

RICARDO MIRANDA DE BRITZ

**CICLAGEM DE NUTRIENTES MINERAIS EM DUAS
FLORESTAS DA PLANÍCIE LITORÂNEA DA ILHA DO
MEL, PARANAGUÁ, PR.**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Agronomia, área de
concentração em Ciências do Solo, Setor de
Ciências Agrárias, Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial à obtenção do
grau de Mestre - Orientador: Prof. Dr. Carlos
Bruno Reissmann.**

CURITIBA

1994

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CIÊNCIA DO SOLO
"MESTRADO"**

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentado pelo candidato **RICARDO MIRANDA DE BRITZ**, com o título: "**Ciclagem de nutrientes Minerais em duas Florestas da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR.**" para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação com o conceito "**A**" completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 12 de dezembro de 1994.


Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, Presidente.


Prof. Dr. Wellington Braz Carvalho Delitti, Iº Examinador.


Prof. Dra. Celina Wisniewski Koehler, IIº Examinador.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, pela orientação, incentivo e amizade, tanto neste trabalho quanto nos que o precederam.

Ao amigo, Prof. Sandro Menezes Silva, pelos 10 anos de pesquisa, principalmente na Ilha do Mel, pelo companheirismo e pela revisão do manuscrito.

Aos co-orientadores, Profs. Dr. Arthur dos Santos Filho e Henrique Soares Koehler, pelo apoio, sugestões e correções feitas ao manuscrito.

A Prof. Dr. Celina Wisniewski Koehler, pela revisão minuciosa do manuscrito e preciosas sugestões.

Aos amigos, Simone Ferreira de Athayde, Roberto Xavier de Lima e Ruth Maria Bianchini de Quadros, companheiros neste trabalho, pelo tempo que passamos juntos tanto em campo como no laboratório.

Ao curso de Pós-graduação em agronomia, área de concentração em Ciência do Solo, da UFPR, pela acolhida e oportunidade de realização deste trabalho.

Aos companheiros de curso, em especial, Ana Rosa, Lucimeris, Tangriane, Irineu, Ricardo e Adriano.

Aos professores do departamento de Solos, pela cordialidade e conhecimentos transmitidos.

Aos Laboratórios de Nutrição Mineral de Plantas, de Física e Química dos Solos e nas pessoas de Aldair Marty Munhoz e Rui Barbosa da Silva, pela orientação e apoio na realização das análises.

Aos funcionários da Biblioteca do Setor de Ciências Agrárias.

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, pela bolsa de estudo concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo auxílio financeiro.

A minha mãe e família, que seguram "todas", pelo afeto e amor que compartilhamos.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	v
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	03
2.1 CLIMA	03
2.2 GEOMORFOLOGIA	04
2.3 SOLOS	05
2.4 VEGETAÇÃO	07
2.5 CICLAGEM DE NUTRIENTES	11
2.5.1 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA	15
2.5.2 TEORES E QUANTIDADES DE NUTRIENTES TRANSFERIDOS PELA SERAPILHEIRA	18
2.5.3 HORIZONTES ORGÂNICOS	20
2.5.4 PRECIPITAÇÕES	23
2.5.5 TEORES DE NUTRIENTES NA ÁGUA	25
2.6 CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSSISTEMAS DE RESTINGA	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	30
3.2 ÁREA DE AMOSTRAGEM	34
3.3 CLIMA	40

3.4 SOLOS	41
3.5 REGIME HÍDRICO	42
3.6 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA	43
3.7 HORIZONTES ORGÂNICOS	47
3.8 ANÁLISES QUÍMICAS	49
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
4 RESULTADOS	51
4.1 CLIMA	51
4.2 SOLOS	52
4.2.1 CLASSIFICAÇÃO	52
4.2.2 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	52
4.2.3 ANÁLISES QUÍMICAS	52
4.3 REGIME HÍDRICO	55
4.3.1 PRECIPITAÇÕES	55
4.3.2 NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	57
4.3.3 TEORES DE NUTRIENTES DA ÁGUA	57
4.3.4 QUANTIDADES DE NUTRIENTES NAS PRECIPITAÇÕES	60
4.4 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA	60
4.4.1 TEORES DE NUTRIENTES NA SERAPILHEIRA	76
4.4.2 QUANTIDADES DE NUTRIENTES TRANSFERIDOS PELA SERAPILHEIRA	79
4.5 QUANTIDADES DE NUTRIENTES DEPOSITADOS NO SOLO DA FLORESTA	82
4.6 TEORES DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES	83
4.7 HORIZONTES ORGÂNICOS	88

5. DISCUSSÃO	97
5.1 CLIMA	97
5.2 SOLOS	101
5.3 REGIME HÍDRICO	106
5.3.1 PRECIPITAÇÕES	106
5.3.2 TEORES DE NUTRIENTES DA ÁGUA	108
5.3.3 LENÇOL FREÁTICO	110
5.3.4 QUANTIDADES DE NUTRIENTES NAS PRECIPITAÇÕES	113
5.4 SERAPILHEIRA	117
5.4.1 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA	117
5.4.2 VARIAÇÃO ESTACIONAL DA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA	119
5.4.3 CONCENTRAÇÕES E TRANSFERÊNCIA DE NUTRIENTES AO SOLO FLORESTAL	122
5.4.4 QUANTIDADES DE NUTRIENTES MINERAIS TRANSFERIDOS PELA SERAPILHEIRA	141
5.5 TEORES DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES	150
5.6 QUANTIDADES DE NUTRIENTES DEPOSITADOS NO SOLO DA FLORESTA	151
5.7 HORIZONTES ORGÂNICOS	154
5.7.1 MORFOLOGIA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS	154
5.7.2 NUTRIENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS	156
6 CONCLUSÕES	161
7 ANEXOS	165
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	221

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA	PÁGINA
01 - MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DA ILHA DO MEL, NO LITORAL PARANAENSE E FOTO DE SATÉLITE FOCALIZANDO A ILHA DO MEL NA ENTRADA DA BAÍA DE PARANAGUÁ	31
02 - ÁREA DE REALIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM	33
03 - VISTA GERAL DO INTERIOR DA FLORESTA NA RESTINGA BAIXA	35
04 - VISTA GERAL DO INTERIOR DA FLORESTA NA RESTINGA ALTA	37
05 - CROQUI ILUSTRANDO A DISPOSIÇÃO DA AMOSTRAGEM NAS DUAS ÁREAS DE ESTUDO	39
06 - VISTA DA AMOSTRAGEM DOS PLUVIÔMETROS DE FORA DA MATA	45
07 - VISTA DO COLETOR DE SERAPILHEIRA NA RESTINGA BAIXA	45
08 - DEPOSIÇÃO SAZONAL DA FRAÇÃO FOLHAS DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA RESTINGA BAIXA	72
09 - DEPOSIÇÃO SAZONAL DA FRAÇÃO FOLHAS DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA RESTINGA ALTA	74
10 - VISTA DA PARTE SUPERIOR DO PERFIL DO SOLO, MOSTRANDO O HORIZONTE ORGÂNICO NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	91
11- SEPARAÇÃO DOS HORIZONTES ORGÂNICOS	95
12 - COMPARAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES (P.MED.) E TEMPERATURAS MÉDIAS (T.MED.) MENSAIS DO PERÍODO DE 1948/1988, COM O PERÍODO DESTA ESTUDO	98
13- BALANÇO HÍDRICO SEQUÊNCIAL, PARA O PERÍODO DE 1988 A 1993	99
14 - VARIAÇÃO SAZONAL DE INTERCEPTAÇÃO EM %, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	107
15 - VALORES SAZONAIS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL E PRECIPITAÇÃO INTERNA NA RESTINGA BAIXA E ALTA	107
16 - TEORES DE NUTRIENTES NA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO (LF), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) E PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT), NA RESTINGA BAIXA E ALTA	112
17 - VOLUME DA PRECIPITAÇÃO TOTAL (MM) E PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO (CM) NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA, NOS DOIS ANOS DE AMOSTRAGEM	112
18 - QUANTIDADES DE NUTRIENTES EM KG/HA, DEPOSITADOS NA COBERTURA VEGETAL ATRAVÉS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL	115
19 - QUANTIDADES DE P, FE E ZN, EM KG/HA, DEPOSITADOS NO SOLO FLORESTAL DA RESTINGA BAIXA E ALTA, ATRAVÉS DA PRECIPITAÇÃO INTERNA	115
20 - QUANTIDADES DE CA, MG E K, EM KG/HA, DEPOSITADOS NO SOLO FLORESTAL DA RESTINGA BAIXA E ALTA, ATRAVÉS DA PRECIPITAÇÃO INTERNA	116
21 - QUANTIDADES TOTAIS DE NUTRIENTES DEPOSITADOS ATRAVÉS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO DOSSEL DA FLORESTA E PRECIPITAÇÃO INTERNA NAS RESTINGA BAIXA E ALTA, PARA O ANO DE 1992	116

22 - PERCENTUAIS MÉDIOS DAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA NAS DUAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM	120
23 - DEPOSIÇÃO SAZONAL DE SERAPILHEIRA, EM KG/HA, NO PERÍODO DE 2 ANOS, NAS DUAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM	120
24 - DEPOSIÇÃO MENSAL DAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA, EM KG/HA, NAS DUAS ÁREAS AMOSTRADAS	121
25 - TEORES MÉDIOS DE NUTRIENTES, EM G/100G M.S., NAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA NAS DUAS ÁREAS AMOSTRADAS	125
26 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES, EM G/100G M.S., DA FRAÇÃO FOLHAS, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	126
27 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES, EM G/100G M.S., DA FRAÇÃO RAMOS, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	127
28 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES, EM G/100G M.S., DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	128
29 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MACRONUTRIENTES, EM G/100G M.S., DA FRAÇÃO MISCELÂNEA, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	129
30 - TEORES MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES, AL E SI, EM UG/G M.S., NAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA NAS DUAS ÁREAS AMOSTRADAS	131
31 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES, AL E SI, EM UG/G M.S., DA FRAÇÃO FOLHAS, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	133
32 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES, AL E SI, EM UG/G M.S., DA FRAÇÃO RAMOS, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	135
33 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES, AL E SI, EM UG/G M.S., DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	137
34 - VARIAÇÃO BIMESTRAL DOS TEORES DE MICRONUTRIENTES, AL E SI EM UG/G M.S., DA FRAÇÃO MISCELÂNEA, NA RESTINGA BAIXA E ALTA	139
35 - QUANTIDADES ANUAIS DE MACRONUTRIENTES, EM KG/HA, E MICRONUTRIENTES, EM G/HA, DEPOSITADAS NO SOLO DAS DUAS ÁREAS ESTUDADAS	142
36 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES, EM KG/HA, E CURVA DE DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA, DEPOSITADAS NO SOLO DAS DUAS ÁREAS ESTUDADAS	143
37 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, AL E SI, EM G/HA, E CURVA DE DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA, DEPOSITADAS NO SOLO DAS DUAS ÁREAS ESTUDADAS	144
38 - QUANTIDADES DE MACRONUTRIENTES DEPOSITADOS ANUALMENTE PELAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA NAS DUAS ÁREAS ESTUDADAS	146
39 - QUANTIDADES DE MICRONUTRIENTES, AL E SI DEPOSITADOS ANUALMENTE PELAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA NA RESTINGA BAIXA E ALTA	147

