi efetuado por um ano e os macronutrientes mais o Na foram determinados para cada período de coleta. Para tanto a área estudada (4000m<sup>2</sup>) foi dividida em 40 parcelas com 100m<sup>2</sup>, em cada qual foi alocado um coletor com 0,25m<sup>2</sup> de área onde coletas de serapilheira eram feitas mensalmente. A serapilheira acumulada foi estimada mediante o lançamento de um quadrado com 0,25 m<sup>2</sup> a cada 4 parcelas em cada coleta mensal totalizando 10 arremessos por coleta, todo o material presente na área do quadrado era removido, as bolsas de decomposição foram removidas da área em períodos de 15 a 60 dias. A produção de serapilheira média entre os blocos foi 7176 Kg.ha<sup>-1</sup>.kg.ha<sup>-1</sup>.média de dois anos, sendo a fração folhas a mais representativa (73% do total), seguida por galhos (15%), miscelânea (6%) e elementos reprodutivos (6%) *Calophyllum brasiliense* (guanandi) foi a espécie que mais contribuiu para a produção de folhas da serapilheira. A estação de maior deposição foi o verão. Os nutrientes amostrados na serapilheira apresentaram a seguinte ordem decrescente: Ca, N, Mg, K, Na e P, apresentando diferenças nos teores conforme a fração amostrada. A contribuição das espécies monitoradas é diferenciada, em detrimento a eficiência relativa de ambas é distinta para o Na e K principalmente. A produção de serapilheira acumulada foi igual a 10,17 toneladas ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A taxa de decomposição alcançou o valor de 0,68 para o modelo linear e 0,59 para o exponencial, o tempo médio para a reposição do estoque de serapilheira acumulada sobre o solo foi estimado em 1,47 anos. A proximidade do lençol freático em relação ao solo, resulta no alagamento da floresta durante quase todo o ano e foi determinante para a baixa velocidade de decomposição encontrada, o que resulta no alto estoque da serapilheira no solo. Os modelos exponencial e linear não foram eficientes para a determinação da taxa de decomposição.

Palavras chave: Ciclagem de nutrientes, Floresta Atlântica, *Calophyllum brasiliense*, *Tabebuia cassinoides*.

## ABSTRACT

Litter deposition and decomposition are important processes for the understanding of the sustainability of the forest ecosystems. These processes can be related to edaphic and climatic factors and are altered by trophic influences. This study was developed in a forest on hydromorphic soils of the Honey Island (Ilha do Mel, state of Paraná, Brazil) located in a coastal plain. This ecosystem is named of the Lowlands Dense Ombrophylous Forest. Total Litterfall and their fractions (total amount of leaves, leaves of *Calophyllum brasiliense* and of *Tabebuia cassinoides*, stems, reproductive elements and miscellaneous (mixed materials), macronutrients and Na content, accumulated litter and decomposition rates were evaluated during two years. Another essay of decomposition through confinement of the leaves within bags of nylon were made for one-year and the macronutrients plus Na were determined for each period of collect. For such, area (4000 m<sup>2</sup>) was divided in 40 plots, each one with 100 m<sup>2</sup>. Within each plot was installed a littertrap (0.25m<sup>2</sup>) and the litter was collected every month. Litter accumulation in the forest was estimated by collecting four composed square samples (0.25 m<sup>2</sup> each). Litterfall was removed from each square of the floor sampled every 15 to 60 days. Average litter production was 7176 Kg.ha<sup>-1</sup>kg.ha<sup>-1</sup>. Leaves fraction was the most representative (73% of total), followed by stems (15%), miscellaneous (6%) and reproductive elements (6%). *Calophyllum brasiliense* (guanandi) was the species that presents a best contribution to the litterfall. The higher deposition occurred in summer. The nutrients sampled in the litter presented following decreasing order of concentration: Ca, N, Mg, K, Na and P, presented different amounts according to the sampled fraction. The two species studied contributed differently to the litter, mainly related to Na and K. Litter accumulated in a rate 10.17 T. ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Decomposition rate was 0.68 (linear model) and 0.59 (exponential model). Estimated average time for reposition of accumulated litter stock was 1.47 years. Water table near the soil surface almost year-round resulted in frequently waterlogged soil impaired litter decomposition. Exponential and linear models weren't efficient for determination of decomposition rate of the litter.

Key words: Nutrient cycling, Atlantic Forest, *Calophyllum brasiliense* and *Tabebuia cassinoides*

## 1. INTRODUÇÃO

Os remanescentes da Floresta Atlântica possuem inestimável importância para a população brasileira. O controle do clima a regulação e proteção de mananciais hídricos representam alguns destes benefícios gerados por esta floresta quase extinta, para mais de 110 milhões de brasileiros (SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2001).

Considerando a classificação de VELOSO et al. (1991), a floresta que já cobriu em 1984, 72% da área do estado, hoje ocupa uma cobertura de apenas 7,98%, (SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2001). Esta redução drástica das florestas não se deve apenas ao crescimento acelerado da população, mas tem íntima relação com a ocupação arbitrária e caótica dos espaços (RIBEIRO, 1995).

Pesquisas relacionadas a estes ecossistemas, tanto de caráter aplicado como básico (florística, estrutura e funcionamento), auxiliam no manejo adequado da floresta e incrementam os conhecimentos sobre espécies nativas que possuem potencial econômico.

A ciclagem de nutrientes é um dos processos relacionados ao funcionamento dos ecossistemas. Segundo RICKLEFS (1996) pode ser definido como o caminho dos elementos através dos componentes dos sistemas, incluindo a sua assimilação pelos organismos e sua regeneração em formas orgânicas reutilizáveis. Tal ciclo inclui o fluxo dos elementos minerais entre os compartimentos num mesmo ecossistema e as transferências entre um ecossistema e outro.

Nas florestas tropicais úmidas, que em geral estão fixadas sobre solos com baixa disponibilidade de nutrientes, a eficiência da ciclagem é fator chave para o estabelecimento e desenvolvimento da floresta. A maioria dos elementos minerais que circulam nesses sistemas é oriunda do processo de decomposição da serapilheira (ODUM, 1988).

ARAÚJO (1987), salientou a necessidade de estudos em ecossistemas costeiros, não só voltados para a florística e estrutura, mas também ao seu funcionamento. Na Ilha do Mel estudos de ciclagem de nutrientes já foram efetuados em formações de Restinga Arbustiva, Restinga Baixa e Restinga Alta. Dar continuidade a estes estudos na região, em uma floresta

sobre solos hidromórficos, *contribuira* para conservação, pelo menos, de áreas similares a estudada.

O objetivo geral desse estudo é:

Monitorar a deposição e decomposição de serapilheira produzida em um trecho de Floresta Ombrófila Densa da Terras Baixas sobre solos hidromórficos na Ilha do Mel, PR.

Objetivos Específicos:

Classificar os solos existentes no trecho da Floresta;

*Caracterizar quimicamente os solos da área;*

Estimar a deposição estacional e anual de serapilheira total e frações ao longo de dois anos de estudo;

Estimar a contribuição estacional e anual, relativa das espécies com maior valor de importância na produção da serapilheira;

Quantificar o conteúdo de macronutrientes e Na estacional e anual na serapilheira produzida e suas frações;

Quantificar o conteúdo de macronutrientes e Na estacional e anual nas folhas da serapilheira das espécies de maior valor de importância;

Estimar o estoque estacional e anual de serapilheira e sua decomposição;

Estimar a velocidade de decomposição das folhas da serapilheira produzida.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Solos

Segundo os levantamentos realizados pelo projeto RADAMBRASIL, em colaboração do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos (EMBRAPA- SNLCS, 1988), os solos do Sul do Brasil podem ser Classificados em grandes grupos dominantes e relacionados com as Regiões Fitoecológicas.

Como a maioria do litoral paranaense foi formada no período quaternário, ocorre um predomínio de solos do tipo ESPODOSSOLOS (nas formações vegetais das Terras Baixas e Pioneiras Marinhas, da Floresta Ombrófila Densa); PLANOSSOLO Sódico (principalmente, nas formações Pioneiras de Influência Fluvio-Lacustre, região da floresta Estacional Semidecidual); GLEISSOLOS; ORGANOSSOLOS; LUVISSOLOS (os três últimos com distribuição restrita); NEOSSOLOS quartzarênicos hidromórficos e não hidromórficos, com distribuição restrita (LEITE e KLEIN, 1990).

Segundo SEMA/IAPE (1996), na Ilha do Mel ocorrem predominantemente seis classes de solos: NEOSSOLOS, ARGISSOLOS, ORGANOSSOLOS, CAMBISSOLOS e ESPODOSSOLOS, sendo a última classe citada a predominante. Neste trabalho foi apresentada uma legenda provisória dos solos existentes na Ilha do Mel, distinguindo-se áreas de morros e de planície, onde os morros apresentam relevo variando de afloramentos rochosos associados a LITOSSOLOS nas porções mais dissecadas, a diferentes tipos de CAMBISSOLOS e ESPODOSSOLOS nas regiões de planície (SEMA/IAP, 1996).

Demais trabalhos que reuniram amostras de diversos pontos da Ilha foram efetuados e contém informações importantes sobre os solos da região, entre eles:

FIGUEIREDO (1954) analisou cinco amostras de solo em diferentes locais na Ilha do Mel, caracterizou os solos como sendo originários de sedimentos quaternários recentes, constituídos de alto teor de areia grossa uniforme com pouco húmus e insignificante percentagem de argila; em alguns locais este era provido de Ca e P, devido à presença nas amostras de fragmentos e rochas.

SANTOS FILHO e TOURINHO (1983) classificaram um ESPODOSSOLO hidromórfico, na faixa litorânea paranaense, indicando um possível transporte de matéria orgânica, ferro e alumínio, do horizonte superficial (A2) para o horizonte iluvial B (Bh e Bir), BRITZ et al. (1997) também fizeram descrições dos solos de duas formações vegetais distintas, onde o ESPODOSSOLO foi submetido à análise química e granulométrica, o transporte de matéria orgânica, ferro, alumínio foi corroborado, neste estudo ainda é verificada a precipitação do Mn.

Estudos sobre solos orgânicos em regiões tropicais são escassos e a similaridade dos tropicais e subtropicais com os orgânicos temperados é mínima (GALVÃO e VAHL, 1996).

Até pouco tempo atrás, a caracterização destes solos, detinha-se mais na composição dos constituintes orgânicos e na composição elementar do que em propriedades químicas derivadas, como a troca cátions (GALVÃO e VAHL, 1996), isto porque a maioria dos métodos foram, desenvolvidos nas regiões temperadas, onde o interesse nos ORGANOSSOLOS era apenas como fonte de energia (ADRIESSE, 1988)<sup>1</sup> citado por GALVÃO e VAHL, (1996).

Com características químicas bastante distintas, por ser influenciado diretamente pelo estágio de desenvolvimento da porção mineral, natureza do material orgânico e pela composição química da água de formação (GALVÃO e VAHL, 1996) a comparação é dificultada. Exceção ao pH, que apresenta valores baixos (MATHUR e LEVESQUE, 1984)

### 3.2 Vegetação

Quanto à vegetação, muitos trabalhos foram realizados na estação ecológica da Ilha do Mel PR, entre eles podem ser citados: BIDÁ et al. 1986, SILVA et al. 1989; 1993; 1994, e SILVA, 1990 e 1998, sendo que a tese referente a 1998 inclui o levantamento fitossociológico do local de amostragem deste trabalho.

No Plano de Manejo da Estação Ecológica da Ilha do Mel SEMA/IAP, (1996) a cobertura vegetal foi dividida em unidades, com base no sistema de classificação proposto por VELOSO et al. (1991): Sistema Edáfico de Primeira Ocupação ou áreas de formações Pioneiras, com influencia marinha, fluvio-marinha, (“restinga”), Floresta Ombrófila Densa

Atlântica, com os tipos fisionômicos da planície litorânea mais desenvolvida (terras baixas) e nas regiões baixas de encosta (submontana), e vegetação secundária com influência antrópica em diferentes estágios de desenvolvimento (inicial, intermediário e avançado). As áreas de Formações Pioneiras com influência Marinha, com suas diferentes fisionomias, e a Floresta Ombrófila Densa Atlântica das encostas e da planície costeira, são as unidades mais expressivas em termos de área ocupada na Ilha.

A complexidade desta vegetação, de uma maneira geral, aumenta no sentido oceano – continente, sendo interpretado por alguns autores como faixas de zonação e fases sucessionais, simultaneamente (WAECHTER, 1985).

Na Ilha do Mel SILVA (1998), caracterizou a vegetação segundo critérios relacionados à forma biológica predominante, cobertura da sinusia dominante e grau de inundação do solo, sugerindo o termo de origem latina “fruticeto” para as formações costeiras com fisionomia arbustiva, bastante comum no litoral brasileiro. As formações reconhecidas foram as seguintes:

Formações campestres: Campo Aberto Baixo não Inundável, Campo Fechado Inundável, Campo Aberto Inundável e Campo Aberto Inundável Halófito.

Formações arbustivas: Fruticeto Fechado Inundável, Fruticeto Fechado não Inundável.

Formações florestais: Floresta Fechada Inundável Halófito, Floresta Fechada não Inundável, Floresta Fechada Inundável (periodicamente e permanentemente).

A formação denominada como Floresta Permanentemente Inundável ocorre principalmente na porção central da estação ecológica, em locais onde o alinhamento dos cordões não é tão evidente (SILVA, 1998).

Este tipo de floresta tem denominação variada na literatura, muitas vezes sem distinção clara em relação às florestas higrófilas, podendo ser citados como termo mais usual “mata” ou floresta permanentemente inundada (ARAUJO e HENRIQUES, 1984, PEREIRA, 1990; BARROS et al., 1991; PEREIRA e GOMES, 1994).

Os “caxetais”, definidos por ZILLER (1992) como ambientes Higrófilos com predomínio de caxeta (*Tabebuia cassinoides*), com ocorrência típica em terrenos inundáveis da planície costeira, parecem representar, ao menos quando têm fisionomia predominante arbórea, florestas deste tipo (SILVA, 1998).

---

<sup>1</sup> ANDRIESSE, J. Nature and management of tropical peat soils. FAO, 165 p. 1988.

O *Calophyllum brasiliense* conhecido como Guanandi, é outra espécie muito comum em florestas higrófilas, ocorrendo também na Floresta Atlântica e Amazônica e em determinados locais de domínio do Cerrado, com uma distribuição que vai desde a América Central até o litoral catarinense, sempre condicionado a umidade do solo (MARQUES e JOLY, 1999).

Possui um tronco reto e cilíndrico, fuste até 15 m., sua casca tem espessura de até 40 mm; a externa é marrom-escura ou pardacenta, descamando em pequenas placas retangulares, provenientes de fissuras finas, transversais, a casca interna é rósea aromática, amargosa e ácida, exsudando látex amarelo e pegajoso, que demora a sair (CARVALHO, 1994).

O látex e casca do guanandi ou jacareúba são utilizadas na medicina popular, a madeira considerada nobre do guanandi, também é utilizada para construções, carvão e arborização urbana, sendo que do seu fruto é extraído óleo industrial com até 44% de pureza (LORENZI, 1992).

A caxeta ou caixeta (*Tabebuia cassinoides*), é caracterizada como sendo uma espécie exclusiva da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Atlântica), nas formações Terras Baixas e Baixo Montana. Distribui-se entre 8° S (PE) a 26° S (SC), na faixa litorânea brasileira, ocorrendo em terrenos alagados ou encharcados, formando em alguns locais agrupamentos densos e por vezes quase homogêneos (CARVALHO, 1994).

É uma espécie arbórea pioneira, geralmente de pequeno porte, com 3 a 13 m de altura e de 10 a 30cm de DAP, que raramente atinge mais de 20m de altura. Apresenta uma frequência irregular e descontínua, uma vez que tem ocorrência restrita a locais brejosos próximos ao litoral (ZILLER, 1992). Possui como característica particular uma intensa brotação após o corte, podendo ser manejada pelo sistema de talhadia (CAVALLARI et al., 2003).

No passado a espécie foi intensamente explorada, sendo usada como matéria prima por mais de 50 anos para a fabricação de lápis, já que sua madeira é considerada a segunda melhor no mundo para a confecção deste (ZILLER, 1992), tamancos e instrumentos musicais também são confeccionados a partir da sua madeira leve e maleável (KUNIYOSHI, 1993).

No Paraná, os principais trabalhos realizados em caxetais são: ZILLER, (1992) que efetuou um estudo fitossociológico em caxetais com diversos estádios serais, KUNIYOSHI, (1993), desenvolveu um extenso trabalho sobre aspectos morfo-anatômicos do caule, raiz e folhas da caxeta sob solos com diferentes características químicas e físicas e finalmente

LOPEZ (2004), verificou a deposição e decomposição da serapilheira de um caxetal as margens do rio Guaraguaçu.

### 3.3 Aspectos da Ciclagem de nutrientes

Os nutrientes tendem a circular na biosfera em vias características. O fluxo e o acúmulo desses elementos entre os compartimentos do ecossistema e as transferências entre ecossistemas, denominado ciclagem de nutrientes (ODUM, 1988) é fator chave para a manutenção dos ecossistemas florestais (BABBAR e EWEL, 1989).

Para BORMAM e LIKENS (1970) os minerais encontram-se distribuídos em 4 compartimentos básicos do ecossistema florestal, o orgânico (*organismos vivos e seus restos*), compartimento de nutrientes disponíveis (na solução do solo ou absorvidos nas superfícies do complexo argila-húmus), compartimento de solo e rochas (nutrientes temporariamente não disponíveis) e o compartimento atmosférico (gases e partículas em suspensão). Daí os diferentes enfoques dados a ciclagem de nutrientes que resultou em uma diversidade de informações e subdivisões a ele relacionadas.

DELITTI (1993) também concorda que nos estudos sobre ciclo de minerais, o sistema deva ser subdividido em compartimentos de modo a facilitar a compreensão dos processos químicos, biológicos e físicos que ocorrem simultaneamente. Esta subdivisão é variável de acordo com as conveniências de cada pesquisa.

Visto a complexidade do ciclo efetuado pelos nutrientes SWITZER e NELSON (1972) com base nos conceitos emitidos por Remenov, propuseram a existência de três tipos de ciclos obviamente interligados, o ciclo geoquímico, o biogeoquímico e finalmente o bioquímico.

O ciclo geoquímico compreende os processos de transferência dos nutrientes que ocorrem num ecossistema, sendo que a entrada e a saída ocorrem principalmente através do intemperismo da rocha matriz e dos processos de lixiviação volatilização erosão e da exploração vegetal, respectivamente.

O ciclo biogeoquímico compreende os processos de transferência dos nutrientes dentro do sistema solo-planta. Desta forma o evento se dá fundamentalmente pela decomposição e deposição de serapilheira.

O ciclo bioquímico refere-se aos mecanismos de ciclagem e redistribuição dos nutrientes dentro das plantas, sendo de grande importância para a manutenção de nutrientes de maior mobilidade dentro da planta, de forma geral: K, P, N e Mg.

Em um ecossistema florestal, os nutrientes minerais absorvidos pelas plantas são devolvidos ao solo diretamente, por lixiviação, ou como componentes de material orgânico (LARCHER, 1986). Este acúmulo de material orgânico também denominado, folhedo, serapilheira, manta, folhiço, litter ou liteira (FERRI, 1974), é constituído por folhas ramos, caules, flores, frutos, cascas, além de dejetos e restos animais.

O processo mais estudado do ciclo de minerais é a produção e a decomposição da serapilheira, bem como a quantificação e qualificação dos nutrientes que retornam ao solo mediante o mesmo, pois a maioria dos elementos minerais é oriunda da decomposição da serapilheira (ODUM, 1988). Exceção para o potássio, que na floresta Amazônica e Atlântica tem seu maior retorno via lavagem das copas pela chuva, ainda que grande parte seja lixiviada (REISSMANN e WISNIEWSKI, 1993).

A palavra “lixiviação” é definida como a remoção de substâncias das plantas, particularmente contidas nas folhas pela ação de soluções aquosas como chuva, orvalho, neblina e nevoeiro. Este fenômeno é conhecido há mais de 150 anos, tendo sido estudado por T. de Sausurre já em 1804. Trabalhos pioneiros foram conduzidos por K. Arens, primeiro na Alemanha e depois no Brasil (MALAVOLTA, 1980). A lixiviação é processo comum na natureza, e já observado em muitas espécies.

A cutícula das folhas representa o principal caminho para a saída de materiais em solução. Além da cutícula, foi sugerido que os plasmodesmos e os ectodesmos constituem vias adicionais no transporte até o meio externo (ESAU, 1974).

Outra estrutura foliar relacionada com a lixiviação é o hidatódio, estes descarregam água do interior da folha em direção à sua superfície. Este processo é denominado gutação. Alguns hidatódios são glândulas, no sentido de que eles têm um tecido que secreta água ativamente. Outros são simplesmente partes de folhas com passagens ao longo das quais a água, fluindo da terminação do xilema para a superfície da folha, encontra pouca resistência. A água expelida, devido à pressão da raiz, flui entre os espaços intercelulares de um mesófilo modificado e sai da folha através de aberturas na epiderme (ESAU, 1974). Como consequência da gutação, a superfície foliar pode ficar completamente coberta por uma fina camada de solução.

O lixiviado enriquece as camadas superiores do solo e tende a contrabalançar as perdas devidas à lixiviação de zonas mais profundas, e mais distantes. O lixiviado das folhas influencia o número e o comportamento dos microrganismos que, por sua vez, alteram o processo de gênese do solo, sua textura e fertilidade (MALAVOLTA, 1980).

### 3.3.1 Produção e decomposição de serapilheira.

Segundo DARNELL (1967)<sup>2</sup> citado por MASON (1980) o detrito orgânico ou serapilheira pode ser definido como todos os tipos de material biogênico em vários estádios de decomposição. O qual representa uma fonte potencial de energia para as espécies consumidoras. O termo serapilheira é normalmente usado em sistemas terrestres e especialmente para materiais derivados de plantas superiores. A maioria das serapilheiras são derivadas de fontes vegetais, embora aquelas de origem animal sejam algumas vezes consideráveis, como por exemplo, o excremento produzido por populações de grandes herbívoros.

A serapilheira, também denominada: folhedo, manta, folhiço, *litter* ou liteira é constituído por folhas ramos, caules, flores, frutos, cascas, além de dejetos e restos animais (FERRI, 1974). BRAY e GORHAM (1964) classificam a serapilheira em: serapilheira fina, representada por folhas, flores, frutos, sementes, inflorescências, gravetos finos e cascas que correspondem a 60 - 80% e serapilheira grossa formada basicamente por galhos e troncos.

Vários fatores influenciam a quantidade de serapilheira produzida pelas florestas, BRITZ (1994) salienta que tanto o tipo de vegetação, latitude, altitude, temperatura, precipitação, disponibilidade de luz durante a estação de crescimento, comprimento do dia, evapotranspiração, relevo, deciduidade, estadio seral, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes no solo; herbívora e concentração de poluentes na atmosfera, podem interferir na deposição de serapilheira. Sendo assim a separação da serapilheira por espécie é outro 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 (VITOUSEK, 1982).

---

<sup>2</sup> DARNELL, R. M. *Estuaries*, AAAS Publ. V.83, p 376-382, 1967.

Embora a deposição de serapilheira seja apenas uma parte da ciclagem de nutrientes é a principal via de transferência dos nutrientes da vegetação para o solo ODUM (1988). MOLCHANOV (1971)<sup>3</sup> citado por PINTO (2001), afirma que a serapilheira também possui um grande significado hidrológico, funcionando como filtro e esponja da água proveniente da atmosfera que penetra no solo, essa absorção depende do tipo de manta, sendo que a manta morta florestal absorve mais água da precipitação que musgos e ervas.

SPURR e BARNES (1980) e CLEVARIO JR. (1990) chamaram atenção para o importante papel que a serapilheira desempenha, amortecendo as gotas de chuva que atravessam o dossel da floresta, diminuindo a energia cinética das mesmas e evitando, portanto, o seu potencial erosivo nos solos. Além disso, permite a existência de uma grande variedade de habitats para a mesofauna e microorganismos (SWIFT et al., 1979). Promove alterações no perfil de luz próximo à superfície do mesmo, sombreando assim sementes e plântulas, embora muitas vezes aumente a taxa de mortalidade destas, devido a danos mecânicos ocasionados pela deposição de seus constituintes (FACELLI e PICKETT, 1991; SANTOS e VÁLIO, 2002).

O processo da decomposição de matéria orgânica, principalmente da serapilheira, é o principal mecanismo dentro da ciclagem de minerais que possibilita a entrada de nutrientes e substâncias orgânicas no solo (ABER e MELILLO, 1980).

Juntamente com outros fatores, a matéria orgânica do solo está intimamente ligada a sua manutenção. Algumas funções da matéria orgânica:

- 1 – Armazena macros e micronutrientes;
- 2 – Aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC);
- 3 – Libera energia para a atividade microbiana;
- 4 – Aumenta a capacidade de armazenamento de água;
- 5 – Melhora a estrutura do solo;
- 6 – Reduz os efeitos da compactação e aumenta a infiltração;
- 7 – Protege o solo de rápidas mudanças na acidez, alcalinidade e salinidade.

8– Nos solos, a serapilheira pode reduzir a amplitude térmica, afetando o estabelecimento de muitas espécies.

A serapilheira acumulada nos solos florestais pode apresentar diferentes horizontes orgânicos. Para REISSMANN (1983), a serapilheira acumulada é constituída por resíduos

---

<sup>3</sup> MOLCHANOV, A. A. **Hidrologia Florestal**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 1971, 419p.

orgânicos em diferentes estádios de decomposição, no qual se concentram grandes quantidades de raízes finas e vivas que absorvem nutrientes do horizonte orgânico formado. Esta decomposição pode começar a ocorrer ainda na planta, principalmente em folhas e partes florais de vegetais existentes nas florestas tropicais úmidas ou, o mais comum, na superfície do solo (GOLLEY et al., 1975).

A mineralização da matéria orgânica pode ser dividida em três fases básicas: lixiviação, intemperismo e ação biológica, sendo que estes processos ocorrem simultaneamente (MASON, 1980). Fatores limitantes da decomposição, como a relação carbono/nitrogênio, são muito variáveis e dependentes dos anteriores (WITKAMP e VAN DER DRIFT, 1961; FOGEL e CROMACK 1977).

LAVELLE et al. (1993) propôs um modelo geral e hierárquico para a dinâmica da decomposição nos ecossistemas terrestres a qual seria condicionada pelos fatores clima, mineralogia das argilas e estatus nutricional do solo, qualidade dos recursos em decomposição e o efeito dos microorganismos, considerando que todos interagem entre si regulando a atividade microbiana. Nos trópicos úmidos este modelo é alterado pela presença de uma macrofauna (minhocas e cupins), mais importante na regulação da decomposição.

A transformação da matéria orgânica em minerais apresenta de um modo geral, velocidades variáveis em função das condições climáticas. A liberação de nutrientes da serapilheira no solo é um passo crítico para o funcionamento do ecossistema. Se os nutrientes são liberados muito rapidamente, eles podem ser perdidos através da lixiviação do solo ou pela volatilização. Por outro lado, se a decomposição é muito lenta, uma quantidade insuficiente de nutrientes fica disponível para as plantas, resultando numa inibição do crescimento da vegetação (JORDAN, 1985).

Em florestas tropicais, sob climas mais quentes e úmidos, o processo é variavelmente acelerado (DELITTI, 1984). O efeito da pluviosidade, por exemplo, implica na formação de microclimas na serapilheira que interferem na atividade de decompositores e na própria condição da serapilheira. Desvios dessa tendência ocorrem devido às variações locais dos elementos do clima, como aqueles ocasionados pela altitude, ou por outros fatores fisiogeográficos e biológicos que também podem afetar o processo, direta ou indiretamente (MEGURO, 1987).

Nas latitudes maiores, o período frio interrompe ou deprime a decomposição que pode se prolongar por muitos anos (SWIFT et al., 1979). As variações de pluviosidade durante o

ano afetam a velocidade do processo de decomposição, devido a alterações na condição da serapilheira e a atividade dos decompositores (REBELO, 1994).