40 - DEPOSIÇÃO ANUAL DE MACRO E MICRONUTRIENTES, EM
KG/HA/ANO, DA PRECIPITAÇÃO TOTAL, PRECIPITAÇÃO
INTERNA E SERAPILHEIRA NA RESTINGA BAIXA E ALTA

153

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
01 - VALORES ANUAIS DE PRECIPITAÇÃO (P), EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (EP) , EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL (ER), EXCEDENTE HÍDRICO (EH), DEFICIÊNCIA HÍDRICA (DH), UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DO SOLO (UAS) E REPOSIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (RAS), EM mm, DOS ANOS DE 1989 A 1993	52
02 - TEORES TOTAIS DOS ELEMENTOS NOS SOLOS, EXPRESSOS EM g/100g M.S.E ug/g	54
03 - VALORES MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), INTERCEPTAÇÃO, EXPRESSOS EM MILÍMETROS E PERCENTAGEM DE INTERCEPTAÇÃO EM RELAÇÃO A PRECIPITAÇÃO TOTAL	56
04 - CONCENTRAÇÃO MENSAL DOS ELEMENTOS MINERAIS CONTIDOS NA ÁGUA DA PRECIPITAÇÃO TOTAL, PRECIPITAÇÃO INTERNA E LENÇOL FREÁTICO, EXPRESSOS EM ug/g	58
05 - QUANTIDADES MENSAIS DE NUTRIENTES ESTIMADOS NA ÁGUA DA PRECIPITAÇÃO TOTAL E PRECIPITAÇÃO INTERNA, EXPRESSO EM kg/ha E PRECIPITAÇÃO (PREC.) EM mm	61
06 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DE SERAPILHEIRA TOTAL (Kg/ha)	63
07 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO AO TOTAL DAS FRAÇÕES	64
08 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO A SERAPILHEIRA TOTAL	65
09 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO A SERAPILHEIRA TOTAL	66
10 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO A SERAPILHEIRA TOTAL	67
11 - PRODUÇÃO POR ESPÉCIE (Kg/ha) DA FRAÇÃO FOLHAS REFERENTE A RESTINGA BAIXA, E O PERCENTUAL EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL DE FOLHAS	70
12 - PRODUÇÃO POR ESPÉCIE (Kg/ha) DA FRAÇÃO FOLHAS REFERENTE A RESTINGA ALTA, E O PERCENTUAL EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL DE FOLHAS	71
13 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA ANUAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E MICRONUTRIENTES, SI E Al (em ug/g M.S.) DAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA.	78
14 - ESTIMATIVA DAS QUANTIDADES ANUAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha) RETORNADA NAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA E SEU PERCENTUAL EM RELAÇÃO AO TOTAL	80
15 - ESTIMATIVA DAS QUANTIDADES ANUAIS DE MICRONUTRIENTES (g/ha) RETORNADA NAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA E SEU PERCENTUAL EM RELAÇÃO	81

16 - QUANTIDADE DE NUTRIENTES EM Kg/ha DEPOSITADAS ANUALMENTE NO SOLO DA FLORESTA ATRAVÉS DA SERAPILHEIRA E DA PRECIPITAÇÃO INTERNA.	82
17 - TEOR DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA RESTINGA BAIXA EXPRESSOS, EM g/100g E ug/g.	84
18 - TEOR DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA RESTINGA ALTA, EXPRESSOS, EM g/100g E ug/g	86
19 - CLASSIFICAÇÃO E PESOS MÉDIOS DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DAS AMOSTRAS COLETADAS NAS DUAS ÁREAS DE ESTUDO, EM GRAMAS	89
20 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM g/100g E ug/g DA M.S	90
21 - MÉDIA DE MACRO E MICRONUTRIENTES DA SERAPILHEIRA E DO HORIZONTE ORGÂNICO DA SUPERFÍCIE EM g/100g E ug/g DA M.S.	90

LISTA DE ANEXOS

TABELAS	PÁGINAS
A01 - MÉDIAS MENSAIS E ANUAIS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS COMPENSADAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS (°C), PARA A REGIÃO DE PARANAGUÁ	165
A02 - MÉDIAS MENSAIS E ANUAIS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm) NO PERÍODO DE 1948 A 1988, E TOTAIS MENSAIS E ANUAIS PARA OS ANOS DE 1989 A 1993, PARA A REGIÃO DE PARANAGUÁ	165
A03 - MÉDIAS MENSAIS E ANUAIS PARA A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) E EVAPORAÇÃO À SOMBRA (EVAPORÍMETRO DE PICHE, mm) NO PERÍODO DE 1948 À 1988 E UMIDADE RELATIVA DO AR PARA OS ANOS DE 1991 À 1993, PARA A REGIÃO DE PARANAGUÁ	166
A04 - MINERAIS OCORRENTES NOS SEDIMENTOS ARENOSOS DA ILHA DO MEL	166
A05 - DESCRIÇÃO GERAL DOS PERFIS DE SOLO	167
A06 - CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS	169
A07 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS	169
A08 - ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES AMOSTRADAS NA RESTINGA BAIXA E ALTA E SEUS PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS EM ORDEM DECRESCENTE DE VI	170
A09 - VALORES MÉDIOS QUINZENAIS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), E INTERCEPTAÇÃO Í, EXPRESSOS EM mm, E PERCENTAGEM DE INTERCEPTAÇÃO EM RELAÇÃO A PRECIPITAÇÃO TOTAL	171
A10 - MEDIDAS DA PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	173
A11 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON, ENTRE PARÂMETROS CLIMÁTICOS E DE DEPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA	174
A12 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA A PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) E PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	174
A13 - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO PESO TOTAL E FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA (ANOS 1 E 2)	175
A14 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FOLHAS PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	176
A15 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO RAMOS PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	178
A16 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	180

A17	- CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO MISCELÂNEA PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	182
A18	- ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS E RAMOS DA SERAPILHEIRA	184
A19	- CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL DE MICRONUTRIENTES E Si (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FOLHAS PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	185
A20	- CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL DE MICRONUTRIENTES E Si (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO RAMOS PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	187
A21	- CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL E MICRONUTRIENTES E Si (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	189
A22	- CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL E MICRONUTRIENTES E Si (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO MISCELÂNEA PRODUZIDA NA SERAPILHEIRA	191
A23	- ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE MICRONUTRIENTES, Si E Al NAS FOLHAS DA SERAPILHEIRA	193
A24	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.	194
A25	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	195
A26	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	196
A27	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	197
A28	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha), RETORNADA COM O TOTAL DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	198
A29	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	199
A30	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	200
A31	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	201
A32	- QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	202

A33 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM O TOTAL DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA	203
A34 - CLASSIFICAÇÃO E PESOS DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DAS AMOSTRAS COLETADAS NAS DUAS ÁREAS DE ESTUDO.	204
A35 - TEORES DE MACRONUTRIENTES EM g/100g M.S. E MICRONUTRIENTES EM ug/g M.S., DE TODAS AS AMOSTRAS DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DO SOLO.	205
A36 - TEORES (ug/g) DE ELEMENTOS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) DE DIVERSAS REGIÕES DO MUNDO	207
A37 - QUANTIDADES DE NUTRIENTES MINERAIS (kg/ha/ano) DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA (PT) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) DE DIVERSAS REGIÕES DO MUNDO	209
A38 - DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA E MACRONUTRIENTES EM ALGUMAS FORMAÇÕES FLORESTAIS BRASILEIRAS	213
A39 - CONCENTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES E Al (ug/g) DA SERAPILHEIRA EM DIFERENTES ECOSISTEMAS	215
A40 - TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES MINERAIS DE FLORESTAS TROPICAIS, AGRUPADOS SEGUNDO A FERTILIDADE DOS SOLOS, SEGUNDO VITOUSEK & SANFORD (1986)	217
A41 - DEPOSIÇÃO DE MICRONUTRIENTES E Al COM A SERAPILHEIRA EM ALGUMAS FORMAÇÕES FLORESTAIS BRASILEIRAS	217
A42 - QUANTIDADE TOTAL (SERAPILHEIRA + PRECIPITAÇÃO INTERNA, EM kg/ha/ano) E PERCENTUAL DE ELEMENTOS QUE DEPOSITAM NO SOLO ATRAVÉS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL E INTERNA E DA SERAPILHEIRA EM DIVERSOS ECOSISTEMAS	219

RESUMO

Foi estudada a ciclagem de nutrientes de duas formações vegetais características dos cordões arenosos da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, Paraná. Caracterizam-se por ocorrerem próximas uma da outra, sendo denominadas "restinga baixa" e "restinga alta", correspondendo a formações com o estrato arbóreo superior com alturas variando entre 8/15 metros e 15/25 metros, respectivamente. Enquanto a primeira ocorre nas partes mais elevadas dos cordões em local mais seco, a segunda ocorre nas depressões onde freqüentemente há o afloramento do lençol freático. Foram avaliadas a entrada de nutrientes pela água da chuva, a lixiviação de nutrientes das copas, e as saídas de nutrientes através do lençol freático, a composição química das espécies mais importantes, a produção de serapilheira, os horizontes orgânicos desenvolvidos no piso da floresta, os solos e a variação no nível do lençol freático. Os solos das áreas estudadas foram classificados como Podzol de textura arenosa, onde a profundidade do horizonte B espódico estava relacionado à faixa de oscilação do lençol freático. A matéria orgânica foi a principal responsável pela retenção de íons no solo, uma vez que no horizonte A1, ocorre uma quantidade maior de nutrientes disponíveis. Os solos das duas áreas de restinga, caracterizam-se pela, baixa CTC com poucos sítios para retenção de íons e por serem distróficos e fortemente ácidos. Embora a fertilidade dos solos seja considerada bastante baixa, a vegetação principalmente da restinga alta apresenta-se bem desenvolvida, apresentando mecanismos eficientes de conservação de nutrientes, dentre os quais: a presença de uma rede de raízes penetrando na serapilheira superficial, recuperando rapidamente os nutrientes das folhas caídas e da chuva antes que ocorra lixiviação; caráter perenifolio; capacidade de translocar nutrientes antes da abscisão foliar e eficiência elevada na utilização de nutrientes pela vegetação. Além destes mecanismos a vegetação da restinga, apresenta um aporte de nutrientes provenientes do oceano, através da água da chuva e da deposição seca na copa das árvores, que são prontamente incorporados ao sistema. Devido a formação recente da planície costeira da área estudada na ilha do Mel (menos de 5.000 anos), as duas formações vegetais desenvolveram-se simultaneamente, somente que em processo sucessional diverso, onde o maior desenvolvimento da restinga alta está relacionado a maior umidade do solo. O processo de ciclagem de nutrientes é semelhante nas duas áreas, evidenciado pelo comportamento bastante próximo no que diz respeito a sazonalidade da deposição de serapilheira, e os teores de nutrientes nos compartimentos estudados. A diferença entre as áreas, está relacionada a maior produtividade primária líquida da restinga alta, refletida em uma deposição mais elevada de serapilheira e conseqüentemente de nutrientes, maior acúmulo de nutrientes no solo através da matéria orgânica e maior acúmulo de nutrientes na biomassa vegetal.