No entanto outros autores como SANTOS et al. (1984), levantam a hipótese que determinados mecanismos vitais para a manutenção da floresta como a deposição e decomposição da serapilheira, não são afetados por condições climáticas que diferem das usuais, sendo essa uma estratégia selecionada no processo evolutivo dos ecossistemas.

A matéria orgânica que chega a superfície do solo é incorporada gradualmente nos horizontes superiores do solo mineral, sofrendo os processos de lixiviação, intemperismo e humificação, formando o horizonte A do solo REISSMANN (1983). No caso dos ORGANOSSOLOS, que segundo EMBRAPA (1999), compreendem solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico oriundo de restos vegetais em grau variável de decomposição, a serapilheira acumulada em diferentes estádios de decomposição é praticamente o solo.

Os solos de certas florestas amazônicas (florestas de terra firme), assemelham-se aos ESPODOSSOLOS da Florestas Atlântica em termos de fertilidade, pois sua capacidade de troca de cátions é baixa, em virtude, na Amazônia, geralmente as concentrações de nutrientes nas plantas, são bem mais elevadas que no solo (STARK, 1970)

Os elementos libertados pela serapilheira, são rapidamente absorvidos pela vegetação e não aparecem nas águas dos riachos da floresta. Assim, STARK (1970) propôs que a ciclagem de nutrientes seria direta, onde nas areias pobres da região, os nutrientes seriam transportados da matéria orgânica morta por micorrizas diretamente às raízes da planta sem aparecer na solução do solo.

Para WISNIEWSKI (1997), os nutrientes armazenados na serapilheira acumulados nos horizontes orgânicos, variam em função de muitos fatores: a concentração dos elementos nos vários componentes das espécies e suas características nutricionais; capacidade de absorção; translocação e armazenamento; fenologia das espécies; da intensidade do processo de lixiviação das copas pela água da chuva; do elemento considerado; da época do ano; da quantidade de serapilheira produzida; das características nutricionais do ambiente e das estratégias de conservação.

De forma geral, as concentrações de nutrientes na serapilheira em diferentes florestas do mundo, apontam para uma limitação maior de N nas Florestas Temperadas e P nas Tropicais (VITOUSEK, 1986).

A ciclagem de minerais, nas florestas sobre solos com baixa disponibilidade de nutrientes e expostos a alta lixiviação, é dotada de vários mecanismos que minimizam as perdas dos nutrientes. Entre os principais estão a grande biomassa de raízes e sua concentração na superfície do solo, micorrizas, manutenção de uma complexa comunidade microbiológica próxima à superfície do solo, folhas com longa vida, esclerofilia, compostos secundários, resistência a insetos, eficiência no uso de nutrientes, redistribuição dos minerais antes da abscisão, folhas acuminadas e acumulação de silício (JORDAN, 1985).

BRITEZ (1994) encontrou outros dois mecanismos. Um estaria relacionado à oscilação do lençol freático, onde devido à proximidade desse com a superfície do solo possibilitaria que os nutrientes lixiviados pudessem em parte, serem aproveitados pela vegetação antes da sua saída do sistema. O outro estaria vinculado ao tipo de horizonte B do solo, que estando próximo da superfície, representa um acúmulo de nutrientes lixiviados.

### 3.3.2 Estudos de ciclagem de nutrientes no Brasil

Dos estudos realizados no Brasil voltados para área de ciclagem de nutrientes, os aspectos mais abordados são a deposição e decomposição de serapilheira e a quantificação e qualificação de seus nutrientes, como também o estoque de serapilheira acumulada sobre solo (REBELLO, 1994).

Na Amazônia, destacam-se os trabalhos de: KLINGER e RODRIGUES (1971), HERRERA et al. (1981), LUIZÃO (1982), LUIZÃO e SCHUBART (1986), LUIZÃO e LUIZÃO (1991), SCOOT et al. (1992). Sendo NASCIMENTO (1997), JOSÉ et al. (1999; 2002) em Floresta Inundável.

Floresta Estacional Decidual: MARTINS e RODRIGUES (1995) e KÖENIG et al. (2002) avaliaram a sazonalidade na produção de serapilheira.

Em Floresta Mesófila Semidecídua: MEGURO et al. (1980), PAGANO (1985), DINIZ (1987), CÉSAR (1988) e SANTOS (1989), WERNECK et al. (2001).

Na região do Cerrado, citam-se trabalhos de: CARPANEZZI (1980), PAGANO et al. (1982), PERES et al. (1983), DELITTI e MEGURO (1984), MEGURO e DELITTI (1985), DELITTI (1984) e RIZZO et al. (1990).

FIGUEREDO FILHO et al., (2003) em Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária PR.

Devido a grande heterogeneidade destas formações vegetais estudadas, os trabalhos apresentaram grandes variações nos seus resultados.

No Paraná o desenvolvimento de projetos para a caracterização solo - cobertura vegetal na planície pleistocênica do estado são diversos. Entre eles estão: WISNIEWSKI et al. (1997); DICROW (2000), BOERGUER (2000), PINTO (2001) e ROCHA et al. (2003), sendo que estão em andamento trabalhos sobre influência da vegetação na solução do solo, comparação entre metodologias para a determinação da decomposição serapilheira e translocação de nutrientes.

Especificamente na Ilha do Mel, com relação à restinga arbustiva, PIRES (2000) estudou a deposição e decomposição de serapilheira por um ano, além de outros aspectos da ciclagem de nutrientes, sendo que a deposição foi quantificada por espécie, e relacionada com dados climáticos. A decomposição e a velocidade de liberação dos nutrientes foram abordadas, *tanto na fração folhas, como no compartimento de serapilheira acumulada.*

BRITEZ (1994), comparando duas florestas da Estação Ecológica, da Ilha do Mel, desenvolveu um laborioso trabalho com dois anos de amostragens em campo, abordando não somente os aspectos de deposição da serapilheira, (separada por espécie), mas também, interceptação pelo dossel de nutrientes oriundos da chuva e análises de solo das duas áreas. Nestas mesmas áreas MARQUES et al. (1999) desenvolveram estudos sobre decomposição da serapilheira, abordando a velocidade de decomposição e os nutrientes liberados por ela.

## 4. MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização da área estudada.

A Ilha do Mel (figura 1) pertence ao município de Paranaguá, sendo sua fiscalização e administração responsabilizadas do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e do batalhão de polícia Florestal da Polícia Militar do Paraná – BPFLo/PMPR (SEMA/IAP, 1996). A maior parte da área da Ilha foi decretada Estação Ecológica em 1982 (SILVA 1998).

A Ilha do Mel tem uma área de 2.756 ha, perímetro aproximado de 35 km, sendo que seus pontos extremos têm as seguintes coordenadas geográficas: norte (Ponta do Hospital) – 25°29' S - 48°21' W, sul (Ponta das Encantadas) - 25°34'32" S - 48° 18'21" W , leste (Ponta do Farol de Conchas) - 25°32'17" S - 48°17'15" W; oeste (Ponta da Coroazinha) - 25°30' S - 48°23'16" W (SILVA, 1990).

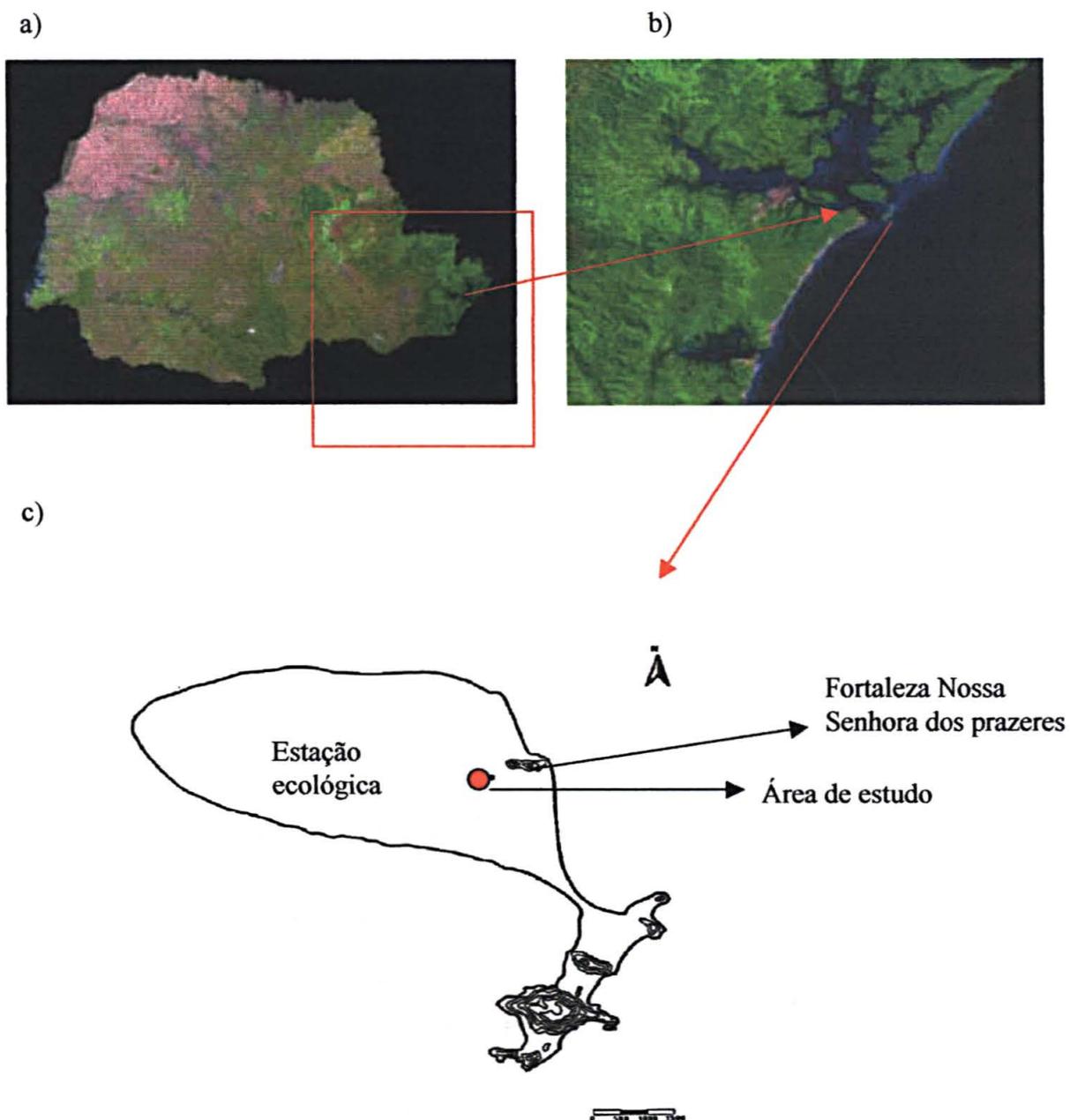


FIGURA 1 A) MAPA DO PARANÁ; B) FOTO DE SATÉLITE DO LITORAL PARANAENSE; C) MAPA APRESENTANDO CONTORNO GERAL DA ILHA DO MEL COM LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

#### 4. 1.1 Clima

O clima do litoral paranaense é considerado por MAACK (1981), como de transição entre a região tropical e subtropical, incluindo-se na zona climática “Af”, segundo a classificação de Köppen, acrescentando-se a letra “t” para indicar esta transição. As cartas climáticas elaboradas pelo IAPAR (2000) além de indicarem a mesma zona climática, caracterizaram o clima como mesotérmico, superúmido, sem estação seca e isento de geadas.

A umidade relativa do ar é considerada alta, com média superior a 80% durante o ano todo, sendo que os valores mais altos são registrados geralmente em agosto e setembro (IAPAR, 2000), indicando uma grande quantidade de vapor d’água trazido pelos ventos úmidos do quadrante S, SW e SE. (SILVA, 1990).

A temperatura média anual para a região (período de 40 anos) foi de 21,1 °C, sendo a média mensal mais alta registrada em fevereiro (25,1 °C) e a mais baixa em julho (17,2 °C). A precipitação anual média medida durante um período de 40 anos foi de 1959 mm, sendo nos meses de janeiro, fevereiro e março as maiores pluviosidades médias, enquanto que em julho e agosto registraram-se as menores (SILVA, 1990).

#### 4.1.2 Geomorfologia

O litoral paranaense caracteriza-se pela ocorrência de dois domínios geológicos principais, associados à macro-unidades geomórficas regionais: o das rochas do embasamento cristalino, relacionado principalmente com a Serra do Mar e adjacências e o da cobertura sedimentar cenozóica, em geral designada como planície litorânea. (ANGULO, 1992).

A planície costeira no Paraná tem aproximadamente 90 Km de comprimento alcançando no máximo cerca de 55Km de largura. Em geral as altitudes dessa planície são inferiores a 20m, ocorrendo em morros e colinas isolados, com altitudes de até 500m. As altitudes aumentam da costa para o continente, alcançando os maiores valores no sopé da serra (ANGULO, 1992).

Na Ilha do Mel os morros são formados por afloramentos do complexo cristalino, de origem pré-cambriana e as planícies arenosas são constituídas por sedimentos de origem marinha formada no quaternário (BIGARELLA, 1965). A formação das planícies quaternárias resultou da ação conjunta dos seguintes fatores: fontes de areia, correntes de deriva litorânea, variações do nível relativo do mar e armadilhas para retenção de sedimentos (SUGUIO e TESSLER, 1987).

Uma das características marcantes das planícies costeiras do litoral paranaense é a presença de feições lineares denominadas de cordões litorâneos. A identificação do lineamento destes cordões é feita mediante o tipo de vegetação (SILVA 1998). Segundo ANGULO (1992), provavelmente a maior parte da planície da Ilha do Mel tenha sido formada no Holoceno, na fase regressiva da última transgressão. Na região noroeste, os cordões progradiram para leste, até formar um tómbolo, no Morro da Fortaleza. Em período bastante recente, nas últimas centenas de anos, quando o nível relativo do mar era semelhante ao atual, formaram-se alguns cordões litorâneos paralelos à linha da costa atual, nos quais alguns dois quais se encontram entre os morros da Fortaleza e do Farol das Conchas, muito próximos da área de estudos.

#### 4.1.3 Vegetação

A região estudada localiza-se na Estação Ecológica da Ilha do Mel PR e corresponde a um trecho florestal denominada por VELOSO et al. (1991) como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (figura 2). Caracteriza-se por apresentar três estratos facilmente reconhecíveis, um inferior, descontínuo e formado principalmente por indivíduos jovens dos estratos superiores e espécies herbáceas; um intermediário, onde além de jovens do dossel também são típicas algumas espécies arbustivas e arbóreas ciófilas; e um superior, com alturas que podem chegar a mais de 20 m, com um pequeno conjunto de espécies formando a sinússia dominante. As trepadeiras e epífitas são bastante conspícuas nesta formação (SILVA 1998).

O número total de espécies amostradas nos estratos superior e médio por SILVA (1998) é igual a 60. Os principais representantes do estrato superior são *Calophyllum brasiliense*, *Tabebuia cassinoides*, *Marlierea reitzii*, *Myrcia racemosa*, *Myrcia insularis*,

*Ocotea pulchella* e *Ocotea tristis*. No estrato intermediário as principais espécies são *Rudgea villiflora* e *Guarea macrophylla*.

a)



b)



c)



d)



FIGURA 2 FOTOS DO TRECHO AMOSTRADO PARA ESTE ESTUDO DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR: A) HIDROMORFIA DA REGIÃO; B E C) ESTRATO INTERMEDIÁRIO DA FLORESTA; D) EPIFITISMO E DOSSEL DA FLORESTA.

## 4.2 Instalação dos Experimentos

### 4.2.1 Caracterização dos solos

Devido à impossibilidade da abertura de perfis de solo para classificação dos mesmos (solos inundados) esta, foi realizada com base em amostras coletadas com trado do tipo calador. Foram coletadas quatro amostras compostas, representativas das camadas do solo até uma profundidade de cerca de 20 cm. O material foi condicionado em plásticos devidamente identificados, transportados para Curitiba e secos ao ar em bandejas de plástico. Parte do solo foi seca em estufa a  $104^{\circ}\text{C}$ , para determinação da umidade.

Para as inclusões de ESPODOSSOLO, presentes nas primeiras quatro parcelas da área de estudo, foram coletadas amostras de dois horizontes superficiais: o Hístico e o A, perfazendo uma amostra composta para cada horizonte. Posteriormente, o material foi armazenado em sacos plásticos e transportado para o Laboratório de Solos da PUC/PR e submetido às análises químicas de C orgânico pelo método Walkley-Black, P solúvel mediante o extrator Mehlich-1, com leitura efetuada em espectrofotômetro digital cor azul, K e Na solúveis também por Mehlich-1, com leitura efetuada em espectrofotômetro de chama, o Ca e Mg disponíveis foram extraídos com solução de KCl e leitura efetuada por titulação, a matéria orgânica (M.O.) foi estimada mediante o C orgânico, também foram calculados a CTC ou T, m (saturação por alumínio) e V% (saturação por bases).

### 4.2.2 Período de coleta e preparo das amostras de serapilheira produzida

A amostragem da deposição de serapilheira foi efetuada em um período de 24 meses, com coletas realizadas numa periodicidade de 30 dias. A instalação do experimento ocorreu em 26 e 27/11/00 e findou em 23/11/2002.

A área de  $4000\text{m}^2$  (200m de comprimento e 20m de largura), encontrava-se dividida em 40 parcelas de  $100\text{m}^2$  (figura 3) marcadas com estacas pelo trabalho de SILVA (1998). Em cada parcela foi alocado um coletor (figura 4) de serapilheira com dimensões de 50 X 50cm, feito com tubos de PVC e tela de náilon de 1 mm, permanecendo a cerca de 40cm do solo.

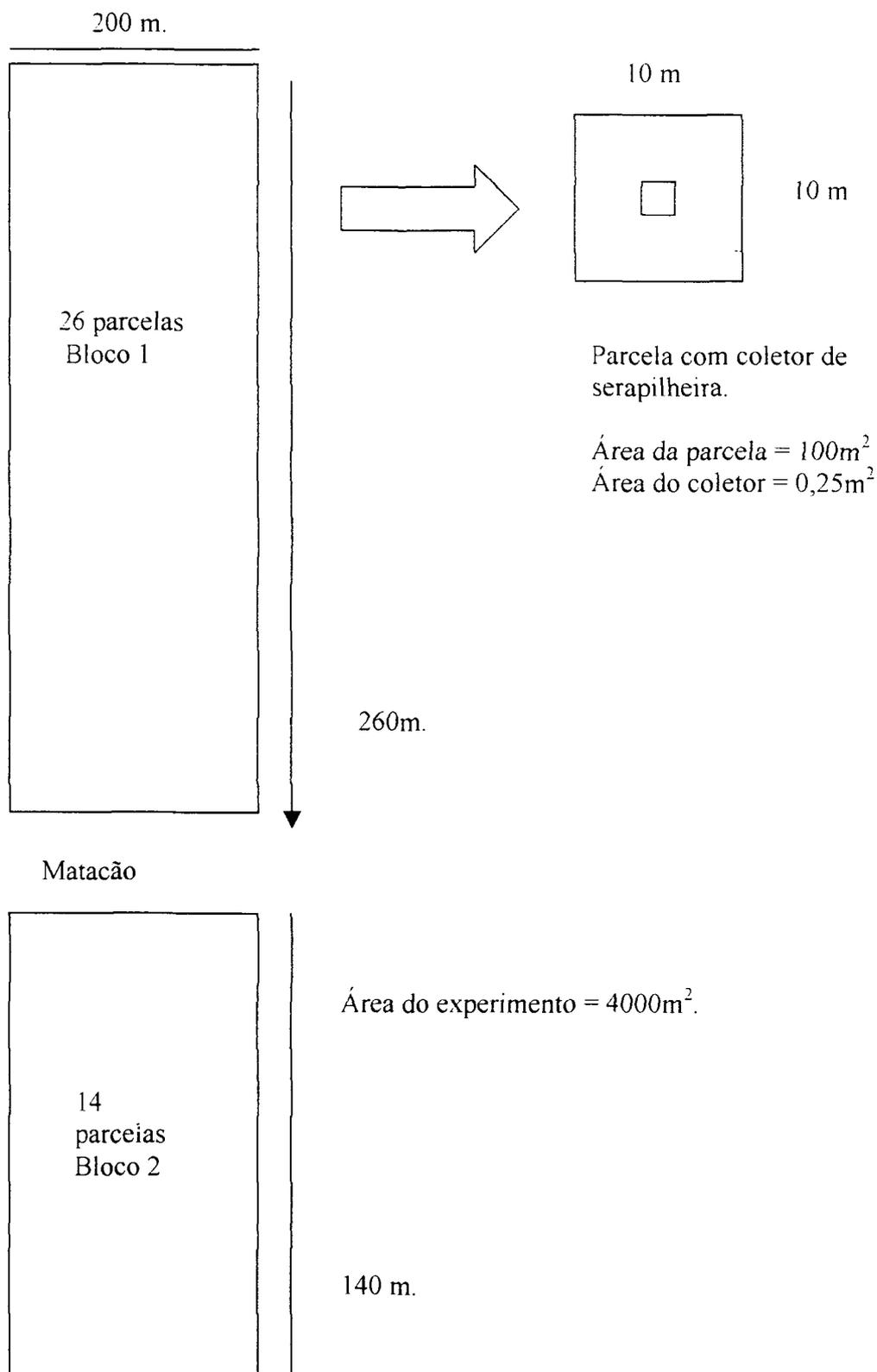


FIGURA 3 DESENHO ESQUEMÁTICO DO TRECHO DE FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS AMOSTRADO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.



FIGURA 04 EXEMPLO DE UM COLETOR ALOCADO NO TRECHO ESTUDADO DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL, PR.

O material foi recolhido dos coletores, colocado em um saco plástico, identificado com o mesmo número do coletor e com a data da coleta. Posteriormente transportado para o Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, onde ocorreu a secagem em estufa à temperatura permanente de 70°C, até peso constante.

Para o primeiro ano de amostragem, o material de coleta foi seco no laboratório de Ecologia do Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas da UFPR.

A separação da serapilheira foi efetuada nas seguintes frações: folhas (por espécie), elementos reprodutivos (flores, frutos, sementes e seus restos), galhos (até dois cm de diâmetro) e miscelânea (material restante que não se enquadrou em nenhuma das frações anteriores). Cada fração pesada em balança semi-analítica com 0,01g de precisão.

A identificação das espécies amostradas foi feita, comparando-se a um herbário de campo e com exsicatas tombadas no herbário do Departamento de Botânica da UFPR, (UPCB).

Os dados das frações e da serapilheira total foram reunidos em tabelas e transformados em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ , para estimativa estacional e anual da serapilheira produzida.

#### 4.2.3 Decomposição da serapilheira

Concomitantemente às coletas de serapilheira produzida, foi coletada a serapilheira acumulada, o material orgânico (exceto fragmentos maiores que cinco cm de diâmetro) sobre o solo mineral foi removido em 10 pontos aleatórios cada um com 0,25m<sup>2</sup>. Após a coleta, estas amostras foram transportadas para o laboratório e secas em estufa a 70°C até peso constante, pesadas em balança semi-analítica com 0,01g de precisão e os valores obtidos transformados em kg.ha<sup>-1</sup>.

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

$$K = L.X_{ss}^{-1}, \text{ onde:}$$

K = coeficiente de decomposição

L = quantidade de serapilheira produzida anualmente em kg.ha<sup>-1</sup>

X<sub>ss</sub> = quantidade de serapilheira acumulada em kg.ha<sup>-1</sup>

O tempo necessário para renovação do estoque de serapilheira acumulada no solo foi obtido através da equação de HOPKINS (1966), expressa em anos da seguinte maneira:

$$T = 1.K^{-1}$$

Também foi utilizada para a avaliação do processo de decomposição das folhas da serapilheira, a metodologia de “bolsas de decomposição”, onde foram distribuídos aleatoriamente um número de 90 sacos de náilon com dois mm de abertura, medindo 30 X 30 cm, com 15 gramas de material foliar recém depositado no solo e seco ao ar livre. Foram retirados 10 sacos ao intervalo de 15, 45, 75, 105, 135, 195, 255, 305 e 365 dias, totalizando 12 meses de amostragem. Foram avaliadas as perdas de peso e teores de macronutrientes e sódio.

A velocidade da decomposição foi estimada pelo método de avaliação direta de perda de peso. O material de cada bolsa foi secado em estufa a 70°C até peso constante e posteriormente, pesado em balança digital com precisão de 0,01g.

As médias obtidas dos pesos finais foram utilizadas para o cálculo dos coeficientes de decomposição k' e k, segundo as fórmulas propostas por JENNY et al. (1949) e OLSON (1963):

$$k' = \Delta X \cdot X_0^{-1}$$

Onde:

$\Delta X$  = quantidade de material perdido no tempo  $\Delta t$

$X_0$  = quantidade de material inicial ( $T_0$ )

$$k = -\ln(1 - k')$$

Onde  $k'$  refere-se à percentagem de material decomposto em um dado tempo, enquanto  $k$  refere-se a razão instantânea de decomposição do material, estando ligado ao modelo exponencial (PIRES, 2000).

#### 4.2.4 Análises químicas da serapilheira

As análises foram realizadas para a serapilheira produzida em suas frações: Galhos, miscelânea, elementos reprodutivos, *Calophyllum brasiliense*, *Tabebuia cassinoides* e folhas restantes, sendo as amostras agrupadas por estações do ano, onde os 40 coletores foram separados em grupos de oito.

Também foram efetuadas Análises de nutrientes para os “litterbags”, sendo que para cada coleta ocorreu uma bateria de análises químicas iguais às realizadas para a serapilheira produzida. Para cada coleta foram efetuadas cinco repetições geradas pela moagem de duas bolsas de decomposição.

As análises de macro nutrientes na serapilheira foram realizadas no Laboratório de nutrição da EMBRAPA/ CNPq, após a moagem de todo o material no setor de Ciências Agrárias da UFPR, laboratório de Biogeoquímica.

O N total foi determinado por destilação após digestão sulfúrica (método Kjeldhal). P, K, Ca, Mg, e Na foram obtidos por digestão nitroperclórica (úmida), sendo que P foi posteriormente determinado por colorimetria (Molibdato, Vanadato) em espectrofotômetro digital B 34211 micrometral, comprimento de onda de 420nm, K e Na por emissão atômica, em espectrofotômetro de chama B 462 micrometral, pressão de 0,8 Kgf.(cm<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>. Os elementos Ca e Mg por absorção atômica em espectrofotômetro Perkin-Elmer 2380. As leituras dos últimos elementos citados foram realizadas na UFPR, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, laboratório de Biogeoquímica.

Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de peso seco ( $\text{g.}100\text{g}^{-1}\text{MS}$ ),  $\text{g.kg}^{-1}\text{MS}$  para teores na serapilheira produzida e bolsas de decomposição e  $\text{kg.kg}^{-1}$  por ha., média de dois anos, no caso da quantidade de nutrientes na serapilheira produzida e frações.

#### 4.2.5 Análises estatísticas

O experimento seguiu uma delineamento de blocos ao acaso, com Análise de variância dos dados.

A Análise estatística foi efetuada considerando-se vários fatores de variação, com a comparação entre médias assegurada pelo teste de Fisher Protected LSD, ao nível de 5 % de significância.

O experimento que caracterizou quimicamente os solos, tem como fonte de variação os nutrientes (separadamente) e os blocos, para duas repetições por amostra.

Para a produção de serapilheira os tratamentos adotados foram a serapilheira total e suas frações (folhas, galhos miscelânea, elementos reprodutivos, *Calophyllum brasiliense*, *Tabebuia cassinoides* Marlierea reitzii e *Myrcia racemosa*). Cada coletor foi considerado uma repetição, no total de 40.

Para o ensaio de nutrientes na serapilheira produzida (teores e quantidades), foram consideradas as mesmas fontes de variação, composto por: 24 repetições para o bloco 1 e 16 para o bloco 2, foi portanto verificada a diferença entre quantidades estacionais para os dois anos de estudo.

Para teores e quantidades anuais, 2 repetições.

O experimento de decomposição seguiu um delineamento inteiramente casualizado, sendo as fontes de variação: peso do material e o tempo decorrido. Cinco repetições foram efetuadas para cada variável.

As curvas de regressão foram geradas a partir das médias dos teores e ajustadas, admitindo-se até quatro coeficientes.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento florístico e fítossociológico considerou toda a área como homogênea (SILVA 1998), no entanto os resultados observados em relação a produção de serapilheira à contribuição relativa das espécies e os diferentes teores de alguns nutrientes na serapilheira, bem como algumas características morfológicas e químicas dos solos, mostraram que há diferença, portanto os dados foram analisados considerando essas diferenças. Tendo em vista que a heterogeneidade era inesperada, o delineamento de blocos não foi utilizado para o ensaio de decomposição.

### 5.1 Solos

No trecho de floresta em que foi instalado o experimento, foram encontradas duas classes de solo: ORGANOSSOLOS E ESPODOSSOLOS, sendo que a última classe foi verificada apenas nas quatro primeiras parcelas do primeiro bloco (antes do matacão).

Os ORGANOSSOLOS verificados na área amostral, diferiram entre os blocos, sendo que o ORGANOSSOLO antes do matacão apresenta menor grau de decomposição do material orgânico, quando comparado ao segundo bloco (depois do matacão).

Seguindo as sugestões propostas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), o qual salienta que se tem pouca ou nenhuma experiência no estabelecimento para a classe dos ORGANOSSOLOS, foram destacadas as espessuras das camadas orgânicas, presença de lençol freático em relação a superfície do solo, profundidade de ocorrência do substrato e abundância de pedaços e fragmentos (>2 cm) de vegetais.

### 5.1.1 Classificação e descrição morfológica

O lençol freático permanece acima da superfície durante todo o verão, primavera e no princípio do outono (observação em campo), estando abaixo da superfície apenas no inverno e durante períodos de estiagem que ultrapassem 3 semanas, em algumas estações.

### 5.1.2 ORGANOSSOLOS bloco 1

Classificação: ORGANOSSOLO méxico fibrico pouco profundo substrato arenoso DISTRÓFICO.

#### *Descrição morfológica*

Hg<sub>1</sub> 0 - 30cm O material vegetal encontra-se semi decomposto é identificável, com presença intensa de raízes finas,

Hg<sub>2</sub> 30 – 60cm O material orgânico observado é bem decomposto, com cor homogênea e ausência de raízes.

Cg 60 – 90cm Esta coluna de solo, foi retirada com muita dificuldade, o material encontrado apresenta cor escura e homogênea sobre um substrato arenoso, não há presença de raízes.

### 5.1.3 ORGANOSSOLOS bloco 2

Classificação: ORGANOSSOLO méxico hemico pouco profundo substrato arenoso DISTRÓFICO.

#### *Descrição morfológica*

Hg<sub>1</sub> 0 - 30cm O material vegetal encontra-se semi decomposto de difícil identificação, com presença intensa de raízes finas,

Hg<sub>2</sub> 30 – 60cm Material orgânico observado é bem decomposto, com cor homogênea e ausência de raízes.

Cg 60 – 90cm Esta coluna de solo, foi retirada com muita dificuldade, o material encontrado apresenta cor escura e homogênea sobre um substrato arenoso, não há presença de raízes.

Segundo observações em campo, a presença de macrodecompositores nos horizontes superficiais parece grande, sendo que os blatoideos estão visualmente em maior número nos primeiros 5 cm do horizonte, minhocas também foram observadas, quando a serapilheira acumulada era coletada, ainda foi encontrado *Trichodactylos* sp. a quase 40 cm de profundidade, quando o solo estava sendo trado.

#### 5.1.4 ESPODOSSOLO

Esta classe de solo esta presente apenas no bloco 1.

Descrição morfológica

Esta classe foi verificada apenas antes do matacão.

Classificação: ESPODOSSOLO histico hidromófico substrato arenoso pouco profundo DISTRÓFICO.

Ig 30 - 0cm Variando de 20 a 30 cm de profundidade, formado por material orgânico semi decomposto, textura arenosa, apresentando raízes finas muito comuns.

Ag 0 – 30cm Textura arenosa e profundidade variando de 10cm nas depressões a 45 cm nas regiões mais altas, praticamente não foram observadas raízes.

Bg 30 - 50cm Presença de horizontes B espódico com aproximadamente, textura arenosa, ausência de raízes.

Eg 50 - 70 Logo abaixo do espódico, variando de 10 a 20 cm. Textura arenosa, ausência de raízes.

#### 5.1.5 Análise química

Devido a uma contaminação, todas as amostras de solo coletas em agosto de 2003 foram descartadas, sendo que a coleta posterior não permitiu a trado de amostras com profundidade superior a 20 cm, devido ao nível do lençol freático.

Os resultados das análises químicas dos horizontes, bem como as médias, estão apresentados na tabela 1.

De modo geral ocorreram diferenças estatísticas entre os blocos amostrados para o solo orgânico ( K, Na, M.O. e C), tal fato pode ter relação com a maior proximidade do mar do bloco 1, também a água de inundação pode estar mais próxima da superfície se comparada ao bloco 2.

O pequeno número de repetições (duas) podem ter influenciado no resultado. Pois o pequeno grau de liberdade gerado, limita a detecção de diferenças estatísticas.

A alta lixiviação dos elementos K e Na, aumenta o coeficiente de variação, prejudicando a consistência dos resultados.

No caso do ESPODOSSOLO, o horizonte hístico amostrado, apresentou valores de nutrientes similares aos encontrados no orgânico

O horizonte A, apresentou uma CTC baixa, embora o horizonte não tenha sido fracionado para a amostragem, é possível que ocorra uma lixiviação de nutrientes para o horizonte E, como já constatado por BRITTEZ et al. (1997) e PIRES (2000) em outras florestas de Restinga na Ilha do Mel.

O pH determinado em  $\text{CaCl}_2$ , que representa a acidez trocável, apontou valores bastante baixos, denotando uma acidez elevada no solo da floresta, como já esperado para os solos da planície costeira do Paraná. A região dos trópicos apresenta uma grande quantidade de solos ácidos, sendo a água um importante fator da sua gênese (BRITTEZ, 2001).

O Alumínio livre no ESPODOSSOLO apresentou valores altos e equivalentes aos encontrados em outras florestas próximas do local de amostragem (BRITTEZ, 1994), normais para ORGANOSSOLOS segundo GALVÃO e VAHL (1996) (tabela2).

TABELA 01 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CAMADA SUPERFICIAL (0- 20 CM) DOS SOLOS AMOSTRADOS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Solo	pH em CaCl <sub>2</sub>	K *	Na*	Ca	Ca/Mg	Mg	Al	CTC	P	C	M. O.	m	v
		valores em cmol <sub>c</sub> .dcm <sup>-3</sup>					mg.dcm <sup>-3</sup>			g.dcm <sup>-3</sup>		%	
Orgânico Bloco 1	3,30	0,45	4,69	1,73	4,42	2,69	1,22	29,06	17,50	168,48	290,46	11,44	32,89
Orgânico Bloco 1	3,23	0,50	4,39	3,56	6,15	2,60	1,33	33,84	21,20	140,74	242,63	10,78	32,60
Orgânico Bloco 2	3,11	0,23	2,65	2,79	5,58	2,79	1,33	30,05	6,60	203,66	351,11	13,63	28,10
Orgânico Bloco 2	3,03	0,29	3,69	2,50	5,19	2,69	2,22	43,87	17,00	181,57	313,03	19,51	20,09
Espódico													
Hístico	3,17	0,25	2,65	2,40	4,90	2,50	1,22	29,41	7,10	242,48	418,03	13,54	26,50
A	3,35	0,02	0,39	0,29	0,87	0,58	0,56	4,58	1,20	7,98	13,75	30,29	27,90

\* diferença estatística a 5% para duas repetições por amostra

Embora alguns vegetais existentes nos trópicos e na própria Ilha do Mel apresentem tolerância a níveis consideravelmente altos de alumínio no solo, acumulando-o facultativa ou obrigatoriamente (BRITZ, 2001), tal elemento gera problemas por imobilizar outros nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, entre eles, o fósforo, os óxidos de ferro e alguns silicatos. A matéria orgânica também reage com o alumínio estabilizando o elemento (FASSBINDER, 1989; GILLMAN, 1991; BRITZ, 2001).

Para o Ca, os resultados observados são considerados medianos para fins de fertilidade (MELLO et al., 1985). Quando comparados com outros solos orgânicos (tabela 2), a grande variação observada torna difícil a determinação de um parâmetro, no entanto GALVÃO e VAHL (1996) amostraram solos de algumas regiões que sofreram calagem, o que influenciou os resultados encontrados para o cálcio e podendo inclusive ter interferido nos valores de Mg em função do tipo de carbonato utilizado.

O Ca, não é o cátion predominante em ORGANOSSOLOS, sendo que os teores de Mg em geral são maiores (LUCAS e DAVIS, 1961<sup>4</sup> citado por GALVÃO e VAHL 1996). De fato o Mg apresentou valores mais elevados que o Ca.

O excesso de magnésio no solo pode ocorrer quando a gênese desse é influenciada pela serpentina e ou pela água subterrânea (PADILHA, 2002). A última premissa provavelmente é o caso da região. Em outras florestas estudadas na Ilha do Mel, BRITZ (1997) e PIRES (2000) concluíram que a maior parte do Ca e Mg presentes no solo eram oriundos da matéria orgânica e de minerais que constituem a areia, como a turmalina e a hornblenda.

O lençol freático deve ser a principal entrada de Mg no solo da área, uma vez que o material de origem dos solos é areia de deposição marinha.

Os valores de potássio apresentaram-se distintos para o primeiro e segundo blocos e estão dentro dos padrões esperados para solos orgânicos. Os teores de Na apresentam-se relativamente altos, no entanto outros ORGANOSSOLOS amostrados no litoral do Paraná e Santa

---

<sup>4</sup> LUCAS, R. E. & DAVIS, J. F. Relationships between pH values of organic soil and availabilities of 12 plantnutrients. Michigan State University, p. 177-182, jan/1961.

Catarina (tabela 2) alcançaram valores maiores que o amostrado, conferindo o caráter solódico a uma parte dos mesmos (saturação por sódio entre 6 e 15 %).

TABELA 02 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE ORGANOSSOLOS NO BRASIL.

Parâmetros	Autor/ano					
	GALVÃO e VAHL (1996)	GALVÃO e VAHL (1996)	GALVÃO e VAHL (1996)	RACHAWAL e CURCIO (2001)	RACHAWAL e CURCIO (2001)	RACHAWAL e CURCIO (2001)
pH*	4,26	3,84	4,57	5.1	4.1	6.1
Ca <sup>++</sup>	32,65	4,04	30,64	2.9	7.3	14.9
Mg <sup>++</sup>	54,97	3,03	62,55	14%	43%	80%
K <sup>+</sup>	0,47	0,32	2,52	4.5	11.6	13.0
Na <sup>+</sup>	0,87	0,63	17,78	4.1	17	31.9
Al <sup>+++</sup>	6,16	13,69	1,89	26%	19%	0%
CTC	198,87	94,76	161,18	278	486	499
P	ND	ND	ND	23	46	95
V%	45	08	70	19	30	55
M%	06	06	02	33	12 <sup>†</sup>	0
C	ND	ND	ND	157.1	430.0	208.1
M.O.	ND	ND	ND	ND	ND	ND
T/Na				1	≥1	6

\* pH determinado em água; Valores em cmol/ Dcm<sup>3</sup>; P em mg/ Dcm<sup>3</sup>

RACHAWAL e CURCIO (2001) K e Na em g.dcm<sup>3</sup>, Al e Mg em %.

Os valores de Na como os de K, *diferiram* estatisticamente entre os blocos, esta diferença tem pode Ter influenciado no número de caxetas, que é superior no bloco antes do matacão em relação ao depois do matacão. Também os teores de Na e K, principalmente Na que são superiores nas folhas da caxeta em relação ao guanandi, confere ao bloco antes do matacão, um aporte de nutrientes que retornam ao solo via *serapilheira* produzida maior em Na e K. Outra resposta pode estar vinculada ao lençol freático, que possivelmente encontra-se em um nível mais alto antes do matacão, propiciando teores mais altos de K e Na nas camadas mais próximas da superfície.

Os teores de fósforo encontrados estão dentro dos esperados para solos orgânicos (OLEYNIK, 1980) e abaixo dos mostrados na tabela 2. A grande variação de teores de fósforo e outros nutrientes verificados na literatura (Tabela2), esta vinculada à gênese destes solos, intimamente relacionada com a água de formação e o material orgânico depositado. O pH e demais íons também podem interferir na disponibilidade deste.

A CTC (T) e o V%, estão dentro dos valores da literatura, e são consideradas entre baixas e médias, quando o *parâmetro de discussão é a fertilidade* (MELLO et al., 1985), embora esse solo apresente uma disponibilidade de nutrientes considerável, oriunda tanto do complexo sortivo como provavelmente da água de inundação, o alto poder tampão, alta acidez e a exposição à inundação durante boa parte do ano, são fatores restritivos para a ocupação de espécies vegetais.

A Matéria orgânica (M.O) e o carbono orgânico (C) determinados, apresentam valores dentro dos padrões para solos orgânico, sendo que a M. O. determinou o caráter de *mésico* ao solo amostrado.

Os resultados encontrados para o horizonte O e A do ESPODOSSOLO hidromórfico são semelhantes aos observados por BRITZ et al. (1994) em outra área da estação Ecológica da Ilha do mel, também sob condições de hidromorfia e com vegetação denominada Restinga Alta.

## 5.2 Deposição Estacional da Serapilheira.

A produção total de serapilheira, folhas totais, galhos, elementos reprodutivos e miscelânea não apresentaram diferença significativa entre os dois blocos analisados, porém na deposição por espécie foram verificadas diferenças e portanto o delineamento de blocos foi respeitado.

### 5.2.1 Deposição da serapilheira total

A média de serapilheira produzida para os anos de 2001 e 2002 (figura 5), foi respectivamente de 6998 e 7354 Kg.ha<sup>-1</sup>, valores que estão dentro dos padrões esperados para este tipo de floresta nesta latitude (25<sup>o</sup>) segundo BRAY e GHORAN (1964). A latitude não é a única variável a influenciar a deposição de serapilheira, diferentes ecossistemas respondem com deposições variadas conforme suas particularidades (PIRES 2000), fatores edáficos, presença de espécies pioneiras e a poluição atmosférica são alguns exemplos de variáveis que interferem na produção de serapilheira (DOMINGOS et al., 2000).

A variação encontrada entre os anos era esperada, embora tenha sido pequena e comparável a de outros trabalhos realizados em planícies costeiras, como os de BRITZ (1996) e PINTO (2001). Segundo PAGANO (1985), uma floresta pode variar em até 3 toneladas por hectare, de um ano para outro.

As maiores quantidades de serapilheira total (913,72 e 1002,15 Kg.ha<sup>-1</sup>, valores médios dos blocos) foram depositadas durante o verão (figura 5), e as menores taxas durante o outono (355,29 e 361,29 Kg.ha<sup>-1</sup>, valores médios dos blocos).

Embora não exista uma produção sazonal evidente, como nas florestas estacionais decíduas do sul do Brasil, onde a produção de serapilheira está relacionada ao estresse hídrico (KÖNIG, et al., 2002), ou como nas estacionais semidecíduas (MARTINS e RODRIGUES, 1999) onde a sazonalidade não é tão evidente, a deposição de serapilheira na Ombrófila Densa de Terras Baixas ocorre durante os meses mais quentes e chuvosos do ano.

A maior deposição nas estações de maior fotoperíodo e pluviosidade (primavera e verão), foram constatadas em vários trabalhos desenvolvidos em Floresta Atlântica (tabela 03). Provavelmente este fenômeno está vinculado, a uma eficiência fotossintética maior das

árvores, devido a uma substituição gradativa de folhas, (LEITÃO FILHO et al., 1993), o que se reflete em uma síntese quase constante de moléculas energéticas, decorrentes das reações pertencentes a fase clara ou luminosa da fotossíntese (ALBERTS, 1997), outro fator, é a economia energética, gerada pela translocação gradativa dos nutrientes ditos móveis das folhas senescentes para as jovens.

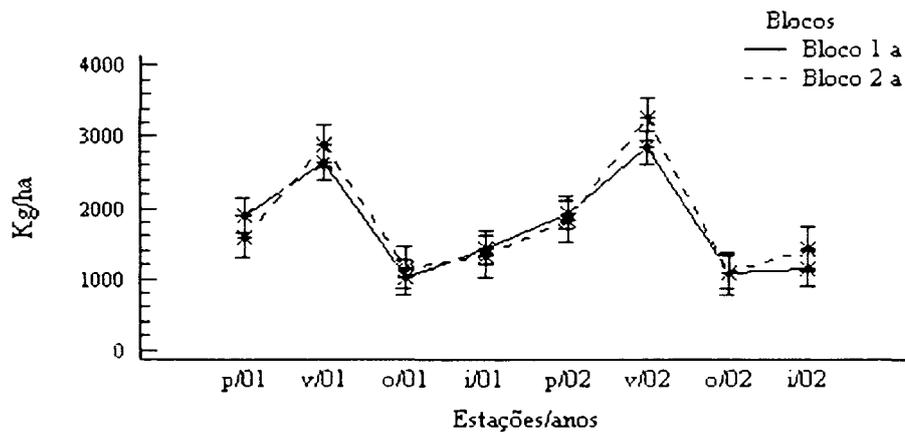


FIGURA 5 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DE SERAPILHEIRA PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Blocos seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Fisher LSD a 5% de significância.

### 5.2.2 Deposição das frações da serapilheira

As frações da serapilheira apresentaram a seguinte ordem decrescente de deposição: folhas na figura 6 (73%) > galhos (15%) > elementos reprodutivos (6%) > miscelânea (6%). Esta ordem é comum na literatura (tabela 03).

A ordem decrescente observada, não apresenta grandes variações para diferentes tipos de florestas (CARPANEZZI, 1980). O que se verifica é uma produção maior de galhos, porém não maior que a fração folhas em florestas em estágio seral avançado (PINTO, 2001). LOPEZ *no prelo*, no estudo realizado em área de caxetal as margens do Guaraguaçu PR., a fração elementos reprodutivos excedeu o valor da fração galhos.

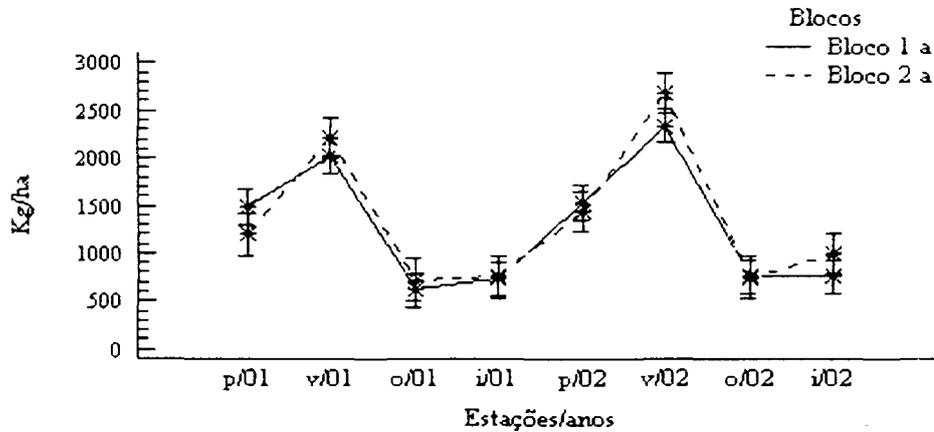


FIGURA 6 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DE FOLHAS DA SERAPILHEIRA PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Blocos seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Fisher LSD a 5% de significância.

Os galhos ou ramos, foram a segunda maior fração da serapilheira total. A massa individual dos elementos desta parte da serapilheira em geral, foi maior que as demais frações. Na estação mais fria (inverno) os galhos alcançaram o seu maior valor durante todo o período amostrado. A variância dos ramos nas estações e em cada coletor durante as estações foi alta, fato comum quando comparado a outros trabalhos. (DELITTI, 1984; LUIZÃO, 1982; CARPANEZZI, 1980).

A porção miscelânea apresentou os maiores valores no verão esta fração é formada por materiais diversos, que vão desde fezes de brocadores até exoesqueletos de artrópodos.

A porcentagem da fração miscelânea, esta dentro dos valores encontrados por outros autores em florestas semelhantes (Tabela 03). O aumento da miscelânea nos meses quentes e chuvosos pode estar relacionado com a presença de artrópodos que apresentam maior atividade nestes períodos (LUIZÃO 1982, LAVELLE et al., 1993) e também ao próprio aumento da serapilheira total.

TABELA 03 COMPARAÇÃO DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA E AMOSTRAGEM EM FLORESTAS NO SUL DO BRASIL.

Fonte/tipologia florestal	Solo	Folhas (%)	Ramos (%)	Elementos reprodutivos (%)	Miscelânea (%)	Total	Estação de maior deposição
Restinga Arbustiva (PIRES, 2000)	E	74,6	18	5	--	5008,23	Primavera
Restinga baixa (BRITZ, 1994)*	E	61,8	25,8	8,1	4,2	5461,01	Primavera
Restinga alta (BRITZ, 1994)*	E g	59,3	24,9	7,5	8,1	7797,07	Primavera
FODTB estágio inicial (PINTO 2001)#*	E	85,7	9,57	9,57	4,95	5013,91	Verão
FODTB estágio intermediário (PINTO 2001)#*	E	73,6	18,31	18,31	8,43	7317,28	Primavera
FODTB Estágio intermediário (PINTO 2001)#*	E	67,42	18,09	18,09	14,09	6037,39	Primavera
(Este estudo)*	O	69,73	16,83	6,10	7,24	6957,09	Verão

#Ramos flores e frutos foram reunidos em uma fração apenas.

\*Apenas o primeiro ano de estudo.

E= ESPODOSSOLO; O = ORGANOSSOLO; g = Hidromórfico, segundo EMBRAPA (1999).

FODTB = Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas

Assim como a fração galhos os elementos reprodutivos apresentaram grande variância para a amostragem, talvez devido a sazonalidade na produção de frutos e flores das espécies. Foi a fração que contribuiu em menor quantidade para a produção de serapilheira juntamente com a miscelânea. Outono foi a estação de maior deposição.

Novamente os valores são similares e estão dentro do esperado quando comparados aos estudos em outras regiões (Tabela 04), porém a estação de maior deposição (outono) não

é comum aos demais estudos. No outono há maior deposição dos frutos de *Calophyllum brasiliense* na floresta estudada, pelo menos visualmente, já que os frutos não foram quantificados por espécie, pode ter influenciado o valor alto desta fração para esta estação, embora a espécie apresente produção de frutos durante boa parte do ano em florestas similares (MARQUES, 1994). A deposição das frações variou durante as estações de amostragem (tabela 04).

TABELA 04 DEPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES FOLHAS, GALHOS, ELEMENTOS REPRODUTIVOS E MISCELÂNEA POR ESTAÇÃO, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Estação/ano	Folhas	Galhos	Elementos reprodutivos	Miscelânea
pri/01	1341,99bc	260,74ab	47,61c	87,65cd
ver/01	2119,46ab	279,74ab	119,95a	245,62a
Out/01	670,48e	236,35bc	105,09a	67,38d
inv/01	744,30cd	380,69a	145,24a	107,93bc
pri/02	1490,39bc	255,44ab	47,44bc	83,40c
ver/02	2507,49a	271,34ab	103,44a	164,73b
Out/02	749,92de	184,05bc	83,44ab	65,04d
inv/02	876,53cd	207,53bc	106,38a	95,49bcd

Números seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Fischer LSD a 5% de significância.

### 5.2.3 Deposição das folhas por espécie.

Segundo DA VINHA e PEREIRA (1983), a variação na deposição de folhas entre as espécies ocorre devido ao fato de que algumas são influenciadas por estímulos hidroperiódicos, enquanto outras a fotoperiódicos e ou termoperiódicos, sendo que a mesma espécie pode apresentar variações em um mesmo local, sob as mesmas condições.

No caso da floresta estudada, a produção de serapilheira é significativamente influenciada pela deposição do *Calophyllum brasiliense* (guanandi) que representou 40% e 60% da produção de folhas da serapilheira para os blocos 1 e 2 respectivamente, apresentando diferença significativa entre os blocos, com uma produção maior no verão (figura 7), a *Tabebuia cassinoides* (19% e 4,46%) depositou sua folhas em maior quantidade na primavera e também apresentou diferença significativa entre os blocos (Figura 7), para *Myrcia racemosa*, não foi detectada diferença significativa (3% e 2,8%) e *Marlierea reitzii* também não apresentou diferença significativa entre os blocos (2,8% e 4,02%) (figura 8).

Provavelmente a distinção da deposição de folhas das espécies *Calophyllum brasiliense*, *Tabebuia cassinoides* e *Marlierea reitzii* está relacionada com a características do solo, os maiores teores de sódio podem ter influenciado na distribuição de *Tabebuia cassinoides*, propiciando um maior número da espécie no bloco 1, segundo FOWLER et al. (1998), as sementes de *Tabebuia cassinoides* com melhor qualidade fisiológica, são encontradas em solos com maior fertilidade e teores de sódio.

O nível do lençol freático também pode ser distinto entre os blocos, ocasionando a maior distribuição de *Tabebuia cassinoides* no bloco 1, que parece ser mais alagado, em detrimento o espécies *Calophyllum brasiliense* que possui madeira mais densa que a *Tabebuia cassinoides*, supostamente encontrou melhores condições no bloco 2, por este ser menos alagado e apresentar teores menores de sódio trocável.

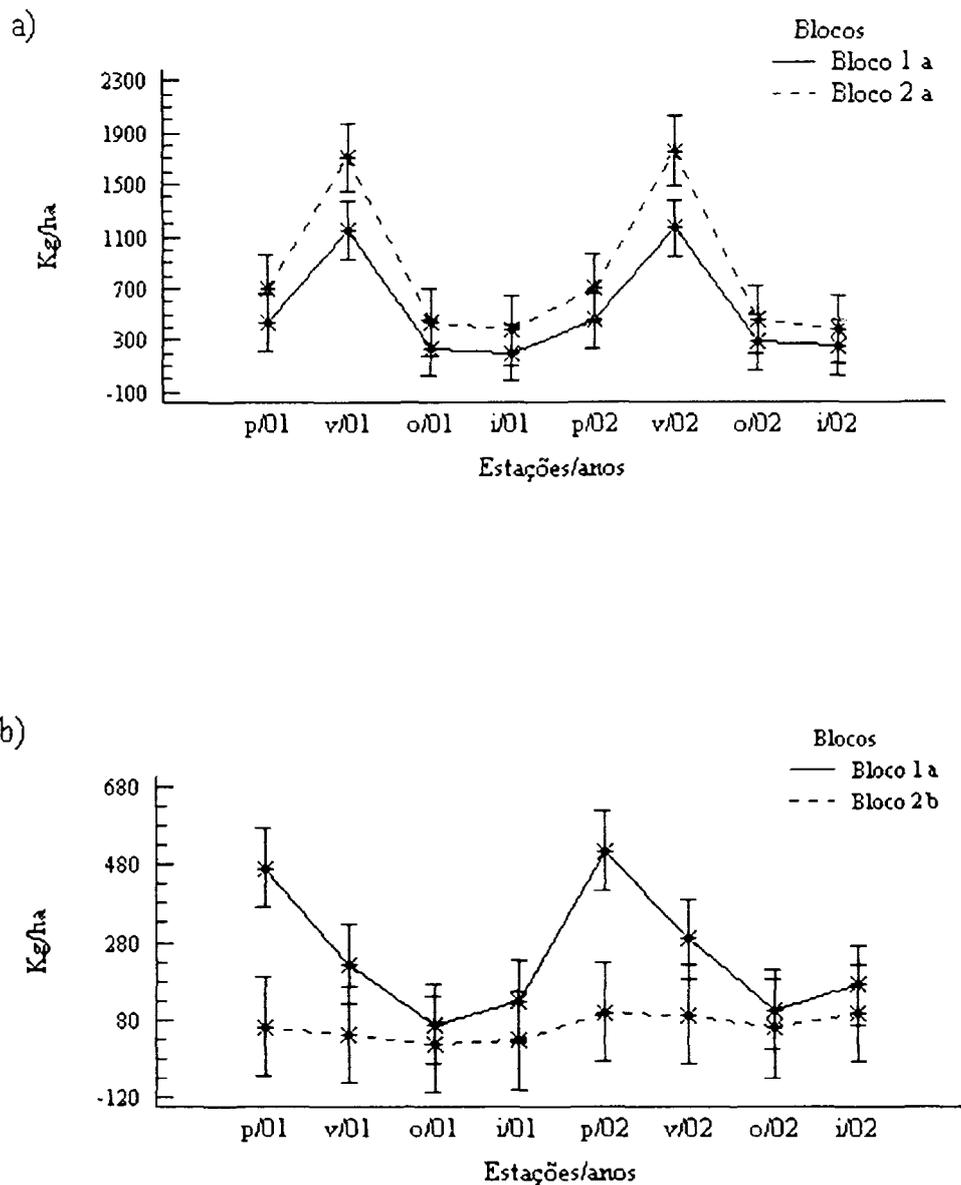


FIGURA 7 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DAS FOLHAS DO (A) *Calophyllum brasiliense* E (B) *Tabebuia cassinoides* PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Blocos seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Fischer LSD a 5% de significância.