ABSTRACT

The nutrient cycling on two forest "restinga forests" of quaternary coastal sediments of Ilha do Mel, Paranaguá, Paraná, was studied. In the "short restinga" forest, developed on the top of an beach ridge in the drier soil, the trees were 8-15 m high. In the depressions between ridges with a moister soil the height of the canopy was 15-25 m. The soil was classified as a Podzol (Spodosol) of sandy texture, with the depth of the spodic horizon varying according with the water table depth. Organic matter content of the A horizon was the most important factor for ion retention. In spite of the very low water holding, cation exchange capacity and overall soil fertility level, forest growth was good due to nutrient conserving mechanisms such as the mat of roots and decomposing organic matter developed over the soil surface, very effective nutrient retranslocation, high efficiency in nutrient utilisation and evergreenness salt spraying from the nearby ocean was an important nutrient source. The seasonal pattern of litterfall and nutrient level in the compartments studied were similar for both forests, the "tall restinga forest" had higher biomass and total amount litterfall as well as organic matter content in the A horizon.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o incremento dos investimentos em políticas de consumo, visando atender a demanda da população e o crescimento econômico, tem como consequência imediata, o aumento na exploração e utilização dos recursos naturais em todo o planeta.

A ocupação dos espaços é feita aleatoriamente, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, sem levar em consideração as características ambientais e as populações tradicionais que coabitam nestes locais.

Recursos e valores que hoje não são economicamente mensuráveis, tais como solos, água, ar, diversidade biológica e cultural, são imprescindíveis à manutenção da qualidade de vida do ser humano.

Especificamente em relação ao manejo ou mesmo exploração das florestas naturais não são levados em consideração aspectos estruturais, de funcionamento, hidrológicos, biológicos, estéticos, de usos múltiplos, dentre outros.

Desta forma, cresce a necessidade do planejamento ambiental, enfocando aspectos de conservação e de sustentabilidade, embasados no conhecimento científico dos ecossistemas.

Para o manejo adequado de qualquer ecossistema, dados sobre sua produtividade, são de grande valia para o planejamento das ações à serem executadas. Para a ecologia vegetal, é importante a produtividade primária, ou seja, a quantidade de matéria orgânica produzida pela cobertura vegetal por unidades de área e tempo (ODUM,1988).

Os fatores mais importantes para o controle da produtividade, são energia, água e nutrientes, sendo o último o mais limitante nos trópicos úmidos (JORDAN, 1985).

Quando da realização do Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira (ARAÚJO, 1987), salientou-se a necessidade de estudos dos ecossistemas litorâneos, não só voltados para a florística e estrutura, mas também ao seu funcionamento, dentre os quais, os estudos de ciclagem de nutrientes desempenham um papel relevante.

Este trabalho visa a continuidade dos estudos sobre a vegetação já desenvolvidos na Ilha do Mel, através do estudo da ciclagem de nutrientes de duas formações vegetais características dos cordões arenosos da planície litorânea. Estas, caracterizam-se por ocorrerem próximas uma da outra, e serão denominadas de "restinga baixa" e "restinga alta", correspondendo a formações com o estrato arbóreo superior com alturas variando entre 8-15 metros e 15-25 metros, respectivamente. Enquanto a primeira ocorre nas partes mais elevadas dos cordões em local mais seco, a segunda vai aparecer

nas depressões onde freqüentemente há o afloramento do lençol freático. A amplitude altimétrica entre a parte mais elevada e a parte mais baixa dos cordões é de aproximadamente 1,5 metros.

Foram avaliadas a entrada de nutrientes pela água da chuva, a lavagem de nutrientes da vegetação, e os nutrientes contidos no lençol freático. Estudou-se também a composição química das folhas verdes e da serapilheira das espécies mais importantes, a produção de serapilheira, o horizonte orgânico depositado no piso da floresta e os solos.

Estes parâmetros foram avaliados, no intuito de obter informações sobre o funcionamento de dois tipos de sistema que ocorrem próximos um do outro, mas de características estruturais e florísticas distintas, em função de seu estabelecimento em condições diferenciadas de relevo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CLIMA

O clima no litoral paranaense é considerado por MAACK (1981), como de transição entre a região tropical e sub-tropical, incluindo-o na zona climática Af, segundo a classificação de Köeppen, acrescentando a letra "t", para indicar esta transição, salientando que a isoterma anual de 18 °C do mês mais frio, escolhido por Köeppen como limite da região tropical, localiza-se um pouco ao norte do município de Paranaguá, ainda no Paraná. As cartas climáticas elaboradas pelo IAPAR (1978), além de indicar a mesma zona climática, caracterizam o clima como mesotérmico, superúmido, sem estação seca e isento de geadas.

O clima é fortemente influenciado pela corrente marítima quente do Brasil, e pelos constantes avanços e recuos de massas polares e tropicais, resultando em modificações severas no clima nas diferentes estações do ano (MAACK, 1981).

SILVA (1990) analisou dados de temperatura média compensada, máxima e mínima, precipitação média, frequência de precipitação, umidade relativa e evaporação à sombra de um período de 41 anos (1948-1988) da estação meteorológica de Paranaguá (TABELA A01, p.165), além de calcular a evapotranspiração potencial, o balanço hídrico sequencial e construir um diagrama climático normal da região. A temperatura média anual para este período foi de 21,09 °C, sendo a média mensal mais alta registrada em fevereiro (25,14 °C), e a mais baixa em julho (17,26 °). A precipitação anual média foi de 1959,02 mm, sendo que nos meses de janeiro, fevereiro e março, obtiveram-se as maiores pluviosidades médias, enquanto que em julho e agosto registraram-se as menores médias.

Segundo este autor, as médias mensais da umidade relativa do ar permaneceram altas (acima de 80%) durante o ano todo (valores mais elevados em agosto e setembro), indicando uma grande quantidade de vapor d'água trazido pelos ventos úmidos dos quadrantes S, SW e SE. Para a evaporação à sombra, os valores variaram inversamente à umidade relativa (valores maiores nos meses de novembro, dezembro e janeiro), estando relacionados ao grau de saturação de vapor d'água da atmosfera, ao comprimento do dia e as temperaturas mais elevadas no verão.

NIMER (1987), citado por SILVA (1990), comentou que os maiores valores médios de precipitação pluviométrica nos meses de verão, equivalem ao período em que se originam sistemas de circulação denominados correntes perturbadas, devido a

descontinuidades entre a massa de ar tropical marítima e a massa de ar polar, sendo responsável pela diminuição da pluviosidade no inverno e aumento no verão. MORAES (1993), salienta que na região da Ilha do Cardoso, bem como, na costa brasileira associada a Mata Atlântica, os ventos alísios de sudeste, constantes na direção do oceano para o continente, arrastam grande quantidade de vapor d'água, até encontrar nas encostas da Serra do Mar uma barreira, originando as chuvas orográficas, que resultam em densos nevoeiros e precipitação de chuvas.

2.2 GEOMORFOLOGIA

No litoral paranaense ocorrem dois domínios geológicos principais: o escudo cristalino e a planície litorânea (cobertura sedimentar cenozóica). O escudo cristalino é representado pela Serra do Mar, e a planície litorânea por depósitos sedimentares continentais e costeiros (ANGULO, 1992).

Os sedimentos continentais estão associados as encostas, tais como leques, talus, colúvios e sedimentos fluviais, e os costeiros, aos cordões litorâneos e o estuarino (ANGULO, 1992).

A Ilha do Mel em sua geomorfologia, é constituída por uma parte sudeste, com vários morros interligados por planícies arenosas e dunas, e uma parte noroeste, mais extensa, formada por apenas uma planície com cordões litorâneos e um único morro (ANGULO, 1992).

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 período quaternário (BIGARELLA, 1947; 1965).

Os alinhamentos na parte noroeste (local do presente estudo), evidenciam a existência de cordões de orientação WNW até norte-sul, formados durante a descida do nível do mar, surgidos em função do Morro da Fortaleza que serviu como anteparo (FIGURA 02). A altura predominante da planície costeira da Ilha, está entre 2,5 e 3 metros sobre o nível da maré alta (ANGULO, 1992).

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, 1984). Segundo estes autores, no período Quaternário, as variações no nível relativo do mar, ocorreram em função de duas transgressões, a de Cananéia e a de Santos (holocênica); a primeira atingiu $8\pm 2\text{m}$ (120.000 anos A.P.) e a segunda $4,5\pm 0,5\text{m}$ (5.100 anos A.P.).

ANGULO (1992) salientou que provavelmente a maior parte da planície da Ilha do Mel tenha sido formada no Holoceno, na fase regressiva da última transgressão. Na parte noroeste (local deste estudo) os cordões litorâneos progradiram para leste até formar um tómbolo no Morro da Fortaleza. Em um 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 encontram-se entre os morros da Fortaleza e do Farol das Conchas.

SUGUIO e MARTIN (1990) consideraram quatro fontes de suprimento de areia que formaram a planície arenosa: as escarpas arenosas da Formação Barreiras, rios que provém do interior e desembocam no oceano, escarpas cristalinas da Serra do Mar e areias reliquias que recobrem a plataforma continental interna. Em alguns locais, areias de uma única fonte podem predominar para a formação de determinado cordão litorâneo, porém na maioria dos casos, elas devem resultar da mistura de sedimentos arenosos de várias fontes. Estes autores, afirmaram que para as formações de planícies litorâneas mais extensas, como a de Paranaguá, as fontes potencialmente mais importantes são as areias reliquias oriundas da plataforma continental adjacente.

Uma das características mais 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 através do tipo de vegetação, por alternância entre faixas de vegetação mais alta e mais baixa. Estes podem atingir larguras que vão de 10 a 100 metros e alturas superiores a um metro (ANGULO, 1992).