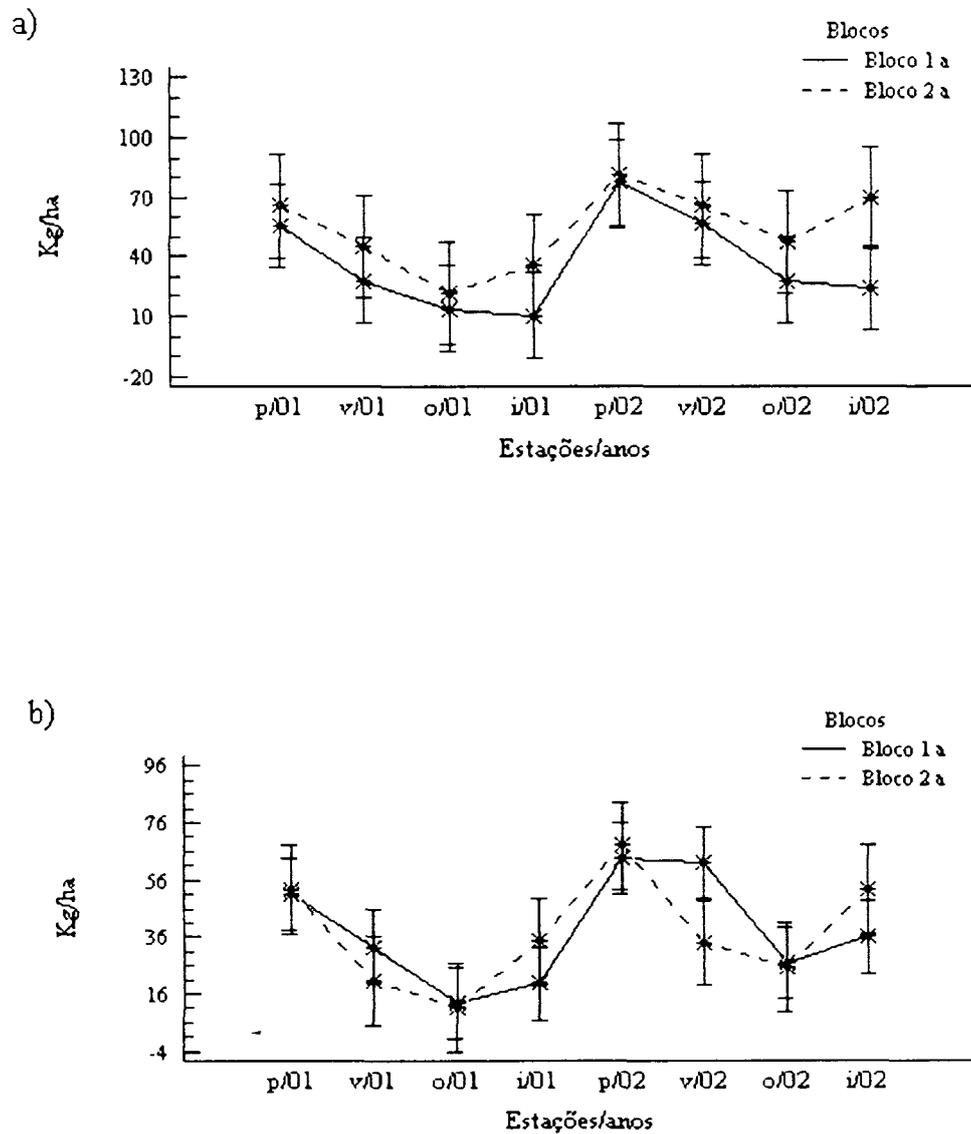


FIGURA 8 DEPOSIÇÃO ESTACIONAL DAS FOLHAS DE (A) *Marlierea reitzii* E (B) *Myrcia racemosa* PARA OS ANOS DE 2001 E 2002 EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Blocos seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Fischer LSD a 5% de significância.

### 5.3 Nutrientes na serapilheira produzida e suas frações

Os teores de macronutrientes e Na foram distintos nas diferentes frações amostradas, e algumas vezes entre os blocos (tabela 05). Tal resultado deve-se ao fato de que os nutrientes distribuem-se nas frações conforme suas funções metabólicas, que podem ser bastante específicas (SANTOS, 1989).

No caso do P, os teores na fração reprodutiva são superiores para os dois blocos, quando comparados às outras frações (tabela 05). Este comportamento é muito comum quando a literatura é consultada: CARPANEZZI (1980), BRITTEZ (1994), MORAES et al. (1999), PIRES (2000), LODHIYAL e LODHIYAL (2003).

O fósforo participa do metabolismo dos meristemas de crescimento e na ativação de enzimas, acumulando-se principalmente nos tecidos jovens de metabolismo intenso (MENGEL e KIRKBY, 1987), pois é constituinte das moléculas de preservação e transferência de energia como a uridina trifosfato (UTP) cistidina trifosfato (CTP), guanosina trifosfato (GTP) e adenosina trifosfato (ATP), também a fitina (ácido fitico ligado a sais de cálcio e magnésio) tem função de reserva de fósforo na semente, sendo a principal forma de armazenamento do nutriente nas plantas (SILVEIRA e GAVA, 2003). Para o fósforo não foi detectada diferença estatística entre os blocos amostrados.

O nitrogênio com maior teor na fração reprodutiva, esta presente em numerosos compostos estruturais e metabólicos dos vegetais, uma vez assimilado pela planta, este nutriente é incorporado a proteínas aminoácidos, enzimas e inclusive na molécula de clorofila, intervém no metabolismo de hormônios e conseqüentemente no crescimento vegetal (PADILHA, 2002). Não é raro encontrar altos teores de nitrogênio na fração reprodutiva da serapilheira, LODHIYAL e LODHIYAL (2003) também verificaram altos teores de nitrogênio nessa fração em florestas com 5, 10 e 15 anos de idade.

Não foi detectada diferença estatística entre os blocos para o nitrogênio no entanto o teor do elemento, verificado nas folhas da serapilheira do *Calophyllum brasiliense* é significativamente menor que o encontrado nas folhas da serapilheira da *Tabebuia cassinoides*, esta diferença pode estar relacionada com uma possível esclerofilia das folhas do *Calophyllum brasiliense*, segundo BOEGER e WISNIEWSKI (2003), folhas escleróticas possuem teores de N menores que não escleróticas.

TABELA 05 MÉDIAS DE DOIS ANOS DOS TEORES EM G,KG<sup>-1</sup> DE MACRONUTRIENTES MAIS SÓDIO PARA AS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA NOS DOIS BLOCOS DE UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Frações	blocos	Ca	N	Mg	K	Na	P
Galhos	Bloco 1	20,13 a	8,52 a	2,78 a	1,83 a	0,99 a	0,22 a
Galhos	Bloco 2	21,16 a	9,85 a	2,66 a	1,88 a	1,02 a	0,19 a
Elementos reprodutivos	Bloco 1	50,37 a	66,74 a	2,40 b	26,20 a	4,99 a	3,17 a
Elementos reprodutivos	Bloco 2	45,67 a	67,22 a	8,72 a	7,15 b	1,14 b	3,06 a
Miscelânea	Bloco 1	53,87 a	63,85 a	9,64 b	10,97b	5,93 a	2,67 a
Miscelânea	Bloco 2	47,55 a	59,43 a	13,73 a	26,18 a	4,78 a	2,81 a
Folhas	Bloco 2	88,16 a	41,8 a	21,08 a	15,01 a	10,12 a	1,56 a
Folhas	Bloco 1	96,68 ab	40,56 a	17,2 ab	17,35 a	8,72 a	1,26 a
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Bloco 2	83,64 a	41,8 a*	17,12 a*	14,48 a	6,2 a*	1,24 a
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Bloco 1	73,84 b*	40,56 a*	15,52 a*	14,08 a	7,32 a*	1,28 a
<i>Tabebuia cassinoides</i>	Bloco 2	87,08 a	57,96 a*	28,84 a*	15,02 a	13,32 a*	1,76 a
<i>Tabebuia cassinoides</i>	Bloco 1	88,20 a*	53,16 a*	25,68 a*	13,20 a	13,40 a*	1,80 a

médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente para o teste de Fisher LSD à 5% de significância entre os blocos.

\* Diferença de teores entre espécies

Embora não participe da estrutura de compostos orgânicos (quando muito está fracamente ligado na forma de ligação iônica simples), o K tem importantes funções, entre elas a de atuar nas regulações osmótica e iônica. Além de estar envolvido na manutenção do estado da água na planta, na pressão de turgescência das células e na abertura e fechamento dos estômatos, age também como cofator ou ativador de muitas enzimas do metabolismo protéico e de carboidratos (EPSTEIN, 1975).

A presença deste elemento em maior quantidade na fração reprodutiva já foi verificada na literatura BRITZ (1994), MORAES et al., (1999), LODHIYAL e LODHIYAL (2003), o

metabólicas, acima descritas, entre tanto é altamente lixiviável, o que resulta na depreciação de seus teores nas folhas da serapilheira, devido à alta pluviosidade verificada na região de estudo.

Os teores maiores de potássio verificados para a fração reprodutiva, referente ao bloco 1, podem ser explicados mediante a possível acumulação do potássio pela fração reprodutiva da caxeta e em contra partida a baixa acumulação deste elemento nos frutos de *Calophyllum brasiliense*, propiciando assim diferenças entre os blocos, tão evidentes, que para o bloco 2 (depois do matacão) o potássio sequer alcançou maior valor na fração reprodutiva, sendo que no bloco 2, seus maiores teores são referentes à fração miscelânea.

O Na apresentou seus maiores valores na fração folhas, apontando diferenças comprovadas estatisticamente para os teores de, folhas, miscelânea e elementos reprodutivos, entre blocos, sendo o bloco 1, o que apresentou maiores teores de Na. Os valores de sódio trocável no solo do bloco 1, também são maiores que no bloco 2, fato que pode explicar a diferença estatisticamente comprovada entre os teores observados.

A diferença estatística entre os teores de sódio para as folhas da serapilheira da *Tabebuia cassinoides* em relação ao *Calophyllum brasiliense* também foi detectada, sendo os teores de sódio verificados na *Tabebuia cassinoides* altos.

Segundo MARSCHNER (1995) existem 4 tipos gerais de comportamentos dos vegetais não halófitos em relação ao Na: O primeiro grupo corresponde aos vegetais que apresentam resposta positiva para o crescimento em doses altas de Na, e que na presença de K não responderiam com tal vigor, o segundo tipo estaria vinculado a vegetais que respondem bem ao incremento de Na mas, de forma sensível e apresentam decréscimo na absorção de potássio, no terceiro tipo a resposta ao Na é negativa e a absorção de potássio é reduzida e no último grupo a resposta ao Na é drasticamente negativa.

PINTO (2001) também verificou concentrações elevadas deste cátion, nas folhas vivas de espécies arbóreas em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, observando que os teores de sódio caem conforme avança o estádio sucessional.

O sódio tem apresentado teores consideráveis, principalmente em Floresta Atlântica, e a sua função nos vegetais parece estar relacionada com a turgescência celular PINTO (2001). A semelhança entre as características químicas dos elementos Na e K, é considerável já que ambos são metais alcalinos, dessa forma alguns autores sugerem que o sódio pode efetuar

uma pequena parte das funções realizadas pelo potássio, como a regulação osmótica, porém não com tanta eficiência.

Os teores de sódio verificados são altos, principalmente na *Tabebuia cassinoides*, o que sugere uma tolerância ao íon, sendo que a espécie já foi verificada em solos com caráter solódico KUNIYOSHI (1993), onde se espera teores maiores do nutriente na folha, indicados principalmente pela anatomia das mesmas (folhas com grande espessura). Esta situação não afetou o desenvolvimento do caxetal segundo ZILLER (1992), porém a tolerância não é tão grande como nas espécies de manguezal, a autora ainda ressalta que pesquisas nesse sentido, ou de outros fatores que possam interferir naqueles resultados, ainda não foram efetuadas, sendo prematuras conjecturas a respeito

Os teores de sódio verificados nas folhas da serapilheira da espécie, no verão de 2002 são similares aos encontrados nas folhas vivas de espécies de manguezal: caxeta 8500 ppm e mangue segundo GOLLEY (1975) 8310 ppm. andar inferior; 9800 ppm. andar superior e 19.100 ppm. na serapilheira.

É provável que a caxeta venha a se enquadrar no primeiro item de não halófitos, proposto por MARSCHNER (1995). Embora a caxeta não possua glândulas para excreção de sal, como as espécies encontradas em manguezal e chamadas halófitas, a espécie parece apresentar boa tolerância a este íon, acumulando o cátion pelo menos na serapilheira. As possíveis funções metabólicas que o sódio pode realizar na caxeta, se é que existem, ainda dependem de pesquisas.

Os maiores teores de cálcio foram verificados nas folhas, como esse elemento participa na manutenção da integridade celular, (o pectato de cálcio da lamela média atua como cimento entre uma célula e outra, sendo depositado durante a citocinese) na permeabilidade da membrana, na germinação e na atividade de enzimas (geralmente em conjunto com a calmodulina) relacionadas à mitose e alongamento celular, sendo inclusive importante para a síntese protéica e para a transferência de carboidratos, é justificável sua concentração alta nas folhas e também nos galhos.

O cálcio também pode ser encontrado nos vacúolos celulares como oxalato de cálcio, apresentando assim uma proteção do vegetal contra herbívoros (BOEGER e WISNIEWSKI, 2003).

É um elemento geralmente imóvel na planta, e seu alto teor nas folhas da serapilheira pode buscar justificativa nessa premissa, pois o elemento segue o fluxo de transpiração da

água, portanto, não se move rapidamente para órgãos com baixa taxa de transpiração como frutos, brotos e folhas que se expandem rapidamente. Existem exceções quanto a sua imobilidade, entre elas esta a *Guapirira oppositifolia* (maria mole), espécie comum em restingas e encontrada na Ilha do Mel (PIRES, 2000).

Embora os teores verificados sejam altos, o conteúdo de Ca nas plantas é muito variável, ocorrendo teores desde 2 g/Kg a 50 g/Kg de matéria seca, sendo suficiente de 3 g/Kg a 30 g/Kg de matéria seca para a maioria das culturas vegetais (PADILHA, 2002).

Os teores de cálcio nas folhas da serapilheira do *Calophyllum brasiliense* foram distintos estatisticamente entre os blocos, sendo o menor valor referente ao bloco 1. Também foi verificada diferença estatística nos teores entre as espécies. Os teores de magnésio encontrados nas frações foram inferiores aos do Ca, embora sua disponibilidade no solo seja maior, pois o magnésio trocável a nível radicular é absorvido em menor proporção que o cálcio, sendo que as quantidades desse elemento utilizadas pelas plantas, são normalmente menores que a de cálcio e potássio. (PADILHA, 2002).

Do magnésio encontrado nas plantas, 10% está concentrado nos cloroplastos, portanto uma das funções mais importantes desse elemento na planta é a síntese da molécula de clorofila (MARSCHNER, 1995), nenhum outro elemento pode substituir o Mg nesta síntese, mesmo o Fe que é necessário para a formação da molécula, embora não seja seu constituinte, este fato pode explicar porque os maiores teores de magnésio foram encontrados na fração folhas, além disso, o Mg é um grande ativador de enzimas, (EPSTEIN, 1975), está incorporado na planta como íon dissolvido e adsorvido, ligado em complexos orgânicos, na clorofila e pectatos, (parede celular) também como componente de enzimas e ribossomos (LARCHER, 1986).

As diferenças estatisticamente comprovadas para os teores bienais de Mg nas frações miscelânea, elementos reprodutivos e folhas, podem estar vinculadas à diferença no número de indivíduos de guanandi e caxeta entre os blocos. Outro fato, seria a proximidade do bloco 1 em relação ao mar maior que o bloco 2, já que o Mg é borrifado do oceano para a vegetação (BRITZ, 1994).

#### 5.4 Quantidades de Macronutrientes e Na que retornam ao solo via serapilheira produzida e frações.

Os nutrientes amostrados na serapilheira total (tabela 06) apresentaram a seguinte ordem:  $Ca > N > Mg > K > Na > P$ , este resultado é comum em restingas (MORAES et al., 1999) e em florestas inundáveis da Amazônia, segundo KLINGE (1985) uma das diferenças mais notáveis entre as florestas de várzea, igapó e florestas de terra firme, é justamente as concentrações de Ca e N. Enquanto a proporção de nitrogênio é consideravelmente menor em todas as frações da biomassa do que nas florestas de terra firme e igapó, com o cálcio se dá o inverso, sendo que também há uma porção nitidamente elevada de Na nas folhas das florestas de terra firme e igapó. Para o Na na floresta estudada, a comparação com formações na Amazônia não apresenta relação.

Os valores de Na encontrados neste estudo, são superiores às verificadas por PINTO (2001), na Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, cuja nenhuma das formações florestais esta submetida à inundação, e aos encontrados por MORAES et al., (1999) em Restinga e Floresta Atlântica de encosta.

As quantidades de macronutrientes assim como a produção de serapilheira varia conforme fatores edáficos, climáticos, demanda nutricional das espécies vegetais, estado seral (PINTO, 2001) entre outros fatores abióticos e bióticos.

O Na em floresta Atlântica, apresenta grande entrada no sistema, devido à proximidade das formações com o oceano, sendo um elemento caracteristicamente de origem atmosférica (MARQUES et al., 1998). Na floresta estudada, os teores de sódio disponível no solo são altos, este fato também pode justificar a alta concentração verificada na serapilheira total.

Outros trabalhos realizados em florestas de restinga, também encontraram a ordem  $Ca > N > Mg > K > Na > P$ , entre eles MORAES et al., (1999) e PIRES (2000).

Embora a contribuição dos macronutrientes seja diferente entre trabalhos (tabela 07) é comum que o N apresente as maiores quantidades. A maior contribuição de Ca verificada no presente estudo, pode ser atribuída a sua concentração no solo, que embora inferiores as de Mg, são consideráveis bem como a presença de canais específicos para o Ca nas raízes (MARSCHNER, 1995), associado a uma entrada deste nutriente via aerosol encontrada por BRITTEZ (1994), em outras duas florestas da Ilha, próximas a essa (2 a 4 Km) podem justificar os altos teores encontrados na serapilheira. Também a grande quantidade de raízes

finas, não suberizadas, que são as grandes responsáveis pela absorção de nutrientes, principalmente de Ca.

TABELA 06 QUANTIDADES DE MACRONUTRIENTES E NA PRESENTES NA SERAPILHEIRA TOTAL E FRAÇÕES EM  $\text{KG.HA}^{-1}$  MEDIA DE DOIS ANOS, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DA TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL, PR.

	Bloco 1						Somatório	Somatório menos Na
	Ca	N	Mg	K	Na	P		
Folhas	108,392	53,978	26,339	17,969	13,258	1,970	221,904	208,646 *
Galhos	6,498	2,734	0,920	0,580	0,298	0,067	11,097	10,799
Elementos reprodutivos	1,296	2,155	0,308	0,926	0,150	0,105	4,940	4,790
Miscelânea	2,161	2,332	0,522	0,346	0,164	0,094	5,620	5,456
<b>Serapilheira total</b>	<b>118,347*</b>	<b>61,198</b>	<b>28,089</b>	<b>19,821</b>	<b>13,870</b>	<b>2,236</b>	<b>243,561*</b>	<b>229,691*</b>
	Bloco 2						Somatório	Somatório menos Na
	Ca	N	Mg	K	Na	P		
Folhas	119,998	55,661	23,305	21,695	11,488	1,550	233,696	222,208 *
Galhos	7,250	3,415	0,950	0,635	0,331	0,072	12,653	12,322
Elementos Reprodutivos	1,308	1,925	0,251	0,725	0,128	0,128	4,463	4,335
Miscelânea	2,120	2,679	0,600	0,547	0,198	0,116	6,261	6,063
<b>Serapilheira total</b>	<b>130,675*</b>	<b>63,680</b>	<b>25,106</b>	<b>23,602</b>	<b>12,144</b>	<b>1,866</b>	<b>257,073*</b>	<b>244,929*</b>

\* Blocos diferem estatisticamente pelo teste de Fisher, LSD à 5% de significância.

O somatório de N, Ca, Mg, K e P depositados no solo pela serapilheira é utilizado por vários autores como índice comparativo entre diferentes ecossistemas (BRITZ, 1994; MORAES et al., 1999; PIRES, 2000).

trabalhos efetuados na Ilha do Mel, acima das formações de Cerrado, um pouco acima da Floresta Atlântica de Encosta, abaixo dos verificados em Florestas Estacionais Semideciduais e similar aos valores de Floresta Amazônica, estando abaixo do valor encontrado por CARPANEZZI (1980) em Floresta Riparia e acima do encontrado por DELITTI (1984), também em Floresta Riparia.

Embora os valores encontrados sejam semelhantes à Floresta Amazônica para os dois blocos de floresta amostrados, a taxa de decomposição verificada nesse estudo (0,68) é muito inferior a encontrada naquelas florestas (acima de 1), onde a serapilheira possui quantidades de nutrientes maiores que as disponíveis no solo e a taxa de decomposição é tão veloz, que quando lagos da região foram amostrados, concluiu-se que grande parte dos nutrientes retornava a vegetação sem sofrer lixiviação (BRINKMANN & SANTOS 1971).

No caso da floresta estuda a concentração de nutrientes que retornam ao solo via serapilheira produzida, esta relacionada com a própria fertilidade do solo, que como descrito anteriormente, possui uma disponibilidade boa de nutrientes para os vegetais, sendo que suas restrições mais sérias, devem-se ao alto poder tampão e ao comportamento fluido do solo, que são em geral restritivos para espécies vegetais.

A fração folhas foi preponderante na quantidade de todos os nutrientes amostrados, sendo que a transferência sazonal dos elementos segue a mesma tendência da produção da serapilheira, com maior valor no verão para o bloco 1 e 2, refletindo a importância da separação da serapilheira por espécie, onde a diferença entre a eficiência relativa das espécies estudadas apontou diferenças ainda que sensíveis, entre os blocos amostrados.

TABELA 07 CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES EM KG.HA<sup>-1</sup>.ANO<sup>-1</sup>, EM  
FORMAÇÕES FLORESTAIS BRASILEIRAS.

Autor/ano/Floresta	N	P	K	Ca	Mg	Σ
Floresta Amazônica						
KLINGE e RODRIGUES (1968b)	106	2	13	18	13	152
KLINGE (1977)	156	4	17	33	27	237
SCOTT et al. (1992)	118	7	48	64	24	261
Estacional Semidecidual	198	7	48	149	27	429
PAGANO (1989)	203	6	43,5	109	24	386
DINIZ et al. (1997)	230	7	82	210	30	559
Floresta Riparia e Cerrado (respectivamente)						
CARPANEZZI (1980)	202	11	72	240	31	556
DELITTI (1984)	107	4	29	51	17	208
DELITTI (1984)	42	2	10	20	6	80
Floresta Atlântica de encosta						
LEITÃO FILHO et al. (1993) jovem	128	3	14	56	13	214
LEITÃO FILHO et al. (1993) madura	98	2	11	30	9	150
MORAES et al., (1999)	102	4	21	60	19	206
Floresta de Restinga						
BRITEZ (1994) Restinga alta	39	1	17	35	13	105
BRITEZ (1994) Restinga baixa	82	2	28	51	18	181
MORAES et al., (1999)	28	1	7	30	11	77
PIRES (2000)	57	4	12	65	16	155
Esse estudo (Bloco 1)	61	2	20	118	28	229
Esse estudo (Bloco 2)	64	2	23	131	25	245

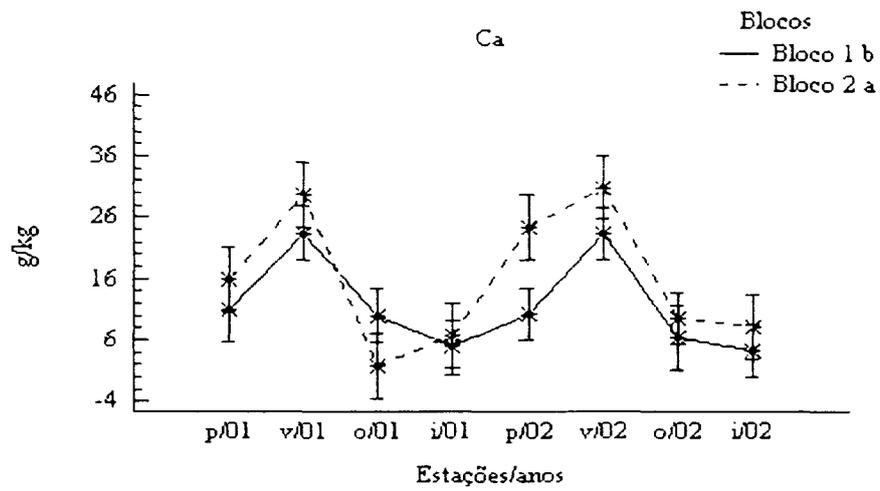
#### 5.4.1 Quantidades de macronutrientes e Na que retornam ao solo via *Calophyllum brasiliense* e *Tabebuia cassinoides*.

O *Calophyllum brasiliense* apresentou a seguinte ordem:  $Ca > N > Mg > K > Na > P$ , com diferenças significantes nas quantidades em  $Kg \cdot ha^{-1} \cdot ano$ , entre os blocos para todos os nutrientes amostrados (figura 09). Fato relacionado a produção de serapilheira distinta da espécie entre os dois blocos.

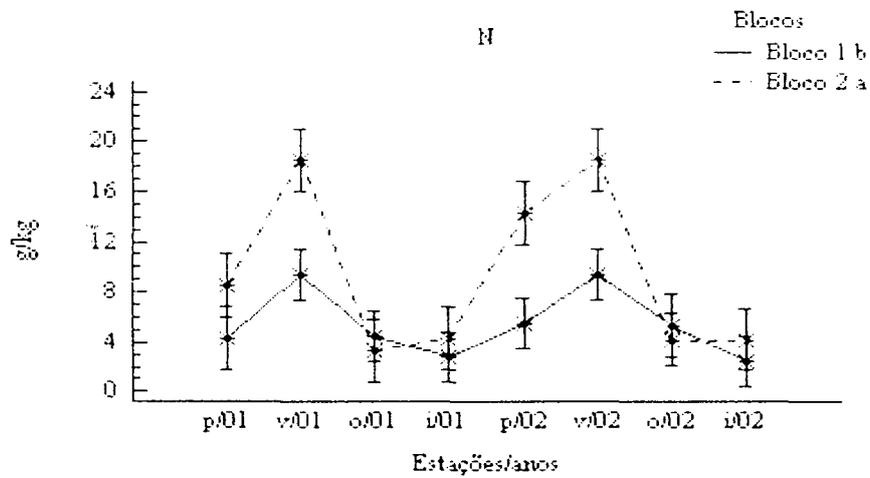
A *Tabebuia cassinoides* obteve a seguinte amostragem:  $Ca > N > Mg > K \cong Na > P$ , também com diferenças significantes nas quantidades em  $Kg \cdot ha^{-1} \cdot ano$ , entre os blocos (figura 10). A justificativa efetuada para o *Calophyllum brasiliense* é válida para a caxeta.

Provavelmente, o número superior de indivíduos de *Tabebuia cassinoides* no bloco 1, deve-se ao favorecimento na germinação e no vigor de suas sementes em solos com boa disponibilidade de P, Ca e Mg, mesmo com altos teores de Na trocável no solo (FOWLER et al., 1998). Para esse estudo, a última premissa, deve ser a responsável.

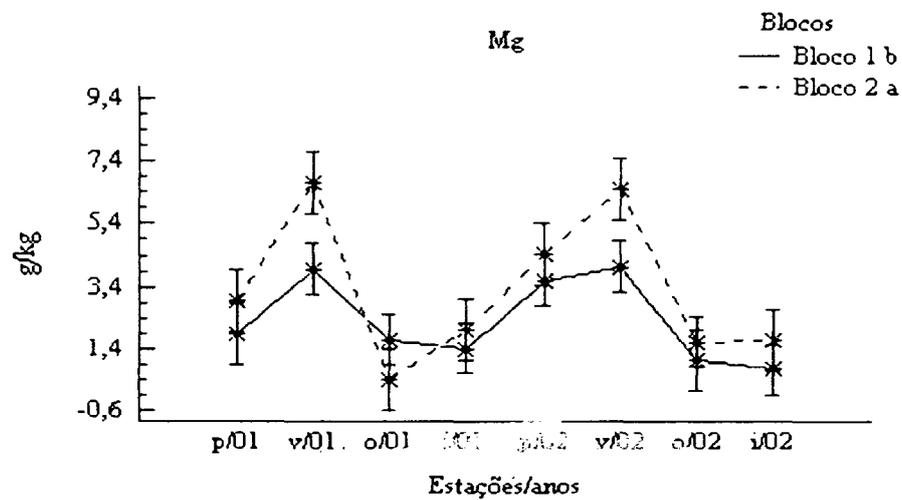
a)



b)



c)



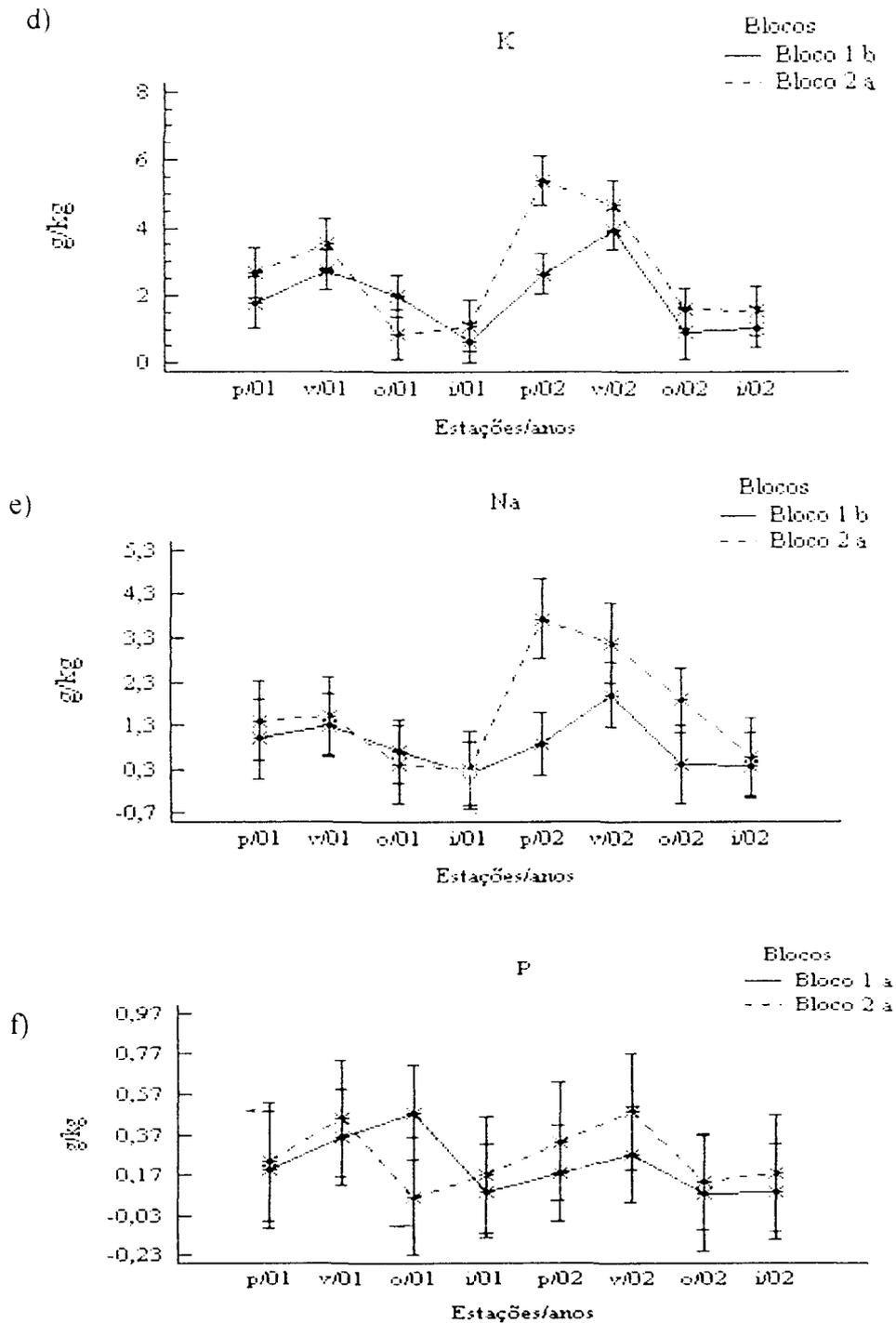
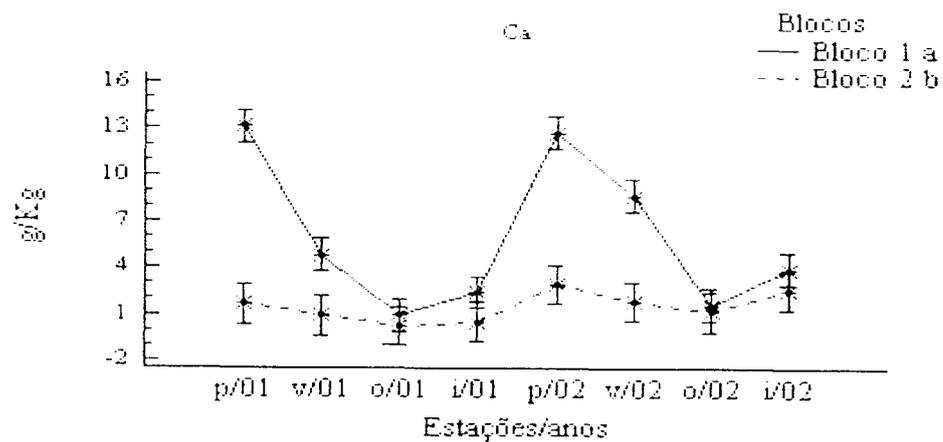


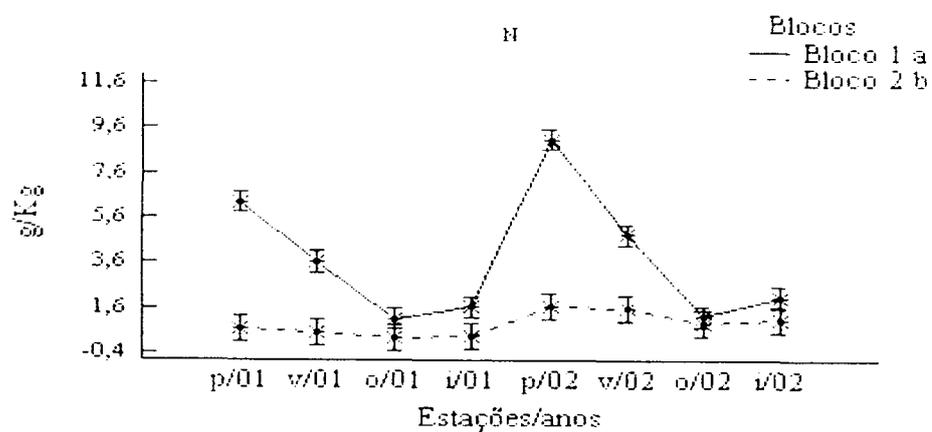
FIGURA 09 QUANTIDADES QUE RETORNAM DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO VIA FOLHAS DA SERAPILHEIRA DO *CALOPHYLLUM BRASILIENSE* EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ILHA DO MEL PR.

Blocos seguidos da mesma letra apresentam quantidades anuais estatisticamente iguais pelo teste Fischer LSD à 5% de significância.

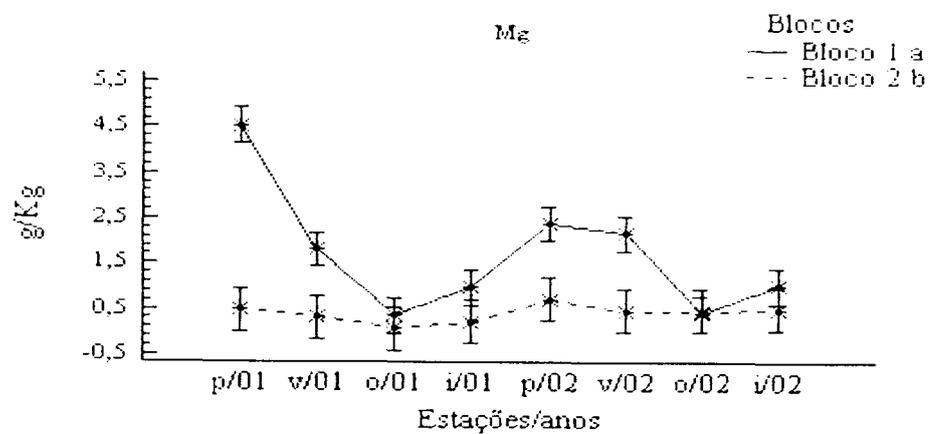
a)



b)



c)



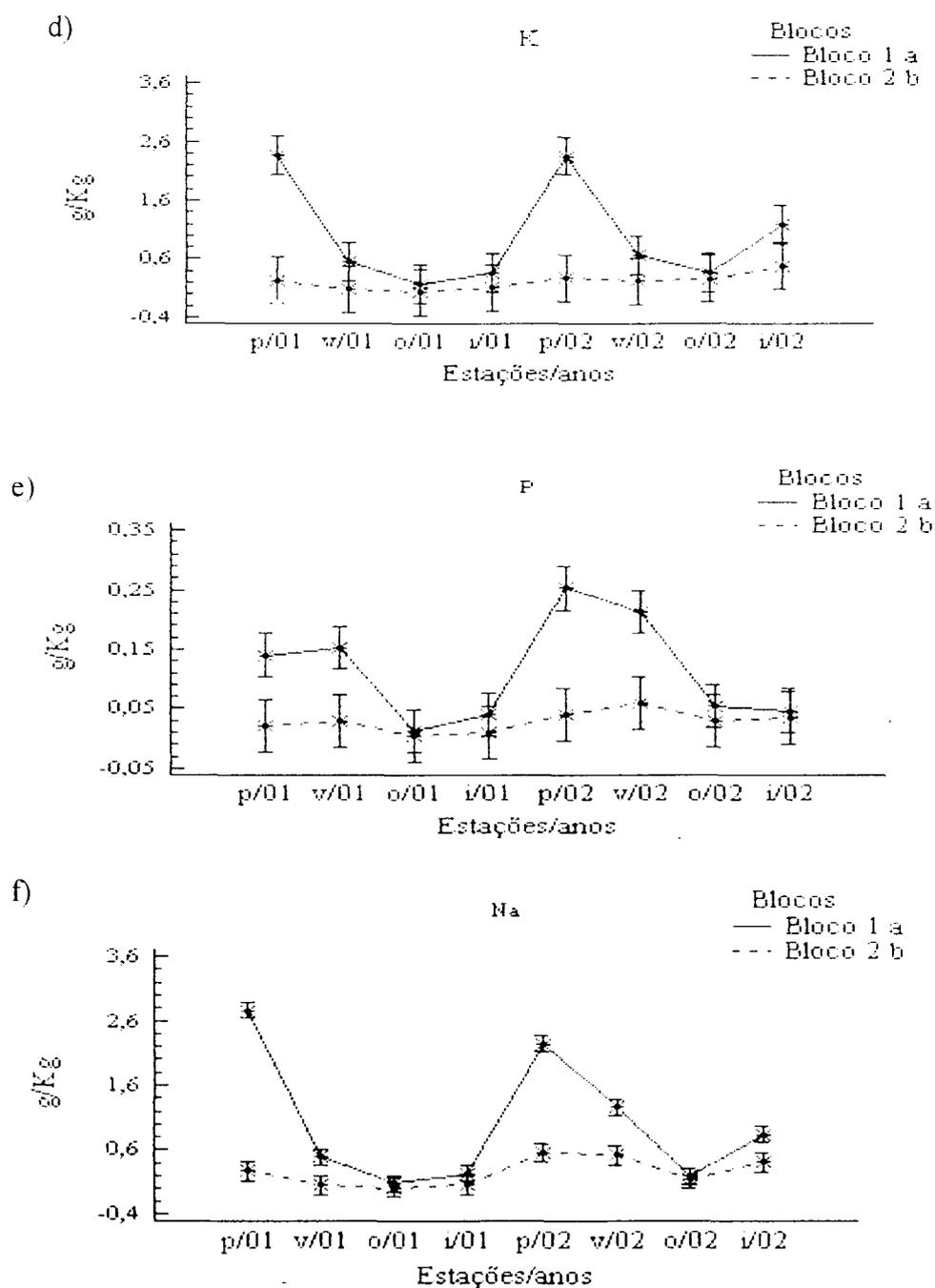


FIGURA 10 QUANTIDADES QUE RETORNAM DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO VIA FOLHAS DA SERAPILHEIRA DA *TABEBUIA CASSINOIDES* EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ILHA DO MEL PR.

Blocos seguidos da mesma letra apresentam quantidades anuais estatisticamente iguais pelo teste Fischer LSD à 5% de significância.

## 5.5 Decomposição da Serapilheira

### 5.5.1 Serapilheira acumulada

A serapilheira acumulada alcançou o valor de 10.167,63 Kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Não foi detectada diferença entre as estações (figura 11), A decomposição de serapilheira pelo compartimento da serapilheira acumulada foi igual a 0,68 (média para os dois anos de amostragem), as taxas por estação são apresentadas na figura 12.

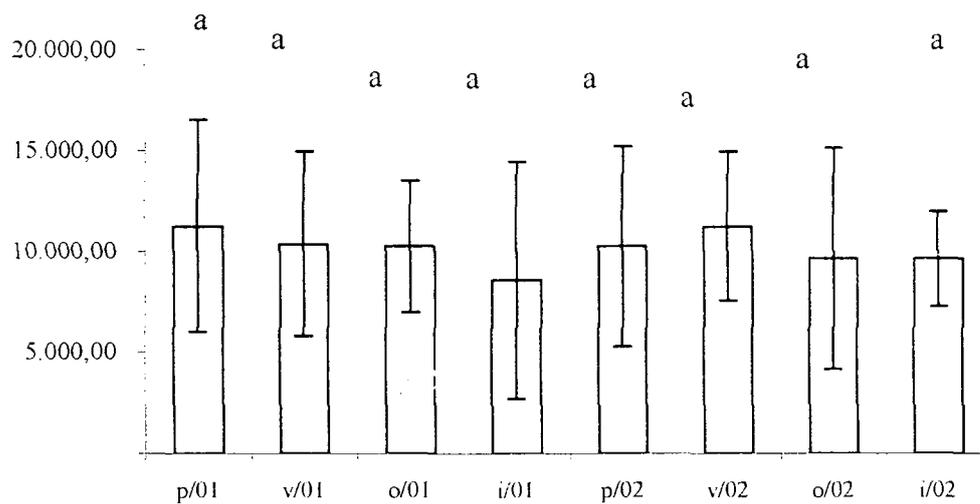


FIGURA 11 VALORES DE SERAPILHEIRA ACUMULADA PARA AS ESTAÇÕES DURANTE OS ANOS DE 2001 E 2002, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Fischer LSD a 5% de significância

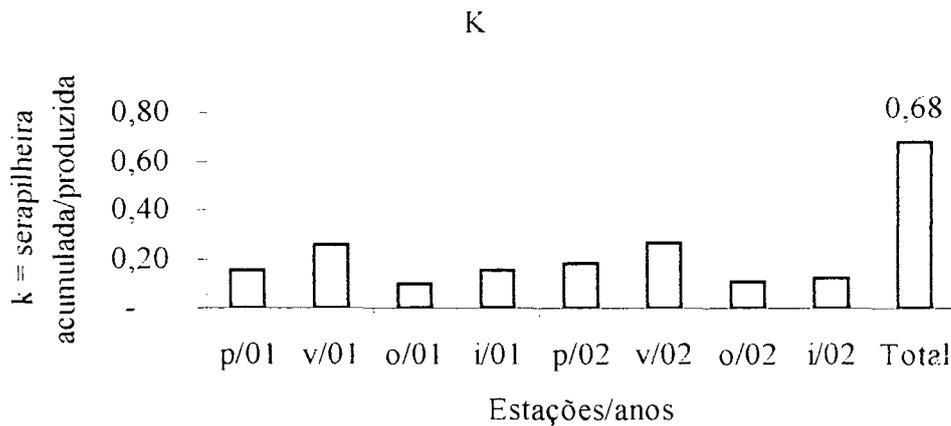


FIGURA 12 VALORES ESTACIONAIS DA CONSTANTE DE DECOMPOSIÇÃO (K) ESTIMADA PELO MODELO LINEAR, EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR.

A decomposição nas parcelas com inclusão de ESPODOSSOLO não foram separadas, e a amostragem não foi bloqueada como nas amostragens anteriores, provavelmente a serapilheira acumulada nas inclusões de ESPODOSSOLO apresentaram um valor inferior à do Orgânico. Este fator pode ter interferido na taxa de decomposição verificada, no entanto o valor encontrado é comparável ao estimado em outros trabalhos efetuados em floresta similares a estudada (tabela 08). Talvez o tempo de amostragem (2 anos) e a pequena quantidade de inclusões do espódico, tenham diluído o erro de amostragem.

Todavia, os altos desvios padrões apresentados na figura 11, devem-se particularmente ao microrelevo do local amostrado, onde a concentração de raízes formam “armadilhas”, que retêm a serapilheira, as inclusões de ESPODOSOLO também representam fonte de variação importante no desvio padrão encontrado.

TABELA 08 VALORES DE TAXAS DE DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA ESTIMADAS PELO MODELO LINEAR E ESTOQUE DE SERAPILHEIRA ACUMULADA.

Fonte	Restinga Arbustiva (PIRES, 2000)	Restinga Baixa (BRITEZ e PIRES) 2001)	Restinga Alta (BRITEZ e PIRES) 2001)	(Este estudo) Floresta Ombrófila Densa das terras Baixas
Serapilheira acumulada (Kg,ha <sup>-1</sup> )	5542	4820	5158	10.167,63
K	0,92	1,12	1,13	0,68
Tempo para a reposição do estoque (anos)	1,08	0,89	0,88	1,47

Devido a fatores como a produção de serapilheira, taxa de decomposição e a metodologia utilizada no que diz respeito a tempo, qualidade e quantidade de amostragem, os resultados obtidos para o total anual de serapilheira acumulada são muito variados na literatura. Os valores deste estudo são comparáveis, aos encontrados por VARJABEDIAN & PAGANO (1998) 10,90 t, ha<sup>-1</sup> por ano, em Floresta Atlântica de encosta no Guarujá, e distando muito dos valores encontrados nas áreas próximas a estudada.

DELLITI (1984) ao estudar a serapilheira acumulada sobre o solo de Mata Ciliar e do Cerrado, verificou que o valor total varia entre 19,1 a 21,2 lt, ha<sup>-1</sup> por ano, encontrando significância para as médias referentes aos períodos de seca, onde o sistema estudado depositava mais serapilheira que no chuvoso, PIRES (2000) encontrou valor inferior ao normal, quando comparado com outros sistemas de Restinga, e como nesse estudo, também não verificou diferença estatística para sazonalidade entre as amostras mensais.

O estoque de serapilheira acumulado sobre o solo apresenta estreita relação com a taxa de decomposição (DELLITI, 1984), pois a velocidade com que o processo ocorre determina o

tempo necessário para que o compartimento seja renovado. Obviamente a produção da serapilheira também esta intimamente relacionada com o acúmulo da mesma sobre o solo.

A constante de decomposição estimada para a floresta estudada é consideravelmente baixa, este valor igual a 0,68 estabeleceu um tempo médio para a renovação do estoque de serapilheira acumulada no solo igual a 1,47 ( $1.k^{-1}$ ) anos, Quanto à variação sazonal, não foram observadas diferenças significativas nas amostras.

Embora este valor não se assemelhe com as taxas de decomposição encontradas por BRITTEZ e PIRES (2001) (Tabela 08), esta próximo dos que DELITTI (1984) estimou em Mata Ciliar ( $k= 0,56$ ).

Considerando-se que na primeira fase da decomposição aspectos climáticos referentes a temperatura e presença de água são limitantes, podendo ocorrer sobreposições de fatores climáticos, solo, produção de serapilheira e até mesmo textura da folha (esclerofila, tenra, etc), (MASON, 1980; WEIDER e LANG, 1982), a produção relativamente baixa do folheto em uma área de ORGANOSSOLO, onde a água existe em tal excesso que retarda o processo de decomposição, a presença de esclerofilia em quantidades expressivas nas folhas do *Calophyllum brasiliense* e um estoque muito superior de serapilheira acumulada se comparado com os da estudos elaborados na região (Tabela 08), justificam uma taxa de decomposição menor e como consequência um tempo médio de reposição também menor.

Tal fato é corroborado pela presença do solo orgânico na região, com horizonte variando entre 90 a 100cm, nos demais estudos efetuados na Ilha do Mel as florestas de restinga estavam sobre ESPODOSSOLOS.

### 5.5.2 Decomposição da fração folhas

A constante de decomposição encontrada para as folhas confinadas nas bolsas de decomposição foi igual a 0,59. Apresentando uma velocidade de decomposição maior nos primeiros estágios da mineralização da matéria orgânica (figura 13), fato extensivamente verificado na literatura e decorrente da atividade de decompositores, principalmente artrópodes (LUIZÃO 1982; LAVELLE et al., 1993), neste estudo a velocidade pode ter sido incrementada, já que o período em que o material foi alocado na área (verão de 2001), corresponde ao de maior atividade dos organismos decompositores (MANSON, 1980). Conforme o material foi sendo decomposto o peso foi apresentando-se quase constante, em decorrência, a taxa verificada também.

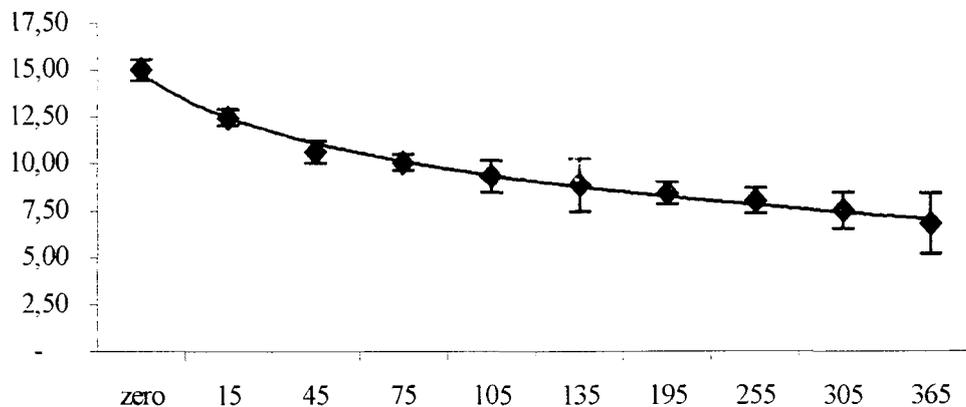


FIGURA 13 REGRESSÃO LOGARÍTMICA ENTRE O TEMPO E A PERDA DE PESO DAS FOLHAS CONFINADAS NAS BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. Curva de regressão peso em função do tempo  $y = -3.3599 \ln(x) + 14,793$   $R^2 = 0,9922$ , para  $n = 10$  e  $p < 0,05$ ,

As diferenças entre as constantes estudadas é comum na literatura, este fato deve-se a vários fatores, entre eles o próprio modelo (linear e exponencial) para se determinar o valor da constante de decomposição infere a ela valores distintos. A exclusão de invertebrados (VITOUSEK e SANDFORD, 1986), alteração do microclima, aporte de material alóctone sobre o substrato em decomposição, muito comum em Floresta Inundável (LOPEZ, *no prelo*).

E pelas folhas não terem o mesmo contato com o solo. Dentro das bolsas de decomposição, são outros fatores responsáveis pela diferença entre as taxas.

Embora vários autores considerem taxas menores que 1, baixas para Florestas Tropicais (GOLLEY et al., 1975), é enorme o número de trabalhos que apontam valores menores que 1 (tabela 09). Tal fato reflete a grande variabilidade de estratégias de ciclagem de nutrientes em sistemas tropicais, e a impossibilidade de se definir padrões para os mesmos (PIRES, 2000).

TABELA 09 VALORES DE K (MODELO EXPONENCIAL) PARA FLORESTAS TROPICAIS.

Autor	Tipologia	K	Autor/ano	Tipologia	K
REBELO (1994)	Floresta Atlântica de Encosta	0,58	REZENDE et al. (2001)	Floresta Atlântica	0,44
BRITEZ et al. (1999)	Restinga alta	0,59	LOPEZ <i>no prelo</i>	caxetal	0,56
PIRES (2000)*	Restinga arbustiva	0,62	AIDAR e JOLY (2003)	Floresta Riparia	0,44
PIRES (2000)*	Restinga arbustiva	0,44	Este estudo	Floresta Ombrófila Densa das Terras baixas	0,59

A liberação de nutrientes no processo de decomposição pode ser dividida em três fases, na primeira ocorre a lixiviação do elemento, na segunda sua imobilização devido a importação do nutriente pelos decompositores e na última a liberação líquida, na qual acontece uma diminuição líquida no conteúdo absoluto dos nutriente no substrato em decomposição (GOSZ et al., 1973<sup>5</sup> citado por REBELO 1994).

Os decaimentos de macronutrientes mais o Na para o solo nesse estudo, apresentaram padrões distintos e algumas vezes pouco definidos (Figuras 14 a 19), tal fato é explicado mediante as diferentes propriedades físico-químicas e a importância relativa na constituição e

<sup>5</sup> GOSZ, J. R. ; LIKENS, G. E. ; BORMANN, F. H. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook forest, New Hampshire. *Oecologia*, V.22, P. 305-320, 1976.

REZENDE et al., (2001) encontraram comportamentos desiguais de N, lignina e fósforo em folhas de *Dalbergia nigra* e *Eucalyptus grandis* em solo de Floresta Atlântica e eucaliptal com 40 anos de plantio.

Micro-artrópodos juntamente com os microrganismos, minhocas (bastante comuns na área) e enquiteídeos, colaboram com os macro-artrópodos para a transformação da matéria orgânica, conseqüentemente na remoção de alguns nutrientes e no aumento de outros (LUIZÃO, 1982).

O Nitrogênio, apresentou um aumento de teores (figura 14), provavelmente devido a tanização de proteínas pelos fenóis produzidos durante a decomposição ou pela imobilização no protoplasma microbiano (SWIFT et al., 1979), Especialmente os microdecompositores, produzem um aumento considerável do elemento, devido a maior concentração de proteínas presentes nos corpos dos decompositores, que morrem e são analisados junto com o material, também outros compostos orgânicos como as excreções de brocadores e diversos resíduos animais, são responsáveis pelo incremento deste nutriente no material confiando (LUIZÃO, 1982).

O comportamento do nitrogênio durante o processo de decomposição e da formação do humos, tornam-se mais claros quando o ensaio efetua Análises de lignina, o conteúdo desta molécula no tecido vegetal ajuda a interpretar a imobilização do nitrogênio no mesmo (ABER e MELLILO, 1980; MELILLO et al., 1982), pois interfere na degradação enzimática da celulose e outros carboidratos (ALEXANDER, 1977), no entanto parece evidente que a imobilização do nutriente em conjunto com a contaminação das amostras proporcionaram as curvas observadas na figura 14.