2.3 SOLOS

Nas áreas da planície litorânea da Ilha do Mel predomina a associação de Podzol fase floresta hidrófila de restinga + Podzol fase de floresta de restinga, A hístico ou fraco, textura arenosa relevo plano. Quimicamente, podem ser álicos, distróficos ou endoálicos epidistróficos. Ocorrem ainda na planície, variações para Parapodzol, Areia Quartzosa Marinha e Solos Indiscriminados de Mangue (SILVA, 1994).

Nas áreas de Morro, ocorrem afloramentos rochosos associados à Solos Litólicos. Onde houve condições para um melhor desenvolvimento dos solos, surgem os Cambissolos, os quais podem apresentar variações na textura ao longo do perfil, culminando com o aparecimento do solo Podzólico Vermelho Amarelo (SILVA, 1994).

Muitas das propriedades químicas do solo são reflexo da natureza do material que o originou. Nas restingas este é proveniente da deposição de sedimentos marinhos.

ANGULO *et al.* (1994), em estudos sedimentológicos na Ilha do Mel, analisou a composição dos minerais pesados translúcidos em vários pontos da Ilha, encontrando em média as seguintes percentagens; turmalina (37 %), zircon (20 %), pistacita (12 %), estauroilita (10 %), kyanita, sillimanita, e hornblenda (5%). ANGULO *et al.* (com. pessoal), analisaram os minerais opacos de quatro amostras dos perfis de solos estudados, encontrando em sua composição, quartzo, feldspato, magnetita, ilmenita, dentre outros não identificados. A composição destes minerais pode ser vista no TABELA A04, p.166.

Utilizando-se de terminologia usada pelos limnólogos, onde designam como oligotróficos os sistemas lacustres inférteis e eutróficos os produtivos, WHITMORE (1975) citado por JORDAN (1985), denominaram de oligotróficos os solos Podzóis do Sudoeste da Ásia. JORDAN e HERRERA (1981) propuseram dois tipos de estratégia para a ciclagem de nutrientes, representando os extremos de um gradiente. Baseando-se no grau de fertilidade dos solos, designaram como estratégia oligotrófica, a que ocorre em solos inférteis e a eutrófica em solos férteis.

Os solos classificados como Podzol ou Spodosol (segundo a classificação americana), com predomínio da fração areia, juntamente com os Latossolos amazônicos bastante intemperizados ou Oxisol (classificação americana), são designados pela maioria dos autores como de características oligotróficas.

A vegetação das planícies costeiras, pode ser comparada as várias formações vegetais da Amazônia (caatingas amazônicas, campinas, "tropical heath forest"), que também ocorrem em solos Podzóis, apresentando mecanismos semelhantes de conservação de nutrientes.

Os Podzóis são solos muito pouco estudados, não existindo no levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná (EMBRAPA, 1984) nenhuma descrição de perfil, identificando apenas um Podzol hidromórfico, sem distinguir as diversas situações em que esse solo possa ocorrer, de acordo com as diferentes fisionomias da vegetação estabelecida nas planícies arenosas do litoral do Estado. SANTOS FILHO e TOURINHO (1983) classificaram um Podzol hidromórfico na faixa litorânea paranaense, indicando um possível transporte de matéria orgânica, ferro e alumínio, do horizonte eluvial (A2) para os horizontes iluviais (Bh e Bir). ROCHA *et al.* (1987), em estudos realizados sobre as condições edáficas para o desenvolvimento do palmito no litoral paranaense, classificaram solos de origem sedimentar marinha, Podzol hidromórfico e Areia Quartzosa marinha, descrevendo-os química e fisicamente.

SILVA (1990) ao analisar as características dos solos em uma área da planície arenosa da Ilha do Mel, identificou os solos da restinga como oligotróficos, com baixa

CTC e poucos sítios para retenção de íons, alta potencialidade de lixiviação, distróficos, fortemente ácidos, portanto, com limitações para o estabelecimento e desenvolvimento vegetal.

FIGUEIREDO (1954) analisou 5 amostras de solo em diferentes locais na Ilha do Mel, caracterizou os solos como sendo originários de sedimentos quaternários recentes, constituído 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 a presença nas amostras de fragmentos de conchas.

HAY e LACERDA (1984), MORAES (1993), SILVA (1990) e vários outros autores que trabalharam em ecossistemas estabelecidos em solos arenosos, salientaram a importância da matéria orgânica. Esta apresenta diversas características que melhoram as condições do solo e o desenvolvimento da vegetação, tais como, melhoria das condições físicas através da manutenção da agregação e aumento da granulação, armazenamento de água e nutrientes, aumento na CTC favorecendo a troca catiônica, e regulação das variações do pH através de seu poder de tamponamento. Além disto, sendo uma grande fonte de nutrientes, libera gradualmente os mesmos às plantas, retendo grande parte através da formação de quelatos (complexação de íons metálicos), diminuindo, desta forma, a lixiviação destes através do solo para fora da zona das raízes.

2.4 VEGETAÇÃO

A vegetação ao longo da planície litorânea brasileira vem sendo investigada de forma pontual e por inúmeros pesquisadores que apontam uma grande diversidade ambiental, permitindo assim o estabelecimento de comunidades vegetais muito variadas (ARAUJO, 1987).

O termo restinga, segundo SILVA (1990), pode apresentar três sentidos; o geológico, o náutico e o fitogeográfico. No que concerne a fitogeografia, este é usado para designar todas as formações vegetais que ocorrem sobre as planícies quaternárias litorâneas. Este autor também define um sentido ecológico, designando como restinga um conjunto de ecossistemas que mantém estreita relação com o oceano, tanto na sua origem, como nos processos nele atuantes.

AYRES (1993) designou como restinga, florestas de várzea do médio rio Solimões, subdividindo esta formação em alta e baixa, tal diferenciação está relacionada ao tempo que estas permaneciam alagadas.

No que diz respeito as restingas (sentido ecológico utilizado por SILVA, 1990), poucos trabalhos foram realizados procurando fornecer uma caracterização mais minuciosa destes ecossistemas.

No Paraná, dos trabalhos que falam sobre as comunidades vegetais da zona litorânea, destacam-se STELLFELD (1949 a; b), FIGUEIREDO (1954), HERTEL (1959), MAACK (1981) e VELOSO e KLEIN (1961).

Conforme o mapa apresentado por IPARDES (1989), que dividiu o litoral paranaense em Unidades Ambientais Naturais (U.A.N), a Ilha do Mel inclui-se totalmente na U.A.N. das planícies litorâneas, representada por pequenos morros e amplas extensões de planícies de restingas.

Estudos sistemáticos da vegetação e da flora da Ilha do Mel foram iniciados a partir de 1985, com o levantamento florístico, acompanhado de extensivas observações e descrições dos diferentes ambientes de ocorrência das espécies vegetais (SILVA *et al.*, 1994). Os primeiros resultados deste trabalho foram apresentados por BIDÁ *et al.* (1986), SILVA *et al.* (1989), BRITZ *et al.* (1989) e SILVA (1990).

A partir de 1988, iniciaram os estudos relativos a estrutura e composição florística de dois tipos florestais típicos da planície litorânea da Ilha, situados a margem do rio Casual, onde a distinção das tipologias florestais, eram condicionadas basicamente pelas características de drenagem do solo, profundidade do lençol freático e topografia do terreno. Os resultados destes estudos podem ser encontrados em SILVA (1990) e SILVA *et al.* (1993).

A constituição básica da vegetação de restinga que ocorre depois das dunas da praia é descrita por SILVA (1990), a qual apresenta uma fisionomia característica, com espécies de troncos bastante ramificados e tortuosos e copas modeladas pela ação dos ventos predominantes. Formam-se agrupamentos bastante densos com altura que varia de 2 a 6 m, deixando ocasionalmente espaços de areia nua. As espécies mais frequentes nesta situação pertencem principalmente às famílias Myrtaceae, Myrsinaceae, Anacardiaceae, Clusiaceae e Lauraceae. Entre as espécies arbustivo-herbáceas que ocorrem à sombra desta vegetação ou nos locais mais abertos salientam-se as pertencentes às famílias Poaceae, Rubiaceae, Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae, além de várias espécies de pteridófitas.

O epifitismo nestas formações é acentuado, assim como a presença de lianas, sendo representadas principalmente pelas famílias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae, Cactaceae e Smilacaceae, Dilleniaceae, Malpighiaceae e Sapindaceae, respectivamente. Nas depressões formadas entre os feixes de restinga que constituem a planície litorânea é

frequente a formação de brejos, onde são comuns espécies de Poaceae, Cyperaceae e Xyridaceae (SILVA, 1990).

Dentro da sub-região das planícies de restinga ocorrem diferentes formações e associações vegetais, partindo da praia até seus pontos mais interiores, classificadas segundo VELOSO *et al.* (1991) como Formações Pioneiras de Influência Marinha, nas regiões de praia, ante-dunas e dunas primárias e interiores, Formações Pioneiras de Influência Flúvio-marinha (manguezais), e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, cada qual caracterizada por um conjunto de espécies típicas.

Segundo SILVA (1990), na restinga da Ilha do Mel, podem ser reconhecidas duas formações, que ocorrem acompanhando as ondulações do terreno. Estas estão intercaladas na planície litorânea, indicando a sucessão de deposição dos cordões litorâneos que lhe deu origem (HERTEL, 1959). São denominadas de florestas secas, arenosas e florestas paludosas ou úmidas (HERTEL, 1959; RIZZINI, 1963; ARAUJO e HENRIQUES, 1984; WAECHTER, 1985; HENRIQUES *et al.*, 1986). SILVA (1990) caracterizou florística e estruturalmente estes dois tipos florestais da planície litorânea da Ilha do Mel, cada qual representado por um grupo de espécies características, responsáveis por fisionomias e estruturas bastante distintas.

A distinção entre as florestas arenosas (formações pioneiras de influência marinha) e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas não é clara, havendo uma transição gradual tanto florística como estrutural.

SILVA *et al.* (1994), na mesma área deste trabalho, realizaram um estudo de florística e fitossociologia, utilizando-se do método de parcelas. Como critério de inclusão na amostragem foi adotado DAP (diâmetro à altura do peito), para os indivíduos ocorrentes nas parcelas, igual ou superior a 5 cm, sendo estimados parâmetros fitossociológicos relativos a frequência, densidade e dominância, além de índices de similaridade e diversidade.

Neste estudo, foram levantadas 59 espécies, pertencentes a 46 gêneros e 28 famílias, sendo que 17 espécies ocorreram em ambas as áreas, 9 apenas na restinga baixa e 33 apenas na restinga alta, cada qual representado por 26 e 50 espécies, respectivamente. A similaridade florística entre as áreas amostradas foi de 44 %, evidenciando certa diferença florística entre as formações analisadas.