A liberação do fósforo durante o processo aponta para uma contaminação do material. A curva demonstra uma possível sazonalidade do nutriente (figura 15), iniciando com teores praticamente constantes para os primeiros 45 dias, uma liberação entre 45 e 195 dias, que se sobrepõe ao período mais seco, seguida de um expressivo aumento, possivelmente devido a elevação do lençol freático, o qual proporcionou a entrada de material aloctone, provavelmente em quantidades consideráveis, pois os valores finais dos teores de fósforo, excedem os valores iniciais.

A contaminação de fósforo pela matéria orgânica, pode ser explicada decorrente de sua rápida incorporação a compostos orgânicos, após a sua absorção pela planta, principalmente na forma de hexose fosfato e uridina fosfato (SILVEIRA e GAVA, 2003),

estando ligado a vários outros compostos orgânicos na célula vegetal, como nos fosfolipídios das membranas celulares (MARSCHNER, 1995).

AIDAR e JOLY (2003) não encontraram um padrão para a liberação de fósforo em floresta riparia, com um incremento inicial nos teores seguido de pequena liberação para um ensaio de dois anos. O comportamento complexo deste nutriente, altamente ligado a sua disponibilidade no solo segundo o pH, bem como sua absorção pela planta, que ocorre por difusão, dificultam a determinação de um padrão para sua liberação serapilheira-solo.

A entrada de raízes finas nos sacos de decomposição foi intensa após 135 dias do material exposto (observação de campo), embora o material tenha sido excluído dos sacos para pesagem e análise, a liberação de exudatos das raízes finas, pode ter auxiliado na contaminação de P e N, fato similar foi verificado por WISNIEWSKI et al., (1997) em florestas com diferentes estádios de regeneração e não sujeitas a inundação, XULUC-TOLOSA et al., (2003) observando a liberação de nutrientes em diferentes estádios serais, também verificaram acréscimos no teor de fósforo das amostras em Floresta não Inundável.

O potássio e sódio (figuras 16 e 17 respectivamente) apresentaram alta lixiviação, alcançando valores quase constantes nas últimas coletas, as pequenas variações obtidas podem ser explicadas por uma contaminação do material, provavelmente pela água subterrânea, que torna a ultrapassar a superfície do solo após o período mais seco, conhecido aos períodos finais de coleta.

A alta lixiviação de potássio, é amplamente verificada na literatura (AIDAR e JOLY, 2003; BRITTEZ et al., 1999 ; WISNIEWSKI et al., 1997; REBELO 1994). A rápida lixiviação do sódio também é esperada, já que a principal característica destes elementos que infere a eles a rápida lixiviação é o pequeno raio iônico. Também a ausência de grandes quantidades da presença destes dois elementos em compostos celulares de difícil decomposição (taninos, fenóis, etc...) e uma possível presença do potássio e o sódio nos vacúolos celulares favorecem suas liberações.

Os teores de Ca (figura 18) nas amostras demonstram uma queda seguida de valores quase constantes nos últimos períodos. Este comportamento não é verificado nas florestas não inundáveis estudadas por WISNIEWSKI et al., (1997) mas, observado na Ilha do Mel em uma floresta sobre ESPODOSSOLO hidromórfico por BRITTEZ et al., (1999). Tal variação pode ser atribuída a alta solubilidade deste nutriente, no entanto o Ca geralmente é constituinte dos tecidos vegetais, estando na parede celular como pectato de cálcio sendo que

a sua liberação é atribuída principalmente a perda de peso, porém como neste caso os teores do elemento apresentam uma queda acentuada por demais, para que a simples perda de peso possa explicar o comportamento, o seu decréscimo pode estar vinculado a sua presença no vacúolo celular, agora como oxalato de cálcio.

Para os teores de Mg (figura 19) também é verificado uma queda acentuada, como o K, Na e Ca o Mg também apresenta alta solubilidade, e por isso os resultados de seu comportamento durante a decomposição são bastante variados na literatura, segundo SWIFT et al., (1973) o magnésio pode sofrer uma alta lixiviação seguido de um comportamento estável devido sua permanência na parede celular como pectato de magnésio

O desvio padrão alto, verificado na amostra referente ao período de 135 dias, e um pequeno aumento da curva de regressão observado a partir dos 195 dias de amostragem, são possivelmente decorrentes da contaminação do material, já que o solo da área é rico em magnésio disponível.

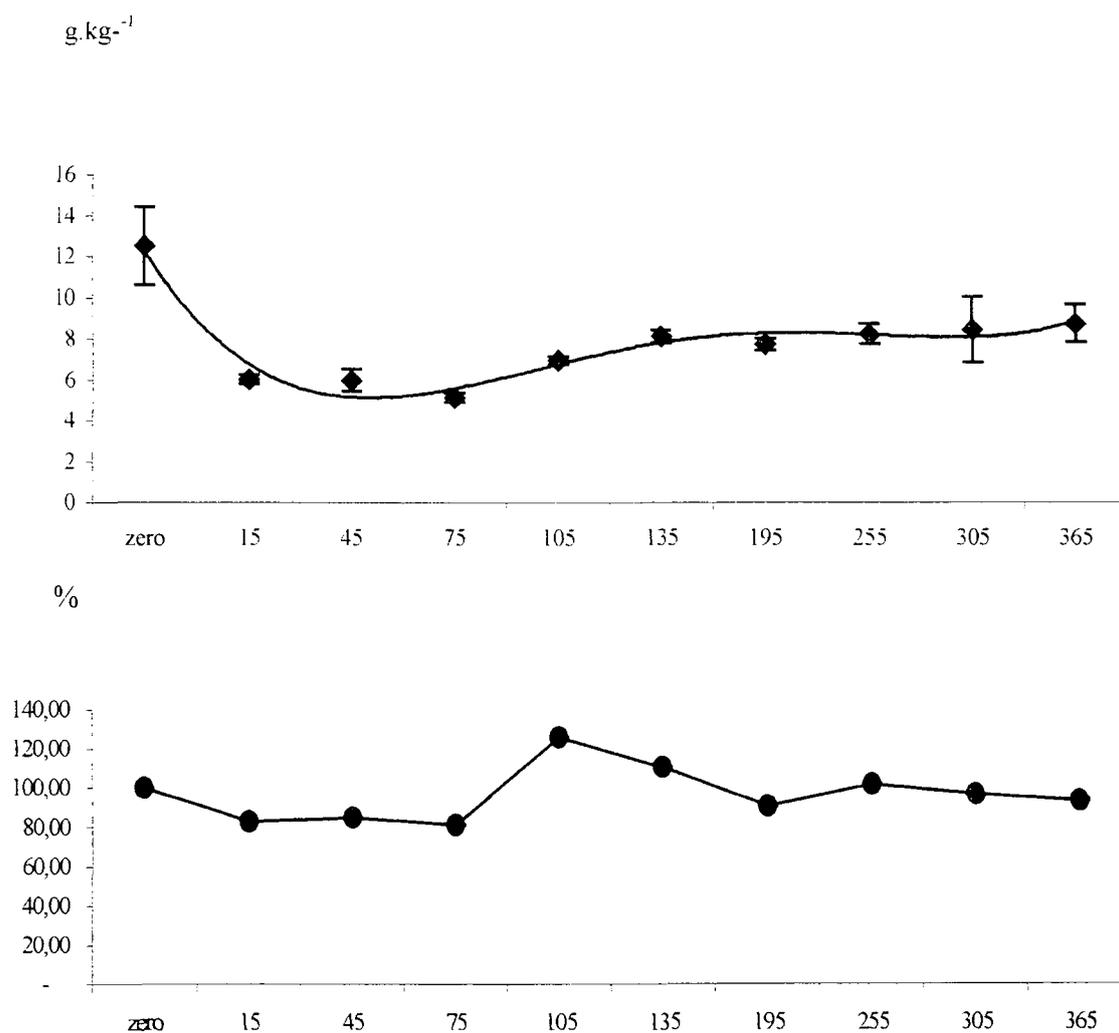


FIGURA 14 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA EM RELAÇÃO AO TEMPO NUMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. AJUSTE POLINOMIAL DA EQUAÇÃO (TEORES)  $Y = 0,0193X^4 - 0,4955X^3 + 4,4412X^2 - 15,672X + 24,006$   $R^2 = 0,9437$ ,

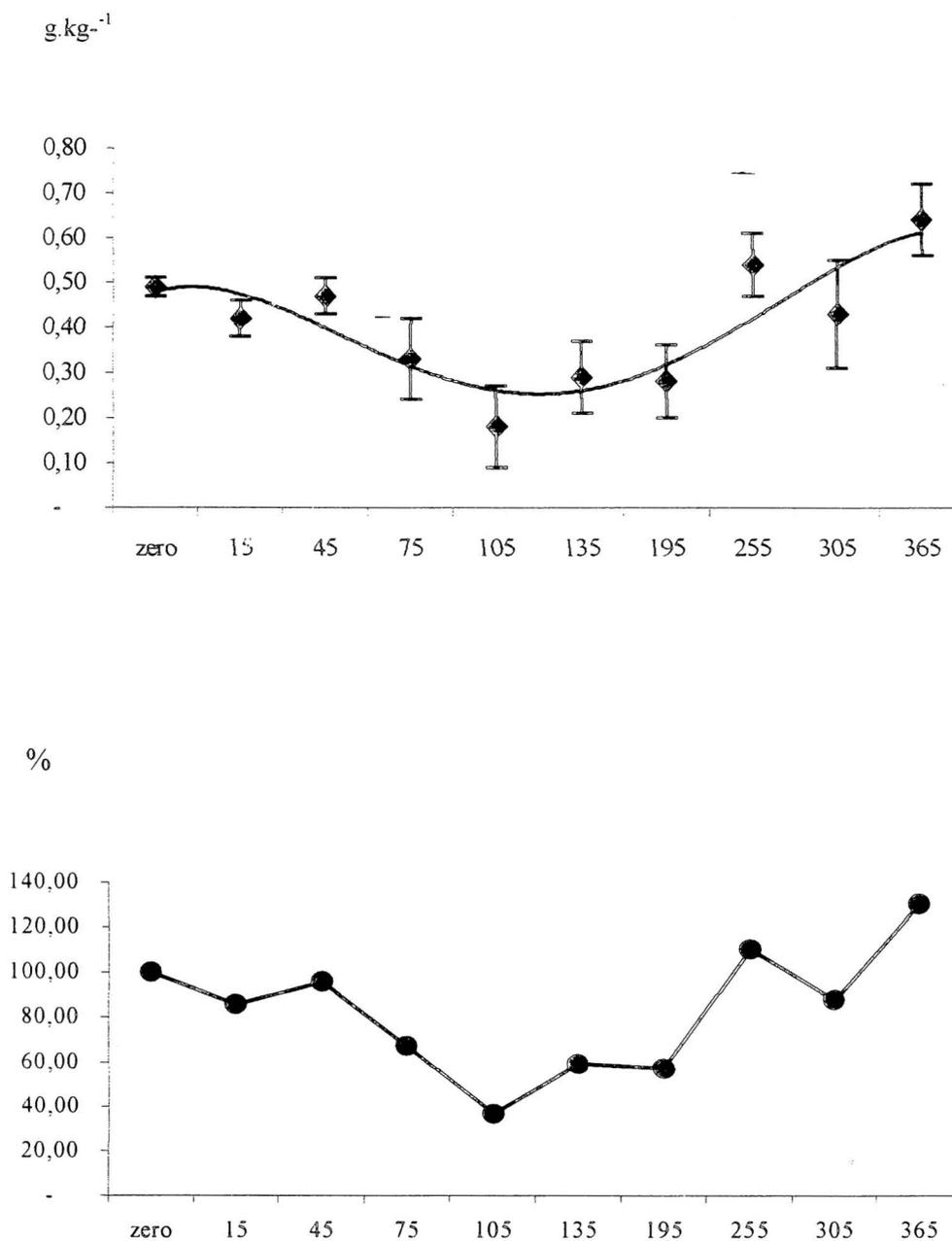


FIGURA 15 TEORES A (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES B, DE FÓSFORO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA, CONFINADAS EM BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE DAS TERRAS\_BAIIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. AJUSTE POLINOMIAL DA EQUAÇÃO  $Y = -0,0008X^4 + 0,0176X^3 - 0,1213X^2 + 0,248X + 0,335$ ;  $R^2 = 0,7469$  PARA  $N=10$  E  $P < 0,05$ .

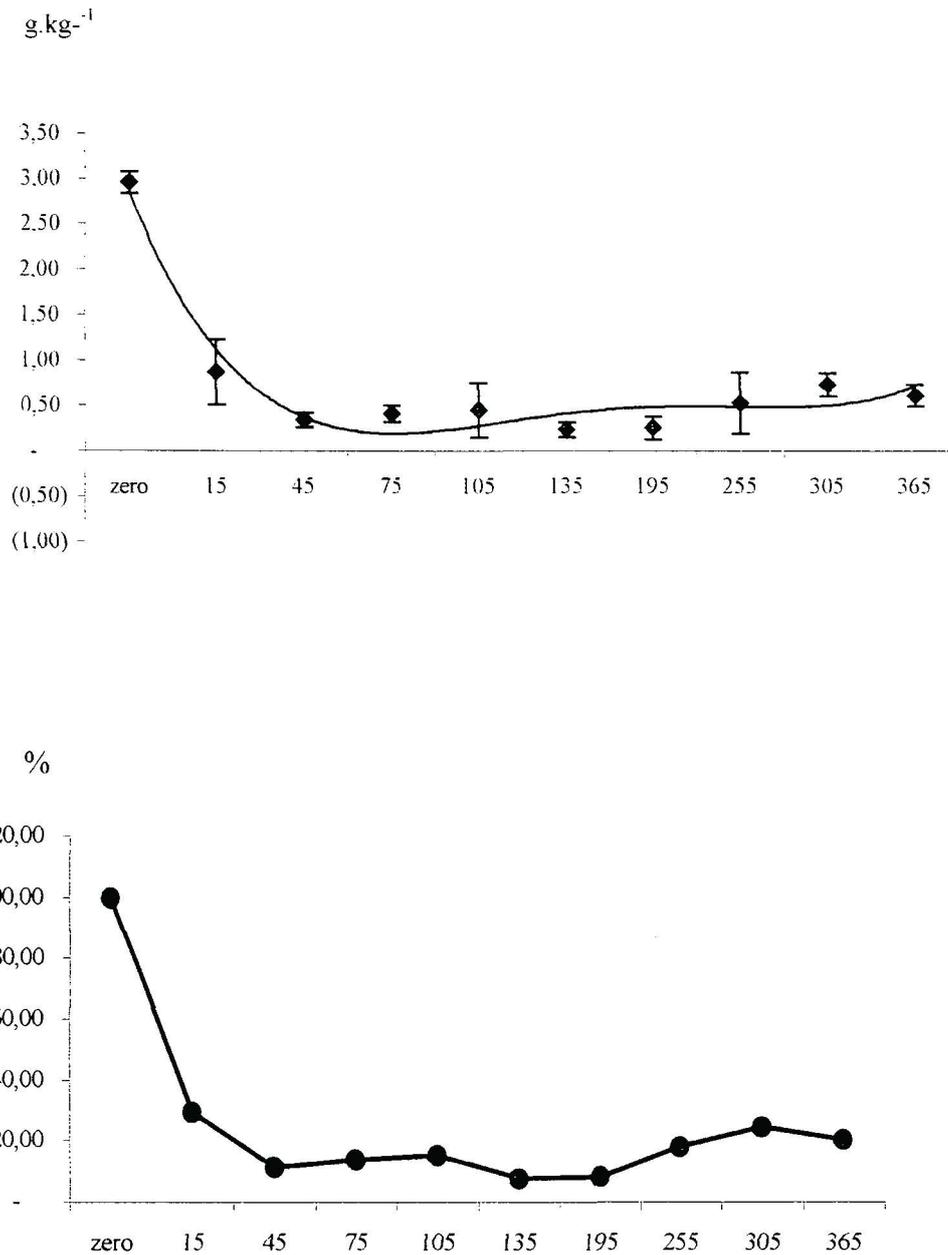


FIGURA 16 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO EM FUNÇÃO DO TEMPO NAS FOLHAS DE SERAPILHEIRA, CONFINADAS NAS BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. AJUSTE POLINOMIAL DA EQUAÇÃO  $Y = 0,0042X^4 - 0,1099X^3 + 1,0474X^2 - 4,1686X + 6,0758$ ;  $R^2 = 0,9477$  PARA  $N=10$  E  $P < 0,05$ .

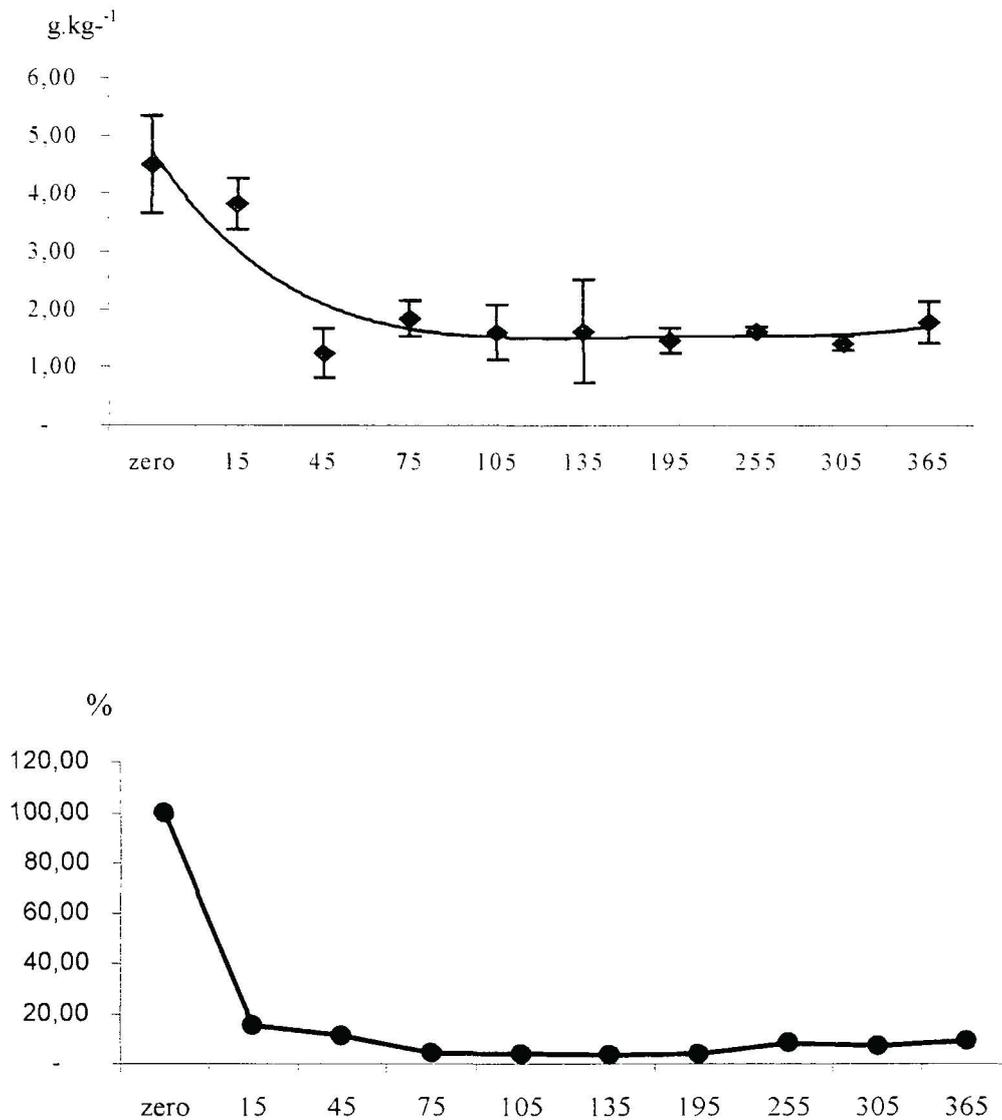


FIGURA 17 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE SÓDIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA, CONFINADAS EM BOLSAS DE DECOMPOSIÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. AJUSTE POLINOMIAL DA EQUAÇÃO  $Y = 0,0038X^4 - 0,0969X^3 + 0,8847X^2 - 3,3526X + 4,4725$   $R^2 = 0,95$  PARA  $N = 10$  E  $P < 0,05$ .

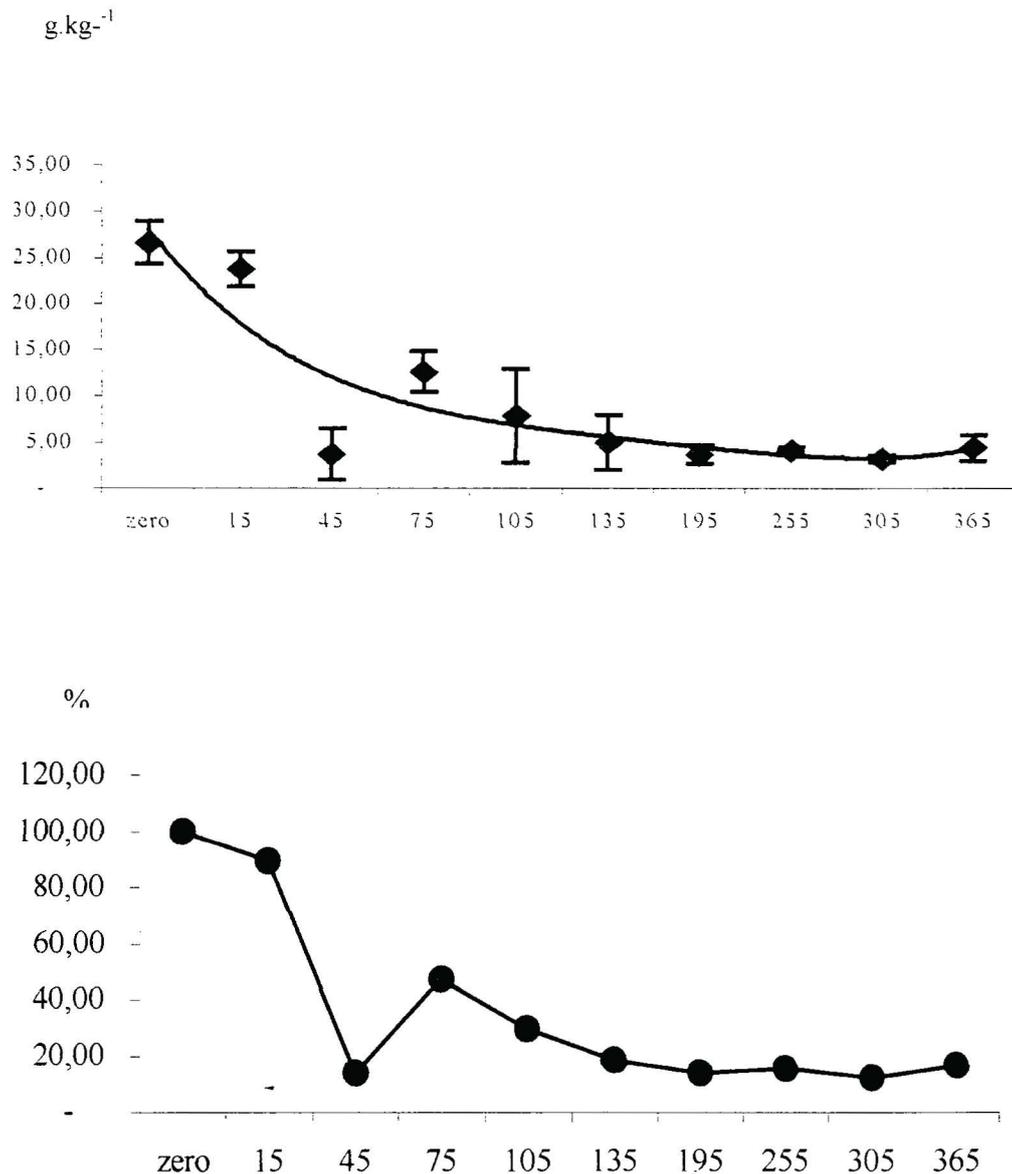


Figura 18 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE CÁLCIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA EM RELAÇÃO AO TEMPO NUMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. AJUSTE POLINOMIAL  $Y = 0,0163X^4 - 0,4271X^3 + 4,2437X^2 - 20,066X + 44,248$   $R^2 = 0,8216$  PARA  $N = 10$  E  $P < 0,05$ .

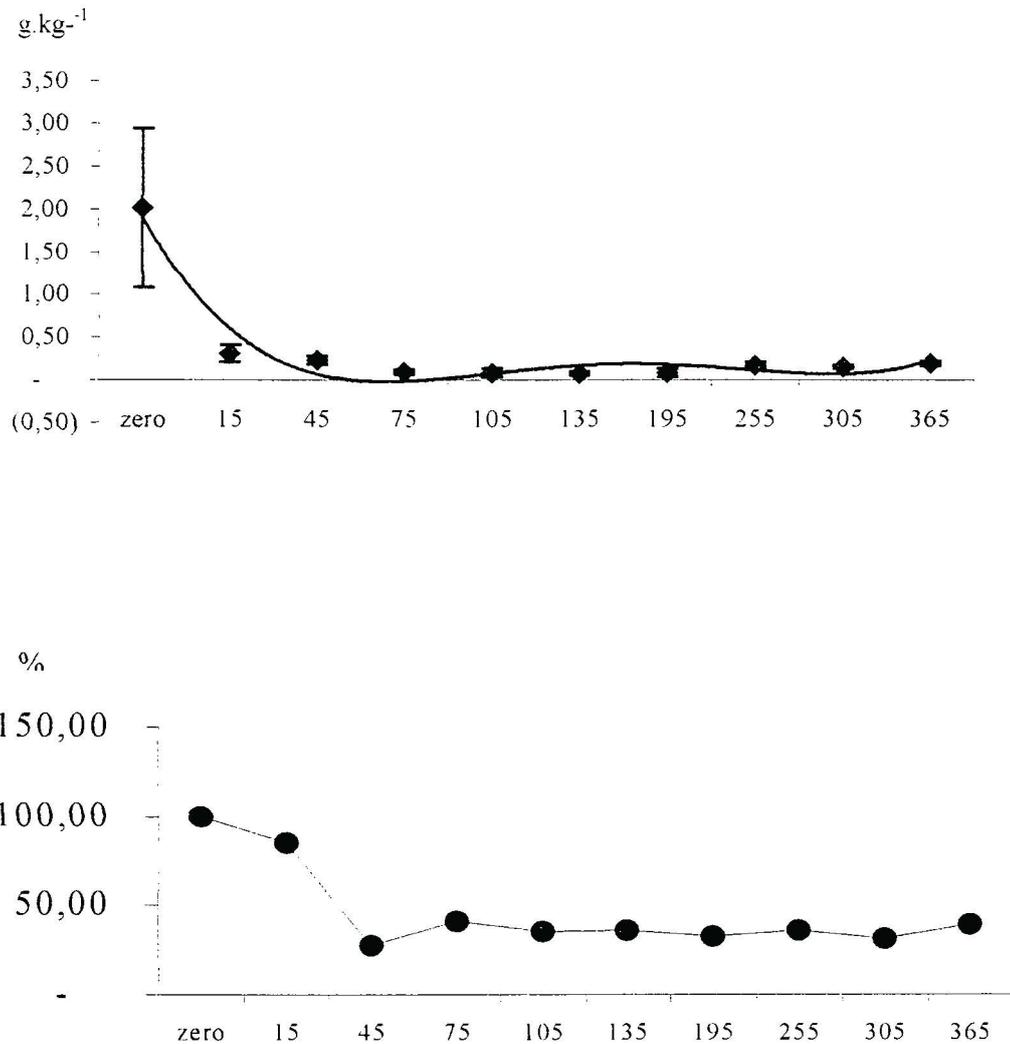


FIGURA 19 TEORES (POLINOMIAL) E CONCENTRAÇÕES DE MAGNÉSIO NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA EM RELAÇÃO AO TEMPO NUMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DAS TERRAS BAIXAS SOBRE SOLOS HIDROMÓRFICOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA ILHA DO MEL PR. AJUSTE POLINOMIAL  $Y = 0,0025X^4 - 0,0705X^3 + 0,7482X^2 - 3,4916X + 7,54$   $R^2 = 0,8658$  PARA  $N= 10$  E  $P < 0,05$ .

As curvas de regressão foram ajustadas com a intenção de se observar o comportamento de liberação dos nutrientes estudados de maneira mais clara, já que o modelo exponencial proposto por OLSON (1963) não foi eficiente. Assim foram admitidos até quatro coeficientes nas equações, porém não há pretensão alguma de que as equações desenvolvidas possam estimar o valor dos nutrientes liberados em períodos futuros.

A decomposição é um fenômeno complexo, sendo que as variáveis que interferem no seu comportamento ultrapassam o valor de duas, pois a microbiota do solo (micro, meso e macrodecompositores) a flutuação do lençol freático, temperatura, pluviosidade, deposição e qualidade da serapilheira, são algumas das variáveis que interferem diretamente nesse processo, portanto o modelo utilizado buscou apenas facilitar a interpretação dos dados e não prever seus valores ou defini-los, conforme proposto por WEIDER e LANG (1982).

## 6 CONCLUSÕES.

Os resultados do trabalho, permitem concluir que no trecho de floresta amostrado:

- O trecho de floresta amostrado apresentou-se heterogêneo em alguns aspectos, sendo que as principais diferenças, devem-se ao estadio de decomposição da matéria orgânica acumulada nos horizonte dos ORGANOSSOLOS e ao número distinto de indivíduos de *Tabebuia cassinoides* e *Calophyllum brasiliense* entre os dois blocos amostrados.
- Os solos amostrados possuem uma considerável quantidade de nutrientes disponíveis, quando comparados a outros solos da Ilha do Mel, esta disponibilidade de nutrientes deve-se principalmente ao espesso horizonte orgânico formado, decorrente da taxa de decomposição baixa.
- A deposição de serapilheira foi maior no verão, diferindo da maior parte das Florestas Ombrófila Densa das Terras Baixas, onde a maior deposição é na primavera. O retardo no período de maior deposição precisa de mais informações para que possa ser compreendido.
- O *Calophyllum brasiliense* apresentou maior porcentagem na deposição da fração folhas seguido da *Tabebuia cassinoides*, sendo que no verão, especificamente para o bloco 1, a deposição de folhas da serapilheira da *Tabebuia cassinoides* é superior a deposição de folhas da serapilheira do *Calophyllum brasiliense*.
- A *Tabebuia cassinoides* apresentou teores altos de sódio nas folhas da serapilheira depositada em relação as folhas de serapilheira do *Calophyllum brasiliense* e das folhas da serapilheira.
- Os métodos utilizados para a determinação da taxa de decomposição e liberação de nutrientes apresentam deficiências, especialmente devido a contaminação do material orgânico trazido pelo lençol freático.

- Para o fósforo não foi possível determinar um padrão de liberação, por ser um nutriente sensível a contaminação de material orgânico aloctone na área de estudo. O nitrogênio também não apresentou um padrão definido. Os demais nutrientes apresentaram padrões razoavelmente definidos, com uma primeira fase de liberação rápida e a última mais lenta.
- A decomposição de serapilheira é lenta devido a hidromorfia do local, que condiciona a ocorrência das classes de solos observadas. A deposição e decomposição de serapilheira, são determinantes na regulação do ciclo de minerais no trecho de floresta estudado, sendo que a dinâmica de deposição e decomposição de serapilheira na floresta amostrada, distingue-se das demais estudadas na Ilha do Mel em termos da velocidade de decomposição da serapilheira.

## REFERÊNCIAS

- ABER, J. D.; MELILLO, J. M. Litter decomposition: measuring relative contributions of organic matter and nitrogen to forest soil. **Can. J. Bot.** V. 58, p. 416-21, 1980.
- AIDAR, M., P., M., e JOLY, A., C., Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Antolobium tomentosum* Guill. Ex Benth – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré – Pepira, São Paulo. **Revista brasileira. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 2 p 195-198, 2001.
- ALEXANDER, M. **Introduction to Soil Microbiology**. New York. Ed. J. Wiley. 467 p. 1977.
- ALBERTS B. **Biologia molecular da célula**. Porto Alegre, Ed. Artes médicas, 1293 p. 1997.
- ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar do Instituto de Geociências da U.S.P. São Paulo, 1992. 334p.
- ARAÚJO D. S. ; HENRIQUES, R. P. B. *Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro*. In: Lacerda et al (orgs.) *Restingas: Origem, Estrutura e Processos*. Niterói, CEUFF, 1984.
- ARAÚJO, D.S. *Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sul e sudeste brasileira*. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA (1987: Cananeia). **Anais**. São Paulo: ACIESP n. 54, v. 1, p. 333-347, 1987.
- BABBAR, L. I.; EWEL, J. J. Deconposición del foliage en diversos ecosistemas sucesionales tropicales. **Biotrópica**. Washinton, v. 21, n. 1, p.20-29, 1989.
- BARROS, F.de; MELO, M.R.F.de; CHIEA, S.A.C.; KIRIZAWA, M.; WANDERLEY, M. das G.L.; JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. **Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes**. Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso. São Paulo, v.1, 1991.
- BIDÁ, A., SILVA., S, M., BRITZ, R. M., PRAZERES, L. C., ZANELATTO, R. C. SOUZA, W. S. e GUISS, C. Levantamento florístico da Ilha do Mel, Município de Paranaguá, PR, Brasil. (Notas preliminares). Congresso Nacional de Botânica, 37 **Resumos**. Ouro Preto, 1986.
- BIGARELLA, J. J. Nota explicativa acompanhando a folha geológica de Paranaguá. **Boletim da Universidade Federal do Paraná, Geologia**, Curitiba v.13., 1965. 6p.
- BOEGER, M. R. T. **Morfologia foliar e aspectos nutricionais de espécies arbóreas em três estádios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Paranaguá, PR**. Curitiba, 2000, 150p. Tese (Doutorado). Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

BOEGER, M. R. T. e WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos da floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no sul do Brasil. **Revista brasileira. Bot.** v. 26, n. 1, p. 61 – 72, 2003.

BORMANN, H. F., LIKENS, G. E. The Nutrient Cycles of an ecosystem. **Scientific Am.** v. 233, n. 4, p. 92-101, 1970.

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

BRINKMANN, W. L. F. & SANTOS, A. dos. Natural waters in Amazonia. Soluble magnesium properties. **Turrialba**, v. 21, p. 459-465, 1971.

BRITEZ, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá.** Curitiba, 272p. 1994, Dissertação (Mestrado) Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

BRITEZ, R, M., SANTOS FILHO, A.; REISSMAN, C. B., SILVA S. M.; ATHAYDE, S. F.; LIMA, R. X., QUADROS, R. M. B. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, n.21 p. 625-634, 1997.

BRITEZ, R, M, e PIRES L., MARQUES, R, Decomposição em duas florestas da planície Litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Decomposição foliar, Resumos : CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, Blumenau SC, **Anais.** 1999.

BRITEZ, R. M. **Efeito do alumínio em duas espécies arbóreas da planície litorânea da Ilha do Mel, PR.** Curitiba, PR, Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, 2001. 260p.

CARPANEZZI, A. A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e uma plantação de eucaliptos no interior do estado de São Paulo.** Piracicaba, 1980. 107p. Dissertação (mestrado) – Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz “. Universidade de São Paulo.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras. Recomendações Silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** EMBRAPA-CNPQ. Brasília. 1994. 640p.

CAVALLARI NETO, M. ; SEBBENN, A. M.; SEOANE, C. E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; Efeito do manejo na diversidade genética de populações de *Tabebuia cassinoides* Lam (DC), EM Floresta Ombrófila Densa, na região do Vale do Ribeira, SP. **Anais.VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA DO BRASIL, FORTALEZA, CEARÁ. V.1, p. 196 – 197. 2003.**

CÉSAR, O. **Composição florística, fitossociológica e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro rico, Município de Anhenbi – SP).** Rio Claro, 223p. 1988. Dissertação, (Livre Docência) – Instituto de Biociências Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”.

CLEVARIO Jr., J. Teor de umidade na serapilheira da Bacia do Alto Rio da Cachoeira, Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2., 1990. Águas de Lindóia, **Anais**. São Paulo, ACIESP, v. 1, p. 327-30.

DELLITI, W. B. C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na Mata Ciliar, no Campo Cerrado e na Floresta implantada de Pinus elliottii Engelm. Var. elliottii (Mogi – guaçu, S.P.)** São Paulo, 1984. 298p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

DELITTI, W. B. C.; MEGURO, M. Biomassa e mineralomassa epigéia do campo Cerrado de Mogi-Guaçu, SP. **Ciência e Cultura**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 612. 1984.

DELITTI, W. B. C. Produção de folheto na mata pluvial tropical da estação Ecológica da Juréia, São Paulo. **Ci. Cult.**, v. 39, n.7, p. 600-1, Suplemento. 1987.

DELITTI, W. B. C. Estudos de ciclagem de nutrientes: Instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSSISTEMAS, 1993. Rio de Janeiro. **Anais**. , Departamento de Ecologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DICKOW, K. M. C. **Influencia estacional e sucessional na lixiviação de nutrientes de serapilheira de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.** Curitiba, 2000, 50 p. Monografia apresentada ao programa especial de treinamento do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

DINIZ, S. **Ciclagem de Nutrientes associados aos processos de produção e decomposição da folheto em um ecossistema de mata mesófila semidecídua no município de araras – São Paulo.** Rio Claro, 1987. 166p. Dissertação (mestrado) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”.

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.1, p. 37 – 46, 1997b.

DOMINGOS, M., LOPES, M., I., M., S. e VUONO Y., S. Nutrients Cycling disturbance in Atlantic Forest sites affected by air pollution coming from the industrial complex of Cubatão, Southeast Brazil. *Revista brasileira. Bot. São Paulo*, v. 23, n.1, p. 77 – 85. 2000.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Critérios para a distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 17p. 1988.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – Brasília . Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 412 p., 1999.

EPSTEIN, E. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Editora da Universidade de São Paulo, 344p. 1975.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com semente.** São Paulo, Ed. Edgar Blüctter Ltda, 1974.

FACELLI, J. M.; CARSON, W.P. Heterogeneity of plant litter accumulation in successional communities. *Bull. Torrey Bot. Club*, v. 118, n.1, p. 62-6, 1991.

FACELLI, J. M.; PICKETT, S. T. A. Plant Litter: its dynamics and effects on plant community structure. **Revista de Botânica.** V. 57, n.1, p. 1-32, 1991.

FASSBENDER, H. W. **Química de suelos: com ênfasis en suelos de America Latina.** Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura, San José, Costa Rica, 420p. 1982.

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

FIGUEIREDO FILHO, A. ; MORAES, G. F. ; SCHAAF, L. B. ; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação Estacional de 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.

FIGUEREDO, J. C. **Contribuição à Geografia da Ilha do Mel ( Litoral do Paraná).** Curitiba, 1954. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

FOGEL, R.; CROMAK, K. J. Effects of Habitat and substrate quality on Douglas fir Litter decomposition in Western Oregon. **Can. J. Bot.**, v.55, p. 1632-1640, 1977.

FOWLER, J. A. P.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G. ; KUNIYOSHI, Y. Germinação e vigor de sementes de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC coletadas em diferentes caxetais do litoral paranaense. Comunicado Técnico, **EMBRAPA-CNPq**, Curitiba, n. 25, p. 1- 5. 1998.

GALVÃO, F. de A. d. e VAHL, L. C. Propriedades Químicas de Solos Orgânicos do Litoral de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Revista Bras. de Agrociência.** V. 2, n. 2, p131-135, 1996.

GILLMAN, G. P. The chemical properties of acid soils with emphasis on soils of the humid tropics. In: **Plant-soil interactions at low pH**. P. 3-14. 1991.

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**. São Paulo: E.P.U EDUSP, 256p. 1975.

HERRERA, R.; JORDAN, C.F.; KLINGE, H.; MEDINA, E. Amazon Ecosystems: their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. **Interciência**, Caracas, v.3, n.4, p.223-232, 1978.

HOPKINS, B. Vegetation of the Olkmeji Forest Reserv, Nigeria. IV The litter and soil with special reference to their sasonal changes. **Jornal of Ecology**, v. 54, p. 687 – 703, 1966.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**, Londrina : IAPAR, CD. 2000.

JENNY, H.; GESSEL, S. P.; BINGHAM, F. T. Comparative study of decomposition rates of organics matter in temperate and tropical regions. **Soil Science**, v.68, p. 419-32, 1949.

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

JOSÉ, D. M. V., VILLELA, D. M., PROCTOR, J. Leaf Litter Decomposition and Monodominance in the Peltogyne forest of Maracá Island, Brazil. . **Biotropica**. EUA: , ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY INC , v.34, n.3, p.334 - 347, 2002.

JOSÉ, D. M. V., VILLELA, D. M., PROCTOR, J. Litterfall mass and chemistry and nutrient retranslocation in a monodominant forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. **Biotropica**. EUA: Association for Tropical Biology inc., v.31, n.2, p.198 - 211, 1999.

KLINGE, H.; RODRIGUES, W. A. Litter production in an área of Amazonion Terra Firme Forest. Part. II, Mineral nutrient contet of litter. **Amazoniana**, Kiel, v.1, n.4, p 303 – 310, 1968.

KLINGE, H. e RODRIGUES, W. A. Matéria Orgânica e nutrientes na mata de terra firme perto de manaus. **Acta Amazônia**. v. 1, n.1, p. 69-72, 1971.

KLINGE, H. A contribution to the knowledge of the biogeochemistry of amazon inundation forests. **Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests: Problems for Research**. Piracicaba, São Paulo, p.17 –27. 1985.

KÖNING, F., G.; SHUMACHER, M. V. ; BRUM, E. J. ; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria – RS. **R. Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 429 – 435, 2002.

- KUNIOSHY, Y. **Aspectos morfoanatômicos de raiz, caule e folha de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC (Bignoniaceae), em diferentes fases sucessionais, no litoral do Paraná.** Curitiba, 131 p. 1993. Tese (doutorado) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Paulo: EPU, 319p. 1986.
- LAVELLE, P, et al, A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of humid tropics, **Biotropica**, V25, N,2, P 130-50, 1993.
- LEITÃO FILHO H. F. et al. **Ecologia da mata Atlântica em Cubatão.** São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, Editora da Universidade de Campinas, 1993.
- LEITE, P.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: IBGE. Geografia do Brasil: região Sul. v.2. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. P. 113-150, 1990.
- LODHIYAL, M. e LODHIYAL, L., S. Aspects of nutrient cycling and nutrient use pattern of Bhabar Shisham forests in Central Himalaya, India. **Forest Ecology and Management**. n. 176, p. 237 – 252. 2003.
- LOPEZ, M. R. Q. **Produção e decomposição de serapilheira em uma área de formação pioneira com influência fluvial (caxetal) na planície litorânea do estado do Paraná.** Tese (doutorado), Universidade Federal do Paraná. *No prelo.*
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa. Ed. Plantarum. 1992. 352p.
- LUIZÃO, F.J. **Produção e decomposição da litteira em floresta de terra firme da Amazônia central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da litteira.** 1982. 133p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/fundação Universidade do Amazonas Manaus,
- LUIZÃO, F.J. e SCHUBART, H. O. R. Litter production and decompositions in a Terra Firme forest of central Amazônia Central. **Acta Limnol. Bras.**, v.1, p. 575-600, 1986.
- LUIZÃO, R. C. C. e LUIZÃO F.J. Liteira e biomassa microbiana do solo no ciclo da matéria orgânica e nutrientes em terra firme na Amazônia central. In: VAL, A. L. et al., ed. **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas.** Manaus, INPA,. V.1, P. 65-75. 1991
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 2<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro : José Olympio, 450p. 1981.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral das plantas.** São Paulo. Editora Agronômica. Ceres Ltda. 251p. 1980.

- MARQUES M, C, M, **Estudos Auto - Ecológicos do Guanandi (*Calophyllum brasiliense* camb, CLUSIACEAE) Em uma Mata Ciliar do Município de Brotas SP**, Campinas 1994, Dissertação, (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas.
- MARQUES M, C, M e JOLY, C., A. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. Em Floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista brasileira. Bot.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p 107 – 112. 1999.
- MARQUES, R., GERUM, M., WISNIEWSKI, C. Lixiviación de nutrientes de Horajasca de 'mata atlântica' del litoral sul del Brasil. **Anais. I congresso Latinoamericano – UFRO: El Manejo Sustentable de los recursos florestales, desafío del siglo XXI.** Valdivio, Chile, 1998, CD ROOM
- MARQUES, R., BRITZ, R. M., PIRES, L., BASSFELD, J. C., BONNET, B. R. P., LOPEZ, M. R. Q. Decomposição de serapilheira e liberação de nutrientes em florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, PR. Brasil, CONGRESO LATINO AMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, **Anais.** Pucon: Congreso Latino americano de La Ciencia Del Suelo, 1999.
- MARSCHNER. H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 889p. 1995.
- MASON, C. F. **Decomposição.** São Paulo, EPU-EDUP, 63p. 1980.
- MATHUR, S.P. e LEVESQUE, M. P. Effect of liming on the yield, nutrition and copper status of potatoes, carrots and onions grown sequentially in two peat soils. **Can. J. Soil. Sci.**, v.63, p.229-244. 1983.
- MARTINS, S. V. e RODRIGUES, R., R. Produção de serapilheira em clareiras de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista brasileira. Bot.**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 405 – 412. 1995.
- MEGURO, M. *et al.* Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo . III – Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Bol Fac. Filos. Cienc. Let. Univ. São Paulo**, v. 8, p. 7-20. 1980.
- MEGURO, M. Ciclagem de Nutrientes minerais nos ecossistemas da mata atlântica: alguns aspectos. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 1. Cananéia. **Anais.** São Paulo, ACIESP, v.3, p. 98-122. 1987.
- MEGURO, M. e DELITTI, W. B. C.; O papel da precipitação na ciclagem de nutrientes minerais no campo serrado de Mogi-Guaçu, Sp. **Ciência e cultura** v. 37. 1987.
- MELILLO, J. M. ; ABER, D. J. ; MURATORE, F. J. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, EUA. v. 63, n. 3, p. 621 – 626. 1982.

- MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. 3ª Edição, São Paulo: Nobel, 400p. 1985.
- MENGUEL, K. & KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bema: International Potash Institute. 687 p. 1987.
- MORAES, R. M., DELITTI, W. B., STRUFFALDI DE VUONO, Y. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forests **Revista Brasileira. Bot.** v.22, n. 1, 1999.
- NASCIMENTO, M. T., PROCTOR, J., JOSÉ, D. M. V., VILLELA, D. M. Forest structure, floristic composition and soils of an Amazonian monodominant forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. **Edinburgh journal of botany**. Edinburgh: , v. 54, n.1, p.1 - 38, 1997.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Editora Guanabara. Rio de Janeiro S. A., 1988.
- OLEYNIK, J. **Manual de fertilização e correção dos solos**. Curitiba, associação de crédito e Assistência rural do Paraná, 90 p. 1980.
- OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v. 44, n.2, p.233-31, 1963.
- PADILHA, W. **Libro del suelos**. 1ª edição, Quito, Equador 194p. , 2002.
- PAGANO, S. N.; CESAR O.; SANTOS P.F. Compartimentação de nutrientes em órgãos vegetativos aéreos em 3 espécies de leguminosas num ecossistema de cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. (1982 : Campos do Jordão). **Anais**. São Paulo: Silvicultura em São Paulo, v.16, n.16 p.536-544, 1982.
- PAGANO, S. N. **Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, SP**. 1985. 201p. Tese (Livre docência) – Instituto de Biociências, Universidade estadual paulista “Julio de Mesquita Filho”.
- PAGANO, S. N. Nutrientes minerais do folheto produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 3, p 641 – 647, 1989.
- PEREIRA, O. J. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba – Guarapari – Espírito Santo. In: ACIESP (org.) 2º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. **Anais**. v.3.p. 207-219, 1990.
- PEREIRA, O. J.; GOMES, J. M. L. Levantamento florístico das comunidades vegetais de restinga no município de Conceição da Barra, ES. In: ACIESP (org.). 3º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira. **Anais**. v.2.p. 67-78, 1994.

PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS M.A.T.; DROXIOWICZ A. Litter production in areas of Brazilian "cerrados". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.9, p.1037-1043, 1983.

PINTO, C. B. **Contribuição de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em sucessão vegetal na Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas**. 2001, Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

PIRES, L., A., **Aspectos Da Ciclagem De Nutrientes Em Uma Formação De Restinga Na Ilha Do Mel, Paranaguá, PR**. Rio Claro. 2000. 187p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Rio Claro SP.

RACHWAL, M., F., G. e CURCIO, G., R. Atributos pedológicos e ocorrência de caixeta no litoral paranaenses, Brasil. **Scientia Forestalis**. Curitiba, n.59, p. 153 – 163. 2001.

REBELO, C. F. **Ciclagem de nutrientes minerais em floresta pluvial tropical de encosta e em floresta sobre restinga na Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo: Decomposição da serapilheira**. 1994. 133p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

REISSMANN, C. B.; Morfologia dos horizontes de humus em florestas de coníferas exóticas no sul do Brasil. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.5, p. 1-16. 1983.

REISSMANN, C.B. e WISNIEWSKI, C. Micronutrientes e Al depositados com a serapilheira de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. I Congresso Florestal Panamericano, VII Congresso Nacional Florestal Brasileiro. **Anais**. Curitiba, p. 449 – 451. 1993.

REZENDE, J., L., P.; GARCIA, Q., S., e SCOTTI, M., R., M., M. M. L. Laboratory decomposition of *Dalbergia nigre* ALL. Ex. Benth and *Eucalyptus grandis* W. Hillex. Mauden Leaves in Forest and eucalypt plantation soils. **Acta. Bot. Bras.** v 15, n.3, p 305 – 312. 2001.

RIBEIRO, D. **O Povo Brasileiro**, São Paulo. Companhia Das Letras, 1995.

RICKLEFS, R.E.. **Economia da Natureza**, terceira edição, ed. Guanabara Koogan 1996.

RIZZO, J. A.; VANUCCI, A. L.; VANUCCI, A. L.; REZENDE, M. H. Produção de manta em uma área de floresta em Goiás – parte 1. In: XXXV CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (1984: MANAUS). **Anais**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, P. 354-366. 1990.

ROCHA, A. A.; MARQUES, R.; CINTRA, A. P. U. Dinâmica da Decomposição e liberação de nitrogênio de duas espécies Arbóreas em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas no Paraná. **Anais**. VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Fortaleza, Ceará. v.1, p 172-173. 2003.

SANTOS et. al. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in north american hot desert. **Ecology**, v. 65, n.1, p. 654-653. 1984.

SANTOS FILHO, A. e TOURINHO L. C. M. Podzol hidromórfico da faixa litorânea paranaense. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 5, p.95-97. 1983.

SANTOS, S., L. e VALIO, I., F., M. Litter accumulation and its effectes on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista brasileira. Bot.** São Paulo, v. 25, n. 1, p. 89 – 92. 2002.

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

SCHLITTLER, F. H. M.; DE MARINIS, G.; CESAR, O. Decomposição da serapilheira produzida na floresta do Morro do Diabo (Região do Pontal do Paranapanema, SP). **Naturalia**, v.18, p.149-56. 1993.

SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. **J. Ecol.**, v. 80, p. 705-17. 1992.

SEMA/IAP. **PLANO DE MANEJO da Estação Ecológica da Ilha do Mel – PR.** Curitiba Secretaria de Estado e Meio Ambiente/ Instituto Ambiental do Paraná. 207p. 1996.

SILVA, S.M.; SOUZA, W. S.; BRITTEZ, R.M.; GUIMARÃES, O. A. Levantamento florístico da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. II – Fanerógamas. Congresso Nacional de Botânica XXXX. **Anais.** Cuiabá, 1989.

SILVA, S.M. **Composição florística e fitossociologia de um trecho de floresta de restinga na Ilha do Mel, município de Paranaguá, PR.** 1990. 146 p. Dissertação (Mestrado.) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, S.M.; BRITTEZ, R.M.; SOUZA, S.W.; JOLY, C.A. Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. In: ACIESP (org.) 3º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira. **Anais.** 1993.

SILVA, S.M.; BRITTEZ, R.M.; LIMA, R. X.; ATHAYDE, S.F. Fitossociologia de Duas Áreas de Floresta de Restinga na Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Anais.** XLV Congresso Nacional de Botânica. **Anais.** São Leopoldo. 1994.

SILVA, S.M. **A vegetação da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: composição florística e principais aspectos estruturais.** Campinas. 1998: 178p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

SILVEIRA E GAVA. Nutrição e adubação fosfatada em Eucaliptus no Brasil. **EMBRAPA**, 2003.

SOS MATA ATLÂNTICA/ INPE **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**, 1995-2000, São Paulo. 2001.

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

STARK., N. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. **Biotropica**, Washington. V2, n. 1, p. 51-60. 1970.

SUGUIO, K., TESSER, M. G. Planície de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, Cananéia. **Anais**. São Paulo: aciesp n.54, v.1, p. 15- 25. 1987.

SWIFT, M.J.; HEAL O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford, **Blackwell Scientific Publications** p. 372- 372. 1979.

SWITEZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient Accumulation and Cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Plantation Ecosystems: the first twenty years. **Soil Science Society of America Proceeding**. v.36, p.143-147, 1972.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; PEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**, 634 p. 1985.

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

VELOSO H. P. ; RANGEL FILHO A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. Departamento da Recursos Naturais e Ambientais, 124 p. 1991.

DA VINHA, S. G. e PEREIRA, R. C. Produção de folheto e sua sazonalidade em 10 espécies arbóreas nativas no sul da Bahia. **Revista Theobroma**, v. 13, n. 4, p. 327 – 341. 1983.

VITTOUSEK, P.M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **The American Naturalist**, Chicago, v.119, n.4, p.53-72. 1982.

VITTOUSEK, P. M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **The American Naturalist**, Chicago, v 119, n.4, p. 53-72. 1984.

VITTOUSEK, P.M.; SANFORD JR, R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo alto, v.17, p.137-167. 1986.

WAECHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comun. Mus. Ci. Bot.** Rio Grande do Sul. v. 33 p. 49-68. 1985.

WEIDER, R. K.; e LANG, E. E. A critique of analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v.63, n. 6 p. 1636-1642. 1982.

WERNEK, M., S. ; PEDRALLI, G. e GIESEKE, L., F. Produção de serapilheira em três trechos de uma Floresta Semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tupiú, Ouro Preto, M.G. **Revista brasileira. Bot.** , São Paulo, v. 24, n. 2, p. 195 – 198. 2001.

WISNIEWSKI, C. (coord.) **Caracterização do ecossistema e estudo das relações solo – cobertura vegetal em planície pleistocênica do litoral paranaense.** Projeto integrado – CNPq, Curitiba, 55 p. 1997.

WISNIEWSKI, C. ; MARQUES, R. ; DICKOW, K. M. C. Decomposição de serapilheira e liberação de nutrientes em fases sucessionais de Floresta Ombrófila Densa na Planície Pleistocênica Paranaense. **Anais. III JORNADAS CIENTÍFICAS SOBRE MEIO AMBIENTE**, La Plata, Argentina, p. 50. 1997.

WITKAMP, S. F.; VAN DER DRIFT, K. Breakdown of litter production in relation to environmental factors. **Plant Soil**, v.15 p. 295-311. 1961.

XULUC – TOLOSA, F., J.; VESTER, M., F., M.; RAMÍREZ – MARCIAL, N.; ALBORES – CASTELLANOS, J. e LAWRENCWE, D., **Forest Ecology and Management.** n. 176, p 237 – 252. 2003.

ZILLER, S.R. **Análise fitossociológica de caxetais.** Dissertação de Mestrado. Curitiba. Eng. Florestal. Universidade Federal do Paraná. 101p. 1992.

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	
Deposição de folhas das espécies amostradas no primeiro ano do referente estudo em ordem decrescente.....	87
Anexo 2	
Análises de variância.....	89

## ANEXO 1

Anexo 1 Deposição de folhas das espécies amostradas no primeiro ano do referente estudo em ordem decrescente.