Os autores salientam que a família com maior número de espécies amostradas foram Myrtaceae (17) e Rubiaceae (6), além de Aquifoliaceae, Clusiaceae e Euphorbiaceae, cada uma com 3 espécies. Uma característica importante a ser salientada, a nível de família, é a diversidade e abundância de Myrtaceae nas áreas estudadas. Cerca

de 29 % das espécies levantadas nas duas áreas pertencem a esta família, havendo espécies exclusivas de cada formação, e espécies com ocorrência em ambas.

Outro aspecto importante a ser salientado nestas formações, é em relação as características sucessionais. MORAES (1993) na Ilha do Cardoso, afirmou que a mata de restinga encontra-se em estágio climácico (clímax edáfico) e que os fatores ambientais que impedem de alcançar o clímax climático, caracterizam-na também como um sistema que apresenta atributos de estágio inicial de desenvolvimento. REITZ (1961) e VELOSO e KLEIN (1961) apresentaram o mesmo ponto de vista para as restingas do litoral de Santa Catarina, caracterizando-as como comunidades de caráter sucessional, representando o clímax edáfico regional, podendo ou não atingir o ponto mais alto da sucessão representado pelo clímax climático, exemplificado pela floresta pluvial da encosta da Serra do Mar. Desta forma, VELOSO *et al* (1981) denominaram esta formação como Sistema Edáfico de Primeira Ocupação (formações pioneiras) com influência marinha.

HERTEL (1959) apresentou um esboço da evolução sucessional das restingas no litoral paranaense, incluindo amostras na Ilha do Mel, no qual durante o estabelecimento das diversas formações estas passam de edáficas a climáticas. A fase sucessional inicial corresponde a "praieira", a fase sub-clímax é representada pela "capeva" (restinga baixa) e a fase clímax a "mata costeira" (restinga alta). Este autor, descreve o processo sucessional de desenvolvimento entre a vegetação "praieira" e a "capeva", onde a medida que o mar vai se afastando, e o desenvolvimento da vegetação se dá protegido dos ventos fortes, surge uma formação constituída de moitas e clareiras. Estas moitas desenvolvem um sistema de ramificação basal e raízes caulinares, que permite o acúmulo da própria serapilheira, onde o autor denominou como fenômeno de auto-humificação. O processo contínuo de acumulação faz com que se tenha a impressão de que aqueles vegetais crescem sobre pequenos montes, formando-se uma "rizocamada" contínua com espessura média de 30 a 40 cm. Este processo sussecional descrito por Hertel, provavelmente é o que ocorre na restinga baixa.

A fase clímax correspondente a "mata costeira", apresenta um melhor controle do regime hídrico do solo, e a formação de um horizonte humoso. O fator geográfico dos cordões litorâneos, que na Ilha do Mel é típico, faz com que os dois tipos de floresta "restinga baixa" e "restinga alta" estejam intercalados na mesma zona, representando o solo seco e úmido, respectivamente (HERTEL, 1959).

2.5 CICLAGEM DE NUTRIENTES

Os nutrientes são os elementos químicos a partir dos quais a matéria viva é formada, sendo obtidos do solo, da água e da atmosfera. A planta verde absorve estes elementos do solo através da raiz, sendo então translocados através da planta e incorporados em seus tecidos. Quando a planta ou parte dela morre, inicia-se a decomposição do material orgânico e os elementos minerais nelas contidos são devolvidos ao solo, tornando-se novamente disponíveis (GOLLEY *et al.*, 1978).

O ciclo dos nutrientes é dependente do ciclo da água, que controla sua disponibilidade e movimento. A água (solvente universal) que entra no ecossistema, depende do regime de chuvas. Uma parte desta, inicialmente é retida pelas folhas da vegetação, da qual evapora-se em função da temperatura, radiação solar e vento. Outra parte chega ao solo após ter lavado as copas e troncos, podendo escorrer sobre a superfície do solo ou sofrer a percolação. Quando a água que penetrou no solo ultrapassa a capacidade de retenção do mesmo, passa para o lençol freático, saindo do ecossistema. A água armazenada no solo é função das características de textura e estrutura, representando a reserva de onde as plantas absorvem as quantidades necessárias para os ciclos energéticos e nutricionais. Uma vez absorvida, a água se difunde através dos tecidos vegetais e passa à atmosfera sob forma de vapor d'água, através da transpiração (GRIMM e FASSBENDER, 1981b).

Em florestas tropicais grande parte dos minerais está presa na madeira dos troncos, galhos e raízes, movendo-se de forma mais lenta pelo sistema. Uma massa menor, relativa às partes verdes e a serapilheira, é reciclada rapidamente entre o solo e as plantas, estando o solo com uma reserva proporcionalmente pequena, reduzindo a perda de nutrientes pelo sistema (GOLLEY *et al.*, 1978).

Existe um custo nutricional, que as diferentes espécies e comunidades vegetais necessitam para sobreviver. A queda de serapilheira constitui um dreno de nutrientes, em que as comunidades desenvolvem mecanismos para minimizar estas perdas (DELITTI, 1992).

VITOUSEK (1984) sugeriu 2 modelos distintos para caracterizar a maior eficiência no ciclo dos nutrientes em florestas tropicais em relação as florestas temperadas. No primeiro, atribui a maior produção de matéria orgânica por unidade de nutriente absorvida, isto é, uma razão elevada entre carbono e nutrientes na serapilheira, e o segundo, a diminuição das perdas de nutrientes do sistema, em função de rápida absorção pelas raízes, micorrizas e decompositores.

DELITTI (1992) definiu a eficiência de uma espécie ou comunidade vegetal, como a proporção entre a quantidade de matéria orgânica produzida em relação a quantidade de nutrientes consumida no processo. Nesta abordagem considera-se a produção de serapilheira como produção primária líquida, visto que nos ecossistemas em clímax não têm acumulação líquida de nutrientes, de forma que o custo nutricional para sua manutenção se limita ao necessário para a reposição dos elementos perdidos.

Quando a serapilheira é separada por espécie, a eficiência relativa das diferentes espécies que ocupam a área também pode ser mensurada, servindo como informação adicional para a avaliação do sítio como um todo (VITOUSEK, 1982).

Em nível mundial, nas últimas três décadas, um número significativo de trabalhos vem sendo realizados enfocando aspectos da ciclagem de nutrientes, o que foi constatado por diversas revisões da literatura, tais como: BRAY e GORHAM (1964); OVINGTON (1965); RODIN e BAZILEVICH (1967); BROWN e LUGO (1982); VITOUSEK (1982); KLINGE (1978) e JORDAN (1983) citados por VITOUSEK (1984); PROCTOR (1984) citado por PROCTOR (1983b).

O enfoque da ciclagem de nutrientes na ecologia vegetal, bem como suas subdivisões, é variável entre autores.

ODUM (1988) indicou 3 componentes e processos que tornam funcionais um ecossistema; a comunidade, o fluxo de energia e a ciclagem de materiais. O fluxo de energia, representa a conversão de energia radiante em substâncias orgânicas (taxa de produtividade), e sua perda através de energia calórica. A ciclagem de materiais ou ciclo biogeoquímico, representa a circulação de elementos químicos, inclusive a água, em vias características, do ambiente ao organismo e destes novamente ao ambiente. O ciclo biogeoquímico é utilizado para descrever o ciclo global, incluindo reservatórios situados na atmosfera, no oceano, e na crosta terrestre, sendo denominada de ciclagem de nutrientes o movimento dos compostos inorgânicos essenciais para a vida (JORDAN, 1985).

SPURR e BARNES (1982) designaram como ciclagem de nutrientes, o movimento dos nutrientes minerais básicos através de todo o ciclo que se realiza da atmosfera para o solo e a vegetação, e vice-versa.

BORMANN e LIKENS (1970) dividiram a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais em quatro compartimentos básicos, ou seja: o compartimento dos seres vivos (biomassa), o solo, a rocha e a atmosfera. SANTOS (1989), definiu ciclagem de nutrientes, como a movimentação de nutrientes entre estes compartimentos e nas transferências entre ecossistemas.

MEGURO (1987) relacionou o ciclo dos minerais dentro do fluxo de energia, onde os parâmetros de produtividade e resiliência (tempo que uma dada unidade de energia ou matéria despende no sistema) avaliam as características fundamentais dos ecossistemas.

POGGIANI (1976), citado por HAAG *et al* (1985) salientou quatro componentes do ponto de vista funcional dos ecossistemas florestais, ou seja: substâncias abióticas, produtores, consumidores e decompositores, destacando que conjuntamente a vegetação e o solo constituem um sistema, no qual seus elementos, orgânicos ou inorgânicos, estão em constante movimento, indo do ambiente para os organismos e destes novamente para o ambiente, constituindo, assim, a ciclagem de nutrientes.

Nos ecossistemas florestais, segundo BLUM (1978), ocorrem dois ciclos, o ciclo da água e dos bioelementos, definindo como bioelementos todos os elementos químicos (exceto o carbono), que participam de uma maneira importante nos processos fisiológicos dos ecossistemas.

KOEHLER (1989) subdividiu a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais em dois ciclos: um global, que considera as entradas e saídas de nutrientes para outros sistemas, e um ciclo biológico, dentro deste ciclo global, que envolve só as trocas entre a planta e o solo, incluindo as transferências de elementos via queda de serapilheira e da água da chuva. O autor salienta que a redistribuição de nutrientes dentro da planta é considerada por alguns autores como um terceiro ciclo.

Dentro deste mesmo enfoque DUVIGNEAUD e DENAEYER-DE SMET (1969) e DUVIGNEAUD (1974), citados por SANTOS (1989), dividiram o ciclo de nutrientes de uma floresta, em ciclo biológico ou fechado, e em ciclo geoquímico ou aberto.

O estudo completo do ecossistema (estrutura e funcionamento) implica na avaliação das reservas minerais e orgânicas (compartimentos) e suas interrelações com a atmosfera, pedosfera, litosfera e hidrosfera. As reservas minerais e orgânicas dos ecossistemas florestais estão acumuladas na vegetação, na fauna, na serapilheira acumulada e no solo. Os processos de transferência ocorrem com os resíduos animais e vegetais e com a água (FASSBENDER; GRIMM, 1981b).

Segundo ODUM (1988) os ecossistemas são estudados de duas formas diferentes: a holológica, onde as entradas e saídas são medidas e as propriedades do todo são avaliadas, para depois as partes componentes serem investigadas de acordo com as necessidades, e a merológica, onde as partes principais são estudadas em primeiro lugar para depois serem integradas e um sistema inteiro.

Vários estudos, dentre os quais SILVA FILHO *et al* (1986), LIKENS *et al* (1977), JORDAN (1982), FLINN *et al* (1979), GOLLEY *et al* (1978), utilizam-se da forma holológica para avaliar a ciclagem de nutrientes, medindo através de uma bacia hidrográfica os fluxos de entrada (água da chuva e meteorização da rocha) e saída (rios) de água e os nutrientes nela contidos, o que os autores denominam de balanço de nutrientes.

Segundo DELITTI (1993), nos estudos de ciclagem de nutrientes, o sistema pode 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.

No Brasil, os aspectos mais estudados da ciclagem de nutrientes são a produção de serapilheira, liberação dos elementos por decomposição e o estoque de serapilheira acumulada na superfície do solo (MEGURO, 1987; DELITTI, 1989). Os estudos referentes a entrada e transferência de minerais através da água de precipitação e a saída pela bacia de drenagem são menos numerosos (MEGURO, 1987). Devido as dificuldades metodológicas, o compartimento da biomassa e mineralomassa quase não são avaliados, o mesmo ocorrendo com a absorção e transporte de nutrientes pelos produtores. Por estes motivos, a maioria dos trabalhos enfocam parcialmente a ciclagem de nutrientes (DELITTI, 1993).

Dos estudos realizados em território brasileiro relacionados a aspectos da ciclagem de nutrientes, a literatura aponta os seguintes trabalhos para os principais ecossistemas.

Na floresta tropical úmida da Amazônia: STARK (1970; 1971a e b; 1972), KLINGE e RODRIGUES (1968 a e b; 1971), FRANKEN (1979), FRANKEN *et al* (1979; 1985) COUTINHO e LAMBERTI (1971), KLINGE (1973; 1977a e b), MARTINS e MATTHES (1978), HERRERA *et al* (1978), ADIS *et al* (1979), SANTOS *et al* (1981) LUIZÃO (1982), LUIZÃO e SCHUBART (1987), SILVA e LOBO (1982), SILVA (1984), DANTAS e PHILLIPSON (1989), SCOTT *et al.*(1992), THOMPSON *et al* (1992).

Nas florestas mesófilas do Estado de São Paulo e florestas ciliares: MEGURO *et al* (1979 a,b; 1980), CARPANEZZI (1980), DELITTI (1984), PAGANO (1985; 1989a e b), DINIZ (1987), CÉSAR (1988; 1993 a e b), MORELLATO-FONZAR (1987), SCHLITTLER (1990), MORELLATO (1992), ARROYO FILHO e SCHLITTLER (1992), TEIXEIRA *et al* (1992).

No cerrado: COUTINHO (1979), PAGANO *et al* (1982), PERES *et al* (1983), SILVA (1983), DELITTI (1984), DELITTI e MEGURO (1984), LOPES e GARRIDO

(1986), SILVA e MORAES (1986), MEGURO e DELITTI (1985), LIMA (1986), RIZZO *et al* (1990).

Na floresta atlântica: JACKSON (1978), NUNES (1980), BARBOSA *et al* (1982), SILVA FILHO e OVALLE (1985), OLIVEIRA (1987) SILVA *et al* (1986), DELITTI (1987), DOMINGOS (1987), DOMINGOS *et al* (1990), LOPES *et al* (1990; 1993), ARCOVA e CICCIO (1987), VARJABEDIAN e PAGANO (1988), DE VUONO *et al* (1989), PAGANO (1989, 1990), LOUZADA *et al* (1992), HINCKEL e PANITZ (1992), LEITÃO FILHO *et al.* (1993), MORAES (1993). Muitos destes trabalhos foram realizados na Baixada Santista, devido aos problemas ambientais causados pela poluição do pólo industrial de Cubatão.

No Paraná, destacam-se os trabalhos de SANTOS (1989) em floresta tropical subcaducifolia do planalto, e SPVS (1991) e BRITZ *et al* (1992) em floresta ombrófila mista (floresta com Araucária).

Vários outros trabalhos foram realizados em povoamentos implantados, não sendo aqui citados.

2.5.1 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA

Em nível mundial, estudos sobre produção de serapilheira são bastante numerosos, tendo como principal dificuldade na comparação dos resultados as variações metodológicas utilizadas nestas pesquisas. PROCTOR (1983) salientou como principais problemas na comparação de dados: a definição das frações da serapilheira; o tempo de realização da amostragem; o estágio sucessional da floresta; a área, forma, local, altura e disposição dos coletores de serapilheira, a temperatura de secagem do material e o intervalo de coleta.

A partir de dados disponíveis sobre a produção de serapilheira em diversas regiões do mundo, BRAY e GORHAM (1964) estabeleceram uma correlação entre a latitude e a quantidade de material depositado anualmente sobre o solo. VITOUSEK (1984) incluiu dentro de sua estimativa, além da latitude, variáveis de altitude e precipitação, no intuito de estimar a produção de serapilheira das florestas tropicais. BROWN (1980), citado por HAAG *et al.* (1985), estimou a produção anual de serapilheira para as florestas pluviais, através da classificação de zonas de vida de Holdridge.

Os trabalhos referentes a deposição de serapilheira, citam vários fatores bióticos e abióticos que influenciam na sua produtividade, tais como: tipo de ~~vegetação~~ vegetação, latitude, altitude, temperatura, precipitação, disponibilidade de luz durante a estação de

crescimento, comprimento do dia, evapotranspiração, relevo, deciduidade, estágio sucessional, herbivoria, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes no solo. MORAES (1993) salientou que a produção de serapilheira é resultado da interação destes fatores, e que conforme as peculiaridades de cada ecossistema, pode prevalecer um determinado fator sobre os demais.

A sazonalidade apresentada pela deposição de serapilheira ocorre em uma grande amplitude, desde a queda total de material em um curto espaço de tempo, em florestas decíduas, até um fluxo contínuo de deposição durante o ano, em florestas sempre verdes. As situações intermediárias são as mais freqüentes, com períodos de maior e menor deposição, relacionados a fatores ambientais (externos) e genéticos (internos) (DELITTI, 1989).

A separação e queda de partes vegetativas ou reprodutivas de uma planta, podem ser resultado da formação de uma camada de abscisão ou de fatores mecânicos (KOZLOWSKI 1973, citado por KOEHLER 1989).

Segundo ADDICOTT e LYON (1973), citado por KOEHLER (1989), a abscisão é um processo fisiológico influenciado por fatores internos e externos.

Alguns exemplos de fatores internos são: a competição intercopas, onde ocorre a perda e reposição de folhas a fim de conseguir uma configuração ótima no posicionamento da copa no dossel (JANZEN, 1980), a competição entre folhas velhas e novas nas espécies sempre verdes (OSBORNE, 1973, citado por KOEHLER, 1989), a interação de fenofases, onde a queda de folhas beneficiaria a visualização da frutificação e floração, visando a dispersão e polinização, e a competição por nutrientes e/ou hormônios (MORELLATO-FONZAR, 1987), e ainda, a diversas outras adaptações características de determinadas espécies, no intuito de uma melhor adaptação ao seu ecossistema.

Vários são os fatores externos indicados nos estudos realizados em diferentes ecossistemas que pretendem explicar as diferenças sazonais de deposição da serapilheira. Salienta-se que estes fatores estão mais relacionados à deposição foliar, por ser a fração mais representativa da serapilheira, determinando na maioria dos casos os padrões das curvas de produção, e também por refletir mais claramente as mudanças ambientais. ALVIN (1964), reconhece dois fatores externos associados à queda de folhas nos trópicos: a deficiência de água e comprimento do dia. JANZEN (1980), sugere que a queda sincronizada das folhas pode ser resultado de três processos: a deficiência hídrica, a competição entre copas e a herbivoria. DELITTI (1984) e BRITZ *et al.* (1992) constataram o aumento na queda de folhas após a ocorrência de geadas. LONGMAN e JENIK (1974), citados por ALENCAR *et al.* (1979), indicam que além destes fatores, a

redução no tecido fotossintético e de transpiração, a tensão de água e danos causados por agentes mecânicos, podem provocar a abscisão.

DELITTI (1993) indicou vários fatores de estresse que induzem modificações no ciclo dos nutrientes, mais marcadamente na taxa de produção de serapilheira e no processo de decomposição. Estes irão causar danos de intensidades variáveis, de acordo com as características do tensor e do ecossistema impactado. Alguns dos tensores exemplificados por este autor são: estresse hídrico provocado pela estação seca, a queda de temperatura nos ecossistemas de região temperada, a alternância de inundações com períodos de seca nas matas de galeria, geadas, granizo, radiação e poluentes atmosféricos nos grandes centros industriais.

Dois padrões básicos têm sido indicados na literatura, embora com exceções, no que diz respeito a deposição estacional de serapilheira. A deposição de material mais intensa na época seca e na época úmida. O primeiro caso ocorre na maior parte dos trabalhos realizados em ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e cerrados. O segundo caso ocorre nas florestas atlânticas e de restingas (DELITTI, 1993).

GOLLEY *et al.* (1978), em trabalho realizado na floresta tropical úmida do Panamá, afirmaram que embora a queda de serapilheira tenha aumentado durante a estação seca (120 dias de duração), a diferença no comprimento das estações resulta em maiores quantidades absolutas de serapilheira depositadas na estação úmida (245 dias de duração), ou seja, a deposição na estação úmida foi de 5.709 kg/ha contra 3984 kg/ha na estação seca.

SILVA e LOBO (1982) e SILVA (1984) constataram a falta de um período único de queda foliar em floresta amazônica no Estado do Pará, realçando as diferenças existentes na deposição foliar entre as espécies, onde algumas são influenciadas pela estação seca, havendo, no entanto, aquelas que não dependem de estação climática.

BRITZ *et al.* (1992) observaram que as espécies decíduas da floresta com Araucária, perderam totalmente as folhas na estação seca, no mês de agosto, após a indução por ocorrência de geadas. O aumento de deposição das demais espécies ocorreu gradativamente a partir de setembro, até chegar a maior deposição no início da estação úmida, nos meses de outubro/novembro.

Estudos de fenologia são uma fonte importante na correlação dos padrões estacionais de deposição das frações. MORELATTO-FONZAR (1987), comparando os resultados de queda de folhas na observação fenológica e a produção de serapilheira, constatou que a observação da fenofase apresentou um pico de ocorrência um pouco anterior ao pico observado na fração folhas da produção de serapilheira, indicando a

importância de medidas quantitativas para avaliar a perda de folhas nos estudos fenológicos.

O mesmo padrão foi encontrado por SPVS (1991), ao comparar os estudos fenológicos com os de deposição de serapilheira. Já na análise por espécie, as decíduais, apresentaram dados semelhantes nos dois estudos, devido à maior facilidade de visualização.

Os trabalhos referentes à deposição por espécie das folhas da serapilheira são bastante escassos em florestas tropicais. O maior número de trabalhos, com este enfoque é encontrado nas florestas temperadas, onde o pequeno número de espécies facilita esta análise. Estudos neste sentido abrangendo apenas as espécies mais importantes, estão em GARG e VYAS (1975), MALAISSE *et al.* (1975), LOWMAN (1988) e GOSZ *et al.* (1972), no Brasil, BRITZ *et al.* (1993), quantificaram a deposição de folhas das espécies em floresta com Araucária no Estado do Paraná.