Espécie	% das espécies	Total (Kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )
<i>Calophyllum brasiliense</i>	51,53	2502,94
<i>Tabebuia cassinoides</i>	12,05	585,37
Restos folhas	6,78	329,65
<i>Ocotea spp</i>	3,63	176,30
<i>Clusia crinva</i>	3,12	151,5
<i>Marlierea reitzii</i>	2,70	131,41
<i>Myrcia racemosa</i>	2,44	118,56
<i>Tapirira guianensis</i>	2,28	110,76
Epífitas	1,52	73,8
<i>Myrcia insularis</i>	1,50	72,74
<i>Pouteria beaurepairei</i>	1,23	59,91
<i>Calliyptranthus rubella</i>	1,01	49,24
<i>Coussapoa microcarpa</i>	0,96	46,88
<i>Myrcia tomentosa</i>	0,88	42,82
<i>Myrcia multiflora</i>	0,91	44,04
<i>Guarea macrophylla</i>	0,89	43,15
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,88	42,8
Taquarinha ( <i>Poaceae</i> )	0,56	27,01
<i>Myrcia grandiflora</i>	0,51	24,77
Indeterminadas	0,50	24,28
<i>Tetracera oblonga</i>	0,44	21,29
<i>Sloanea guianensis</i>	0,41	19,95
Trepadeiras	0,40	19,71
<i>Posoquiria latifolia</i>	0,34	16,56
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	0,33	15,93
<i>Ilex teezans</i>	0,33	15,19
<i>Matayba guianensis</i>	0,27	13,01
<i>Siphoneugena guylfoyleiana</i>	0,26	12,52

---

<i>Eugenia sulcata</i>	0,23	11,26
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,17	8,25
<i>Protium kleinii</i>	0,18	8,13
<i>Calyptranthes lucida</i>	0,15	7,28
<i>Nectranda mollis ssp opposiyifolia.</i>	0,08	4,0
<i>Ocotea acyphylla</i>	0,08	3,92
<i>Gomidesia saueriana</i>	0,07	3,59
<i>Myrcia vagans</i>	0,06	3,00
<i>Rudgea villiflora</i>	0,05	2,31
<i>Maytenus robusta</i>	0,04	1,85
<i>Styrax glabratus</i>	0,02	1,04
<i>Endlicheria paniculata</i>	0,02	1,01
<i>Tibochina trichopoda</i>	0,01	0,52
<i>Eugenia umbelliflora</i>	0,01	0,48
<i>Allophyllus petiolatus</i>	0,01	0,44
<i>Alibertia concolor</i>	0,01	0,36

---

## ANEXOS 2

Análises de variância dos parâmetros químicos determinados nos ORGANOSSOLOS do bloco 1 e 2 da Ilha do Mel.

Análise de variância do pH

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos pH	1	13,46	0,0669**
Resíduo	3	0,002825	
TOTAL	4		

Análise de variância do K

Fontes de variação	GL	F	P
Solos Orgânicos K	1	30,31	0,0314*
Resíduo	3		
TOTAL	4		

Análise de variância do Na

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos Na	1	6,41	0,1270*
Resíduo	3		
TOTAL	4		

Análise de variância do Ca

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos Ca	1	0,00	1,0000
Resíduo	4		
TOTAL	4		

Análise de variância do Mg

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	1,99	0,2934
Resíduo	3		
TOTAL	4		

#### Análise de variância do AI

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	1,24	0,3808
Resíduo	3		
TOTAL	4		

#### Análise de variância da CTC

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	0,57	0,5297
Resíduo	3		
TOTAL	4		

#### Análise de variância do P

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	1,87	0,3048
Resíduo	3		
TOTAL	4		

## Análise de variância do C

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	4,59	0,1653
Resíduo	3		
TOTAL	4		

## Análise de variância da M.O.

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	4,59	0,1653
Resíduo	3		
TOTAL	4		

## Análise de variância do M%

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	3,41	0,2062
Resíduo	3		
TOTAL	4		

## Análise de variância do V%

Fontes de variação	GL	F	P
Solos orgânicos	1	4,66	0,1636
Resíduo	3		
TOTAL	4		

Análises de variância da serapilheira total, frações (galhos, miscelânea e elementos reprodutivos) espécies *Calophyllum brasiliense* e *Tabebuia cassinoides*, nas estações dos anos de 2001 e 2002.

Análise de variância da Serapilheira total (logaritmo)

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	2,07142	7	0,295918	53,17	0,0000*
Blocos	0,00341333	1	0,00341333	0,61	0,4364
Interação ab	0,0491333	7	0,00701905	1,26	0,2837
Resíduo	0,356183	64	0,00556536		
Total	2,55855	79			

Análise de variância das folhas

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	quadrado médio	F	P
Estações	3,37965	7	0,482807	74,99	0,0000*
Blocos	0,012	1	0,012	1,86	0,1770
Interação ab	0,07201	7	0,0102871	1,60	0,1522
Resíduo	0,41205	64	0,00643828		
Total	4,05108	79			

## Análise de variância do Galhos

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,561596	7	0,080228	3,76	0,0018*
Blocos	0,015187	1	0,0151875	0,71	0,4021
Interação ab	0,0296758	7	0,0042394	0,20	0,9847
Resíduo	1,36617	64	0,0213464		
Total	2,03152	79			

## Análise de variância dos elementos reprodutivos

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	quadrado médio	F	P
Estações	1,64241	7	0,23463	3,24	0,0052*
Blocos	0,12577	1	0,125777	1,74	0,1920
Interação ab	0,431098	7	0,0615854	0,85	0,5496
Resíduo	4,63048	64	0,0723512		
Total	6,85975	79			

## Análise de variância da Miscelânea

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	2,52603	7	0,360861	15,71	0,0000*
Blocos	0,00972	1	0,00972	0,42	0,5177
Interação ab	0,155377	7	0,0221967	0,97	0,4634
Resíduo	1,47023	64	0,0229724		
Total	4,17229	79			

Análise de variância do *Calophyllum brasiliense*

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	5,88472	7	0,840675	16,55	0,0000*
Bblocos	1,38245	1	1,38245	27,21	0,0000*
Interação ab	0,0601233	7	0,00858905	0,17	0,9905
Resíduo	3,25138	64	0,0508029		
Total	11,0108	79			

Análise de variância do *Tabebuia cassinoides*

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	quadrado médio	F	P
Estações	5,96669	7	0,852384	4,99	0,0001*
Blocos	8,5146	1	8,51468	49,89	0,0000*
Interação ab	1,20479	7	0,172113	1,01	0,4338
Resíduo	10,9232	64	0,170675		
Total	27,1112	79			

Análise de variância do *Marlierea reitzii*

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	quadrado médio	F	p
Estações	4,45518	7	0,636455	8,37	0,0000*
Blocos	1,20701	1	1,20701	15,87	0,0002*
Interação ab	0,388028	7	0,0554326	0,73	0,6483
Resíduo	4,86904	64	0,0760788		
Total	11,582	79			

Análise de variância do *Myrcia racemosa*

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	4,13091	7	0,59013	14,85	0,0000*
Blocos	0,00012	1	0,00012	0,00	0,9563
Interação ab	0,339377	7	0,0484824	1,22	0,3049
Resíduo	2,54283	64	0,0397318		
Total	7,27894	79			

Análises de variância dos macronutrientes e Na na serapilheira total e frações galhos, elementos reprodutivos e miscelânea, bem como das espécies *Calophyllum brasiliense* e *Tabebuia cassinoides*.

*Calophyllum brasiliense*

## Análise de variância Potássio

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,0948329	1	0,0948329	0,20	0,6588
Blocos	19,7579	7	2,82256	5,96	0,0005*
Interação AB	1,93389	7	0,27627	0,58	0,7626
Resíduo	10,8971	23	0,473789		
TOTAL	32,5116	38			

## Análise de variância Na nas folhas do guanandi

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estação	2,70376	1	2,70376	5,74	0,0251*
Blocos	13,4753	7	1,92505	4,09	0,0047*
INTERAÇÃO					
AB	10,6392	7	1,51989	3,23	0,0156*
RESÍDUO	10,8348	23	0,471078		
TOTAL	40,302	38			

## Análise de variância P-

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estação	0,716662	7	0,10238	0,53	0,8011
Blocos	0,0783419	1	0,0783419	0,41	0,5296
INTERAÇÃO					
AB	0,702046	7	0,100292	0,52	0,8091
RESÍDUO	4,42398	23	0,192347		
TOTAL	6,22569	38			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estação	196,884	7	28,1263	0,89	0,5331
Blocos	55,8367	1	55,8367	1,76	0,1978
INTERAÇÃO					
AB	320,889	7	45,8412	1,44	0,2364
RESÍDUO	730,333	23	31,7536		
TOTAL	1278,71	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estação	33,4566	7	4,77952	2,04	0,0925**
Blocos	1,43675	1	1,43675	0,61	0,4410
INTERAÇÃO AB	10,4268	7	1,48955	0,64	0,7206
RESÍDUO	53,7567	23	2,33725		
TOTAL	103,89	38			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estação	117,409	7	16,7727	4,32	0,0035*
Blocos	6,88677	1	6,88677	1,77	0,1958
INTERAÇÃO AB	211,38	7	30,1972	7,78	0,0001*
RESÍDUO	89,2381	23	3,87992		
TOTAL	413,692	38			

## Teores de macronutrientes e Na, nas folhas de serapilheira da caxeta

## Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	61,8046	7	8,82923	20,69	0,0000*
Blocos	2,37407	1	2,37407	5,56	0,0268*
INTERAÇÃO AB	11,8547	7	1,69486	3,97	0,0051*
RESÍDUO	10,2438	24	0,426827		
TOTAL	93,2699	39			

## Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	106,469	7	15,2099	57,98	0,0000*
Blocos	0,00513375	1	0,00513375	0,02	0,8899
INTERAÇÃO					
AB	8,50741	7	1,21534	4,63	0,0021*
RESÍDUO	6,29542	24	0,262309		
TOTAL	123,529	39			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	1,00145	7	0,143065	21,30	0,0000*
Blocos	0,00130667	1	0,00130667	0,19	0,6631
INTERAÇÃO					
AB	0,0640133	7	0,00914476	1,36	0,2662
RESÍDUO	0,1612	24	0,00671667		
TOTAL	1,30964	39			

## Análise de variância Ca - -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	873,931	7	124,847	14,48	0,0000*
Blocos	0,770667	1	0,770667	0,09	0,7676
INTERAÇÃO					
AB	214,667	7	30,6667	3,56	0,0092*
RESÍDUO	206,967	24	8,62361		
TOTAL	1351,5	39			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	159,14	7	22,7343	8,84	0,0000*
Blocos	13,6279	1	13,6279	5,30	0,0303*
INTERAÇÃO					
AB	57,2117	7	8,1731	3,18	0,0159*
RESÍDUO	61,7417	24	2,57257		
TOTAL	297,045	39			

## Análise de variância dos macronutrientes mais o Na nas folhas da serapilheira

## Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	43,086	7	6,15514	19,73	0,0000*
Blocos	3,2787	1	3,2787	10,51	0,0036*
INTERAÇÃO					
AB	6,74119	7	0,963027	3,09	0,0191*
RESÍDUO	7,17603	23	0,312001		
TOTAL	63,4236	38			

## Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	24,707	7	3,52957	38,60	0,0000*
Blocos	1,27354	1	1,27354	13,93	0,0011*
INTERAÇÃO					
AB	6,11649	7	0,873784	9,56	0,0000*
RESÍDUO	2,10327	23	0,0914464		
TOTAL	34,0504	38			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,276737	7	0,0395339	12,06	0,0000*
Blocos	0,0509415	1	0,0509415	15,54	0,0007*
INTERAÇÃO					
AB	0,129554	7	0,0185077	5,65	0,0007*
RESÍDUO	0,0754	23	0,00327826		
TOTAL	0,590159	38			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio		F	P
Estações	1315,53	7	187,933	65,86	0,0000*		
Blocos	40,7317	1	40,7317	14,27	0,0010*		
INTERAÇÃO							
AB	28,1054	7	4,01505	1,41	0,2500		
RESÍDUO	65,6283	23	2,85341				
TOTAL	1501,59	38					

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio		F	P
Estações	25,8908	7	3,69869	9,73	0,0000*		
Blocos	8,3787	1	8,3787	22,05	0,0001*		
INTERAÇÃO							
AB	19,0679	7	2,72399	7,17	0,0001*		
RESÍDUO	8,74	23	0,38				
TOTAL	70,8969	38					

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio		F	P
Estações	21,4672	7	3,06675	12,19	0,0000*		
Blocos	0,823142	1	0,823142	3,27	0,0835**		
INTERAÇÃO							
AB	8,10975	7	1,15854	4,41	0,0024*		
RESÍDUO	5,78495	23	0,25152				
TOTAL	39,3785	38					

Análise de variância dos macronutrientes mais sódio na fração galhos.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	9,68181	7	1,38312	3,25	0,0151*
Blocos	0,197615	1	0,197615	0,46	0,5024
INTERAÇÃO					
AB	2,30928	7	0,329897	0,78	0,6142
RESÍDUO	9,78871	23	0,425596		
TOTAL	22,7883	38			

Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	10,7883	7	1,54118	8,29	0,0000*
Blocos	0,0561437	1	0,0561437	0,30	0,5878
INTERAÇÃO					
AB	1,55164	7	0,221663	1,19	0,3455
RESÍDUO	4,27346	23	0,185803		
TOTAL	16,502	38			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,104605	7	0,0149436	4,42	0,0031*
Blocos	0,002463	1	0,002463	0,73	0,4021
INTERAÇÃO					
AB	0,039325	7	0,00561785	1,66	0,1684
RESÍDUO	0,07775	23	0,00338043		
TOTAL	0,20659	38			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	558,861	7	79,8373	5,15	0,0012*
Blocos	25,2344	1	25,2344	1,63	0,2149
INTERAÇÃO					
AB	102,234	7	14,6048	0,94	0,4948
RESÍDUO	356,882	23	15,5166		
TOTAL	1074,01	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	4,45116	7	0,63588	3,04	0,0203*
Blocos	0,00131868	1	0,00131868	0,01	0,9374
INTERAÇÃO					
AB	0,839869	7	0,119981	0,57	0,7693
RESÍDUO	4,805	23	0,208913		
TOTAL	10,0097	38			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	167,232	7	23,8902	5,97	0,0005*
Blocos	15,1871	1	15,1871	3,79	0,0638*
INTERAÇÃO					
AB	22,572	7	3,22456	0,81	0,5914
RESÍDUO	92,0835	23	4,00363		
TOTAL	312,056	38			

## Análise de variância dos macronutrientes mais Na na fração elementos reprodutivos

## Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	42,1632	3	14,0544	2,06	0,1267
Blocos	0,572207	1	0,572207	0,08	0,7741
INTERAÇÃO					
AB	17,1811	3	5,72703	0,84	0,4831
RESÍDUO	204,727	30	6,82424		
TOTAL	278,204	37			

## Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	5,7531	3	1,9177	12,10	0,0000*
Blocos	0,0389832	1	0,0389832	0,25	0,6235
INTERAÇÃO					
AB	1,23035	3	0,410118	2,59	0,0714**
RESÍDUO	4,75476	30	0,158492		
TOTAL	11,8853	37			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,236353	3	0,0787843	2,44	0,0839**
Blocos	0,00476338	1	0,00476338	0,15	0,7037
INTERAÇÃO					
AB	0,189922	3	0,0633075	1,96	0,1414
RESÍDUO	0,969472	30	0,0323157		
TOTAL	1,45928	37			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	619,752	3	206,584	2,96	0,0480*
Blocos	23,3165	1	23,3165	0,33	0,5675
INTERAÇÃO					
AB	41,0489	3	13,683	0,20	0,8982
RESÍDUO	2092,86	30	69,7622		
TOTAL	2824,18	37			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	5,38942	3	1,79647	2,28	0,1001
Blocos	0,61235	1	0,61235	0,78	0,3855
INTERAÇÃO AB	4,64721	3	1,54907	1,96	0,1409
RESÍDUO	23,6838	30	0,789461		
TOTAL	35,4171	37			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	101,333	3	33,7775	1,09	0,3697
Blocos	5,65803	1	5,65803	0,18	0,6727
INTERAÇÃO AB	82,8684	3	27,6228	0,89	0,4581
RESÍDUO	932,318	30	31,0773		
TOTAL	1093,55	37			

Análise de variância dos teores de macronutrientes mais Na na fração miscelânea da serapilheira.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio	F	P
Estações	28,9612	7	4,13731	14,34	0,0000*	
Blocos	0,180027	1	0,180027	0,62	0,4358	
RESÍDUO	8,65617	30	0,288539			
TOTAL	38,9747	38				

Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio	F	P
Estações	19,3125	7	2,75892	1,70	0,1474	
Blocos	0,801719	1	0,801719	0,49	0,4878	
RESÍDUO	48,7484	30	1,62495			
TOTAL	69,1793	38				

Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,461799	7	0,0659713	3,19	0,0120*	
Blocos	0,0115688	1	0,0115688	0,56	0,4602	
RESÍDUO	0,620131	30	0,020671			
TOTAL	1,09397	38				

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	1297,94	7	185,42	28,54	0,0000*
Blocos	14,649	1	14,649	2,25	0,1437
RESÍDUO	194,929	30	6,49763		
TOTAL	1516,9	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	70,6829	7	10,0976	17,07	0,0000*
Blocos	0,249378	1	0,249378	0,42	0,5211
RESÍDUO	17,7461	30	0,591537		
TOTAL	88,5897	38			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	378,613	7	54,0876	21,37	0,0000*
Blocos	18,5582	1	18,5582	7,33	0,0111*
RESÍDUO	75,9198	30	2,53066		
TOTAL	466,377	38			

Análise de variância das quantidades de macronutrientes mais Na nas folhas da serapilheira do guanandi.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	113,547	7	16,2211	26,93	0,0000*
Blocos	6,61117	1	6,61117	10,98	0,0030*
INTERAÇÃO	-				
AB	11,3654	7	1,62363	2,70	0,0340*
RESÍDUO	13,8521	23	0,602266		
TOTAL	137,731	38			

Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	18,2693	7	2,6099	71,63	0,0000*
Blocos	2,32238	1	2,32238	63,74	0,0000*
INTERAÇÃO					
AB	2,64133	7	0,377333	10,36	0,0000*
RESÍDUO	0,838025	23	0,0364359		
TOTAL	22,8326	38			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	1,25882	7	0,179832	38,70	0,0000*
Blocos	0,0955411	1	0,0955411	20,56	0,0001*
INTERAÇÃO					
AB	0,167362	7	0,0239088	5,14	0,0012*
RESÍDUO	0,106888	23	0,0046473		
TOTAL	1,50931	38			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	196,884	7	28,1263	0,89	0,5331
Blocos	55,8367	1	55,8367	1,76	0,1978
INTERAÇÃO					
AB	320,889	7	45,8412	1,44	0,2364
RESÍDUO	730,333	23	31,7536		
TOTAL	1278,71	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	33,4566	7	4,77952	2,04	0,0925**
Blocos	1,43675	1	1,43675	0,61	0,4410
INTERAÇÃO					
AB	10,4268	7	1,48955	0,64	0,7206
RESÍDUO	53,7567	23	2,33725		
TOTAL	103,89	38			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	117,409	7	16,7727	4,32	0,0035*
Blocos	6,88677	1	6,88677	1,77	0,1958
INTERAÇÃO					
AB	211,38	7	30,1972	7,78	0,0001*
RESÍDUO	89,2381	23	3,87992		
TOTAL	413,692	38			

Análise de variância das quantidades de macronutrientes mais Na nas folhas da serapilheira da caxeta.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	7,84186	7	1,12027	14,87	0,0000*
Blocos	6,06744	1	6,06744	80,53	0,0000*
INTERAÇÃO					
AB	5,84864	7	0,83552	11,09	0,0000*
RESÍDUO	1,8082	24	0,0753417		
TOTAL	24,8454	39			

Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	11,3294	7	1,61849	152,55	0,0000*
Blocos	5,55713	1	5,55713	523,78	0,0000*
INTERAÇÃO					
AB	6,46816	7	0,924023	87,09	0,0000*
RESÍDUO	0,254633	24	0,0106097		
TOTAL	27,7179	39			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,0880692	7	0,0125813	13,69	0,0000*
Blocos	0,0703495	1	0,0703495	76,57	0,0000*
INTERAÇÃO					
AB	0,0500232	7	0,00714617	7,78	0,0001*
RESÍDUO	0,0220505	24	0,000918771		
TOTAL	0,262805	39			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	260,647	7	37,2353	48,38	0,0000*
Blocos	199,819	1	199,819	259,60	0,0000*
INTERAÇÃO					
AB	156,09	7	22,2986	28,97	0,0000*
RESÍDUO	18,4731	24	0,769715		
TOTAL	732,738	39			

## Análise de variância Mg-

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	18,5623	7	2,65176	24,76	0,0000*
Blocos	16,3125	1	16,3125	152,32	0,0000*
INTERAÇÃO					
AB	14,1604	7	2,02292	18,89	0,0000*
RESÍDUO	2,57018	24	0,107091		
TOTAL	59,508	39			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	87,9661	7	12,5666	80,28	0,0000*
Blocos	79,6378	1	79,6378	508,73	0,0000*
INTERAÇÃO					
AB	54,6352	7	7,80503	49,86	0,0000*
RESÍDUO	3,75705	24	0,156544		
TOTAL	259,585	39			

Análise de variância das quantidades de macronutrientes mais Na nas folhas da serapilheira.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	117,312	7	16,7588	25,07	0,0000*
Blocos	7,67087	1	7,67087	11,47	0,0025*
INTERAÇÃO					
AB	10,6652	7	1,5236	2,28	0,0643**
RESÍDUO	15,3752	23	0,668487		
TOTAL	151,592	38			

Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	136,398	7	19,4855	60,42	0,0000*
Blocos	2,22776	1	2,22776	6,91	0,0150*
INTERAÇÃO					
AB	12,9319	7	1,84741	5,73	0,0006*
RESÍDUO	7,41705	23	0,32248		
TOTAL	163,584	38			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	1,53934	7	0,219905	22,98	0,0000*
Blocos	0,102033	1	0,102033	10,66	0,0034*
INTERAÇÃO					
AB	0,512718	7	0,0732455	7,65	0,0001*
RESÍDUO	0,220117	23	0,00957029		
TOTAL	2,76088	38			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	4756,83	7	679,547	36,60	0,0000*
Blocos	66,2068	1	66,2068	3,57	0,0717**
INTERAÇÃO					
AB	268,694	7	38,3848	2,07	0,0893**
RESÍDUO	427,025	23	18,5663		
TOTAL	5720,68	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	302,225	7	43,175	24,95	0,0000*
Blocos	5,67082	1	5,67082	3,28	0,0834**
INTERAÇÃO					
AB	18,8529	7	2,69327	1,56	0,1986
RESÍDUO	39,8055	23	1,73068		
TOTAL	374,953	38			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	1604,87	7	229,267	40,86	0,0000*
Blocos	2,03058	1	2,03058	0,36	0,5533
INTERAÇÃO					
AB	78,4866	7	11,2124	2,00	0,0995**
RESÍDUO	129,055	23	5,61109		
TOTAL	1934,95	38			

Análise de variância das quantidades de macronutrientes mais Na na fração galhos da serapilheira.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,0444791	7	0,00635415	1,84	0,1247
Blocos	0,00178676	1	0,00178676	0,52	0,4784
INTERAÇÃO					
AB	0,0224304	7	0,00320434	0,93	0,5018
RESÍDUO	0,0827083	24	0,00344618		
TOTAL	0,16355	39			

Análise de variância Na -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,0714399	7	0,0102057	7,51	0,0001*
Blocos	0,000581275	1	0,000581275	0,43	0,5193
INTERAÇÃO					
AB	0,0117878	7	0,00168396	1,24	0,3208
RESÍDUO	0,0326083	24	0,00135868		
TOTAL	0,11696	39			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,00191159	7	0,000273085	8,03	0,0000*
Blocos	0,0000141176	1	0,0000141176	0,41	0,5256
INTERAÇÃO					
AB	0,00025942	7	0,00003706	1,09	0,4008
RESÍDUO	0,000816667	24	0,0000340278		
TOTAL	0,00284	39			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	1,98156	7	0,28308	1,17	0,3596
Blocos	0,364972	1	0,364972	1,50	0,2326
INTERAÇÃO					
AB	1,51569	7	0,216528	0,89	0,5289
RESÍDUO	5,58465	23	0,242811		
TOTAL	9,92777	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,0734846	7	0,0104978	2,98	0,0212*
Blocos	0,000494216	1	0,000494216	0,14	0,7112
INTERAÇÃO					
AB	0,022848	7	0,00326401	0,93	0,5035
RESÍDUO	0,084475	24	0,00351979		
TOTAL	0,20376	39			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	1,70563	7	0,243662	4,27	0,0034*
Blocos	0,26144	1	0,26144	4,58	0,0427*
INTERAÇÃO					
AB	0,314938	7	0,0449912	0,79	0,6040
RESÍDUO	1,36991	24	0,0570795		
TOTAL	3,59408	39			

Análise de variância das quantidades de macronutrientes mais Na na fração elementos reprodutivos da serapilheira.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,352396	3	0,117465	37,60	0,0000*
Blocos	0,0198072	1	0,0198072	6,34	0,0172*
INTERAÇÃO					
AB	0,122134	3	0,0407113	13,03	0,0000*
RESÍDUO	0,096845	31	0,00312403		
TOTAL	0,665031	38			

Análise de variância Na-

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,00534778	3	0,00178259	18,09	0,0000*
Blocos	0,000263546	1	0,000263546	2,67	0,1121
INTERAÇÃO					
AB	0,00111533	3	0,000371777	3,77	0,0204*
RESÍDUO	0,003055	31	0,0000985484		
TOTAL	0,00956923	38			

## Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,00334969	3	0,00111656	9,99	0,0001*
Blocos	0,0000549673	1	0,0000549673	0,49	0,4883
INTERAÇÃO					
AB	0,00122667	3	0,000408889	3,66	0,0229*
RESÍDUO	0,00346333	31	0,00011172		
TOTAL	0,00835897	38			

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,788053	3	0,262684	6,34	0,0018*
Blocos	0,000180147	1	0,000180147	0,00	0,9479
INTERAÇÃO					
AB	0,131003	3	0,0436677	1,05	0,3829
RESÍDUO	1,28479	31	0,0414449		
TOTAL	2,13734	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,0202802	3	0,00676006	4,66	0,0084*
Blocos	0,00195614	1	0,00195614	1,35	0,2544
INTERAÇÃO					
AB	0,0106575	3	0,00355252	2,45	0,0822*
RESÍDUO	0,04497	31	0,00145065		
TOTAL	0,0806359	38			

## Análise de variância N -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,961295	3	0,320432	9,14	0,0002*
Blocos	0,0311176	1	0,0311176	0,89	0,3534
INTERAÇÃO					
AB	0,603313	3	0,201104	5,74	0,0030*
RESÍDUO	1,08687	31	0,0350602		
TOTAL	2,7723	38			

Análise de variância das quantidades de macronutrientes mais Na na fração miscelânea da serapilheira.

Análise de variância K -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,0759128	7	0,0108447	5,85	0,0002*	
Blocos	0,00744727	1	0,00744727	4,02	0,0541**	
RESÍDUO	0,0556177	30	0,00185392			
TOTAL	0,154774	38				

Análise de variância Na-

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,00912591	7	0,0013037	1,02	0,4377	
Blocos	0,000172841	1	0,000172841	0,14	0,7157	
RESÍDUO	0,0383488	30	0,00127829			
TOTAL	0,0481744	38				

Análise de variância P -

Fontes de variação	soma dos quadrados		GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,00599531	7	0,000856472	4,47	0,0017*	
Blocos	0,000295568	1	0,000295568	1,54	0,2241	
RESÍDUO	0,00575443	30	0,000191814			
TOTAL	0,0122308	38				

## Análise de variância Ca -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	3,80683	7	0,543832	5,24	0,0005*
Blocos	0,00840727	1	0,00840727	0,08	0,7778
Resíduo	3,11065	30	0,103688		
Total	6,92407	38			

## Análise de variância Mg -

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	0,242649	7	0,0346642	6,47	0,0001*
Blocos	0,00259102	1	0,00259102	0,48	0,4920
Resíduo	0,160646	30	0,00535485		
Total	0,407	38			

## Análise de variância N-

Fontes de variação	soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Estações	4,47461	7	0,639231	7,61	0,0000*
Blocos	0,0336291	1	0,0336291	0,40	0,5318
RESÍDUO	2,52157	30	0,0840524		
TOTAL	7,0655	38			