2.5.2 TEORES E QUANTIDADES DE NUTRIENTES MINERAIS TRANSFERIDOS PELA SERAPILHEIRA

A concentração de nutrientes minerais é variável nas diferentes fitocenoses. A avaliação destes teores implica em considerar, além dos fatores abióticos característicos de cada ecossistema, as espécies e suas exigências nutricionais, a capacidade de absorção, translocação e armazenamento de nutrientes, a parte da planta, a fenologia, o elemento considerado, a época do ano, o sombreamento, a quantidade de serapilheira depositada, os mecanismos de conservação dentro do sistema e o procedimento metodológico de coleta de material, dentre outros.

A existência de diversas variáveis dificulta a comparação entre fitocenoses. Outra dificuldade é que em muitos trabalhos não é apresentada a concentração dos nutrientes, mas apenas as quantidades que retornam ao solo, principalmente no que diz respeito aos micronutrientes.

As diferenças na absorção e armazenamento de cada nutriente é variável nas espécies individualmente (GOLLEY *et al.*, 1978). Vários estudos analisam a concentração de nutrientes nas espécies de florestas tropicais, contudo poucos comparam a concentração de nutrientes destas espécies simultaneamente com as espécies na serapilheira.

RODIN e BAZILEVIC (1967) compilaram dados de vários trabalhos, apresentaram os teores de minerais de cerca de 40 espécies de florestas tropicais, salientando a grande diferença existente nos teores dos nutrientes de cada espécie, além da acumulação de Fe, Al, Mn, Ca, K e Si em determinadas espécies. TANNER (1977)

comparou os teores de nutrientes de 45 espécies em 4 áreas de florestas tropicais na Jamaica, encontrando relação entre folhas coriáceas e baixa concentração de nutrientes. GOLLEY *et al.* (1980) analisaram a composição química para 17 elementos em 118 espécies de árvores de floresta tropical, em um transecto de 5 por 50 metros, próximos a cidade de Manaus. THOMPSON *et al.* (1992) avaliou a concentração das folhas de 38 espécies na Ilha de Maracá, Roraima, e concluíram que, além de existir variação nos teores das espécies, existe uma grande variação entre indivíduos. SCOTT *et al.* (1992), também na Ilha de Maracá, separaram 6 espécies da serapilheira em 4 diferentes épocas do ano, encontrando variações nas repetições, nas espécies e épocas do ano, não discernindo nenhum padrão para estes parâmetros. GRUBB e EDWARDS (1982) avaliaram a concentração de nutrientes em espécies arbóreas do subosque, ervas, lianas, epífitas, briófitas e líquens, encontrando faixas de concentração próximas para estas diferentes formas de vida, com exceção das epífitas que apresentaram baixas concentrações de N. KLINGE (1985), comparando os níveis foliares de macronutrientes de 14 espécies da vegetação da campina amazônica (oligotrófica, em solo arenoso) com outros tipos de florestas neotropicais, encontrou teores mais baixos que em formações "geoquimicamente mais ricas", e valores mais próximos a vegetação de terra firme, também considerada oligotrófica (em solo argiloso). Este autor fez uma tentativa de classificar as florestas tropicais baseado nos teores foliares de nutrientes minerais, dividindo em 16 tipos florestais. VITOUSEK e SANFORD (1986) sumarizaram dados de teores de nutrientes foliares em 18 sítios de florestas tropicais e agruparam em três tipos de solos segundo a fertilidade (solos moderadamente férteis, oxisols/ultisols inférteis e podzóis inférteis). Outros estudos analisaram diferenças na concentração de elementos entre espécies, bem como acumulação de determinados minerais em algumas espécies (ERNST, 1975; PROCTOR *et al.*, 1989; PEACE e MACDONALD, 1981 ; SILVA JUNIOR *et al.*, 1987).

A quantidade de nutrientes minerais que chega ao solo através da serapilheira é função do peso e dos teores de nutrientes contidos na mesma.

Tanto a produção quanto o conteúdo de minerais da serapilheira são variáveis nas diferentes fitocenoses, devido as características distintas relacionadas aos fatores abióticos, controlando a disponibilidade de nutrientes (PAGANO, 1985).

Dados de deposição de serapilheira e de macro e micronutrientes em florestas brasileiras estão compilados nas TABELAS A36 e A39 (p.207-208 e 215-216).

2.5.3 HORIZONTES ORGÂNICOS

O estudo dos horizontes orgânicos é uma fonte importante de informações para o entendimento da decomposição, das transferências de nutrientes da matéria orgânica ao solo mineral, e da disponibilidade destes para as plantas.

Estudos sobre os horizontes orgânicos do solo são bastante escassos no Brasil: REISSMANN *et al.* (1982) e REISSMANN (1983), foram pioneiros no desenvolvimento de métodos para este estudo, pesquisando povoamentos de *Araucaria angustifolia* e coníferas exóticas. TREVISAN (1992) realizou estudos em povoamentos de *Pinus taeda*. SANTOS e SANTOS (1991), GARAY *et al.* (1991), CALLIPO *et al.* (1991), GARAY e SILVA (1992) e BARROS *et al.* (1992), iniciaram estudos nas Florestas Atlântica e de Restinga. Os resultados destes estudos ainda não foram publicados.

REISSMAN (1983) salientou que o estudo dos horizontes orgânicos é um instrumento importante para a compreensão da dinâmica dos elementos no solo e em termos de ciclagem de nutrientes, como também na caracterização nutricional de diferentes sítios.

O grande aporte de matéria orgânica em contrapartida à baixa fertilidade dos solos nas florestas tropicais é função da eficiente e rápida ciclagem de nutrientes (JORDAN e HERRERA, 1981, SCOTT *et al.*, 1992). Este processo decorre da existência de mecanismos capazes de evitar perdas por processos de lixiviação, dentre os quais, dois dos mais importantes relacionam-se a serapilheira sobre o solo florestal: a grande eficiência das raízes superficiais em transferir diretamente para as plantas vivas o material em decomposição da serapilheira, e as micorrizas, que também aumentam a eficiência da absorção de nutrientes (LUIZÃO, 1982).

A constatação da existência deste tapete de raízes em vários tipos de solos, mais destacadamente em solos oligotróficos foi citada por vários autores como KLINGE (1973), HUTTEL (1975), LUIZÃO (1982), MAIA (1983), entre outros.

STARK e JORDAN (1978) comprovaram que os nutrientes provenientes da matéria orgânica e da chuva depositados no solo, movem-se diretamente para as raízes sem passar para o solo mineral.

As raízes ao entrarem em contato direto com a serapilheira em decomposição, através de mecanismos de exsudação, absorção direta ou transferência através de micorrizas, retiram nutrientes essenciais, além de acelerar a velocidade de decomposição (LUIZÃO e SCHUBART, 1986). Estes autores, em estudos na floresta amazônica, incluindo uma área com solo Podzol hidromórfico, encontraram uma maior penetração de

raízes no material em decomposição na estação chuvosa, salientando que no final desta estação, o volume das raízes era às vezes superior ao das folhas remanescentes, embora seu peso seco fosse geralmente bem menor.

FASSBENDER e GRIMM (1981), em floresta montana da Venezuela, constataram uma taxa de renovação das raízes finas equiparadas a renovação de folhas daquele ecossistema. JORDAN e ESCALANTE (1980) observaram maiores taxas de crescimento na rede de raízes superficiais em floresta Amazônica na Venezuela, quando da presença da deposição recente de serapilheira, caracterizando como um mecanismo de armazenamento de nutrientes.

A associação simbiótica entre fungos e raízes denominada de micorrizas, ocorre em grande parte das plantas superiores, existindo dois grupos característicos. As ectomicorrizas, caracterizadas por um denso micélio no entorno das raízes e uma invasão intracelular de hifas para o cortex da raiz, ocorrendo na sua maior parte em florestas temperadas. As endomicorrizas, onde o fungo forma uma rede externa de hifas no solo e cresce extensivamente dentro das células do córtex. Um tipo de endomicorrizas, ocorre em uma grande variedade de plantas que são as micorrizas vesículo-arbusculares (BOLAN, 1991).

As vesículas estão relacionadas com o armazenamento de óleos e/ou substâncias de excreção, e os arbúsculos são responsáveis pelas trocas nutricionais entre os simbioses, onde fotossintatos

da planta são transferidos aos fungos, que sede à planta hospedeira íons minerais, principalmente P, Zn, S, K, dentre outros. Estes íons são absorvidos pelas hifas que exploram o solo para além da zona de depleção das raízes (TRUFEM, 1990b).

A alta produção de serapilheira e uma baixa acumulação nos horizontes orgânicos do solo, indicam altas taxas de decomposição em florestas tropicais (MADGE, 1965).

Nos ecossistemas tropicais as pesquisas sobre a serapilheira acumulada e decomposição são mais freqüentes, incluindo vários trabalhos realizados no Brasil. Os dados provenientes destes estudos podem ser correlacionados aos realizados sobre os horizontes orgânicos.

A serapilheira acumulada é um importante reservatório de elementos, onde o equilíbrio é atingido quando o material a ela adicionado é igual àquele decomposto pelos detritívoros, podendo no entanto, ocorrer variações sazonais neste compartimento, em decorrência da periodicidade da vegetação e do clima (DELITTI, 1989).

Vários métodos têm sido utilizados para a mensuração da velocidade de decomposição. Alguns envolvem a medição das taxas de respiração edáfica, outros a simples medida da perda de peso do material em decomposição, em termos da constante exponencial de decomposição (JORDAN, 1985). Este autor afirmou que as altas taxas de decomposição nos trópicos apresentam padrões estatisticamente inconclusivos, não apresentando um modelo comparativo consistente devido a dificuldade da mensuração deste parâmetro. SINGH e GUPTA (1977) citaram vários métodos para determinar a taxa de decomposição, concluindo que há necessidade de desenvolver métodos mais perfeitos para sua determinação em condições naturais.

As taxas de decomposição da serapilheira depende da sua composição: conteúdo de lignina, conteúdo de nutrientes, relação C/N, componentes secundários, massa e tamanho da partícula, quantidade de substâncias solúveis e lixiviáveis e conteúdo de polifenóis na serapilheira (HAAG *et al.*, 1985; SINGH e GUPTA, 1977), do ambiente físico-químico: temperatura, umidade, pH, aeração da serapilheira, material de origem do solo (MASON, 1980; HAAG *et al.*, 1985) e natureza da comunidade dos decompositores: fungos, bactérias e animais invertebrados (HAAG *et al.*, 1985).

MAIA (1983) salientou a grande importância que a sucessão de fungos têm na decomposição da serapilheira em florestas tropicais.

Nas regiões tropicais, acredita-se que os fungos são os microorganismos decompositores predominantes (RICHARDS, 1976 citado por LUIZÃO, 1982; MAIA, 1983), enquanto as formigas e os cupins desempenham papel fundamental na quebra e remoção de liteira (LUIZÃO, 1982).

O material orgânico ao ser depositado no piso florestal e misturado ao solo mineral, através do processo de decomposição e mineralização, constitui-se no maior reservatório de nutrientes nos trópicos (JORDAN, 1985). ANDERSON e SPENCER (1991) afirmaram que este componente pode conter de 50 a 80 %, do N e P total do sistema, e, dependendo do material de origem do solo, 70 % do Ca.

SCHLESINGER (1985) estudou a decomposição de duas espécies de arbustos no sul da Califórnia estabeleceu três categorias para as modificações nos teores de nutrientes durante o processo de decomposição: os dominados pela lixiviação, pelo declínio celular e pela imobilização. Na primeira categoria ele relacionou o K os carboidratos e os compostos fenólicos. Na segunda categoria o Ca, Mg e celulose. E na terceira categoria o P, N e a lignina.

A decomposição, segundo MASON (1980), pode ser dividida em três processos básicos; a lixiviação, intemperismo (ruptura mecânica dos detritos) e ação biológica. A

partir destes processos, cada nutriente apresenta um comportamento diferenciado dentro da estratificação nos horizontes orgânicos.

2.5.4 PRECIPITAÇÃO

A cobertura florestal atua no ciclo hidrológico, retardando a movimentação da água em direção aos cursos de água, através de processos de interceptação, infiltração, absorção, transpiração e percolação (CASTRO *et al.*, 1983).

A alta pluviosidade, a evapotranspiração intensa e a rápida ciclagem de minerais em solos geralmente pobres, condicionam os ecossistemas florestais tropicais a uma estreita dependência do ciclo hidrológico (JACKSON 1971).

A precipitação que cai sobre a floresta é em parte interceptada pela copa das árvores para ser depois evaporada (MOLCHANOV, 1963). A interceptação é definida como a parcela da precipitação que é assim impedida de atingir o solo. O restante passa diretamente pelos espaços vazios entre as folhas e copas, ou após escorrer pelas folhas, ramos e troncos atinge o piso florestal (ARCOVA e CICCIO, 1987).

Precipitação efetiva é a quantidade de água que chega ao solo de forma direta ou indireta (ROTHAHER, 1963, CLARKE 1986). Alguns autores incluem escoamento superficial (MICHELENA, 1984 citado por NOVOA, 1988) e aporte lateral por neblina (PENMAN, 1963 citado por NOVOA, 1988) como parte deste processo.

O processo da perda por interceptação é, portanto, um componente importante do ciclo hidrológico de um ecossistema florestal, representando uma perda de água que dependendo do tipo de cobertura florestal, pode atingir 25 % da precipitação total anual (LINSLEY *et al.*, 1949). Deste fenômeno podem-se valer os especialistas de diversas áreas, com diferentes objetivos, tais como, quantificação do escoamento superficial, conservação dos solos e desbastes de reflorestamentos, relacionando densidade arbórea com valores de interceptação (CASTRO *et al.*, 1983), potencial combustível do litter e requerimento de água das espécies (SMITH, 1973).

Diversos são os fatores que irão influir nos valores da interceptação, como, as espécies, a estrutura da floresta, a frequência, duração, tipo e intensidade das chuvas, a estação do ano e as condições meteorológicas (BRINSON *et al.*, 1981, SMITH, 1973; MOLCHANOV 1963).

Segundo NOVOA (1988) os fatores que influenciam nos componentes do processo de interceptação são: 1- Precipitação: através da quantidade, intensidade, duração, frequência e distribuição no tempo. 2- água: viscosidade, temperatura e tensão

superficial. 3- Parâmetros ambientais: temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. 4- Cobertura vegetal: biovolume, estratificação do dossel e arquitetura das espécies. 5- Outros: animais (ação mecânica sobre a folhagem) e provenientes da amostragem como número, tipo de pluviômetro, intervalo de medição e local onde foi instalado o pluviômetro.

Para a maior parte dos autores, a precipitação total apresenta uma correlação linear com a precipitação interna, excetuando-se as precipitações muito pequenas.

A medida que aumenta a intensidade de precipitação, a quantidade de água que chega ao solo é maior, aumentando os valores dos componentes da precipitação efetiva (gotejamento, escoamento pelo tronco), bem como a chuva direta (NOVOA, 1988).

HUBER e OYARZÚN (1984) estudaram a influência que têm a intensidade e duração das precipitações, a velocidade do vento e o déficit de saturação do ar sobre as precipitações em uma floresta de *Pinus radiata*, e concluíram que em chuvas de intensidade menor que 1,0 mm/h, a interceptação alcançou seus valores mais altos, diminuindo consideravelmente com o aumento da duração da intensidade das precipitações. Com o aumento da velocidade do vento a interceptação foi reduzida e o déficit de saturação do ar não apresentou relação com a interceptação.

GASH e MORTON (1978), utilizando-se do modelo proposto por RUTTER *et al.* (1971), construíram um modelo baseado em precipitações e outras variáveis meteorológicas controladas, estimando as perdas por interceptação

MULDER (1985) construiu um modelo para calcular a perda por interceptação com base em observações diárias da temperatura do ar, da umidade relativa, da velocidade do vento, de precipitação, das horas de chuva e da luminosidade. O dossel da floresta foi caracterizado pela média de altura, densidade de cobertura e capacidade de estoque de água. Foi feita a análise de sensibilidade para o modelo, sendo que os valores estimados explicaram em 92 % os valores medidos.

A faixa de valores encontrados para a interceptação nas diversas florestas do mundo, é bastante variável, com valores que vão de 5 a 80 %; mas a maior parte encontra-se na faixa entre 10 e 40 %. NUNES (1980), citado por SANTOS (1989), revelou uma faixa de interceptação que vai de 3 % em florestas Nigerianas a 66 % em florestas amazônicas. SIM (1972), citado por FRANKEN *et al.* (1992), em floresta tropical da Malásia, observaram que, em função da precipitação, as perdas por interceptação atingiam valores entre 25 e 80 %. DOLEY (1981), em revisão da literatura de florestas que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais, encontrou valores de 0,4 à 63 %. Em estudos realizados no Brasil foram encontrados os seguintes valores para interceptação:

FRANKEN *et al.* (1982), FRANKEN *et al.* (1992) e JORDAN e HEUVELDOP (1981) obtiveram respectivamente 22, 19,8 e 5 % em floresta amazônica, CASTRO *et al.* (1983) obteve 12,4 % em mata secundária na região de Viçosa, LIMA (1976) encontrou 12,2 % para reflorestamentos de *Eucalyptus saligna* e 6,6 % em *Pinus caribaea*, COELHO NETTO *et al.* (1986) e CICCIO *et al.* (1986/88) na floresta atlântica, obtiveram 11,4 % e 18,2%, respectivamente, LIMA e NICOLIELO (1983) e LEOPOLDO e CONTE (1985) registraram respectivamente no cerrado 27,3 e 16,6 %, MEGURO *et al.* (1979b) obtiveram 30 % em mata mesófila secundária e SANTOS (1989) encontrou 28 % em floresta tropical subcaducifolia.

2.5.5 TEORES DE NUTRIENTES DA ÁGUA

As principais espécies químicas encontradas na água da chuva em suas formas iônicas são: sódio, cálcio, magnésio, potássio, cloreto, sulfato, amônio e nitrato, sendo que as seis primeiras têm como principal origem a água do mar. O atrito do vento com a superfície da água do mar, faz com que borrifos d'água sejam lançados na atmosfera, formando os chamados aerossóis de origem marinha. Uma vez na atmosfera, essas gotículas podem perder sua água pela evaporação, restando pequenos cristais, com dez micrômetros de diâmetro, formados principalmente de cloreto de sódio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio. Nas camadas mais baixas da atmosfera terrestre, o tempo de residência desses aerossóis é de aproximadamente uma semana. Pela chuva, essas espécies iônicas retornam a superfície da Terra, fenômeno que é denominado de deposição úmida. Outro mecanismo de retorno desses aerossóis à superfície é a chamada deposição seca. Neste caso, as partículas maiores, com mais de um micrômetro de diâmetro, voltam à superfície pelo efeito da gravidade e as menores, em decorrência de impactos ocasionais (MELLO e MOTTA, 1987).

A medida que se distancia do mar, outras fontes de origem continental, tais como poeiras, atividades agrícolas, queimadas e poluição, passam a preponderar na contaminação da água da chuva. A quantidade de nutrientes que entram no ecossistema pelas chuvas varia conforme as fontes emissoras e a época do ano (LIMA, 1986).

HAY e LACERDA (1984) salientaram a importância da entrada de nutrientes via atmosfera nos ecossistemas costeiros sobre solos arenosos, indicando como principais origens a precipitação úmida e a deposição seca provenientes do mar. VAN DER VALK (1974) atribuiu à deposição seca a maior contribuição na entrada de nutrientes em dunas

costeiras, indicando como fator principal na deposição de cátions no solo, a posição topográfica.

Várias relações de íons são utilizadas para indicar a influência da distância do mar na composição da água da chuva, baseadas na razão encontrada entre os teores da água do mar dentre elas a razão Cl/Na, K/Na, Mg/Na, P/Na e Ca/Na, onde quanto mais próximos do mar maiores são os valores encontrados (JUNGE, 1963 citado por MALLOCH 1972; CARLISLE *et al.*, 1966).

Outra proposição é feita por MATTSON *et al.* (1944), citados por GORE (1968), onde quanto menor a relação Ca/Mg, maior é a influência marítima, baseados na relação Ca/Mg, que é de 0,196 na água do oceano. Este autor cita relações que vão de 0,21 a 2,68.

MALLOCH (1972) concluiu que a deposição seca é quase a mesma da composição iônica da água do mar e a quantidade de sais depositados está correlacionada com a frequência, a velocidade dos ventos, a distância com o mar (deposição mais rápida até 500 metros, sendo reduzida após 2 Km) e tipo de vegetação. POTT (1978) encontrou diminuição significativa de sais a partir dos 30 metros de distância do mar, relacionada a proteção do vento realizada pelo dossel da floresta. HAY e LACERDA (1984) atribuíram à diminuição de cátions em restinga no Estado do Rio de Janeiro, também à cobertura florestal. CLAYTON (1972) salientou que a deposição seca que é transportada para o solo está diretamente relacionada com a exposição da planta e a forma de suas folhas.

A precipitação efetiva, ao interagir com a vegetação, provoca uma alteração química da água da chuva resultando num carreamento de nutrientes para a serapilheira. Esta é dividida em água de precipitação interna ("throughfall") e de escoamento pelo tronco ("stemflow"), constituindo em fator de adição de nutrientes ao solo, sendo processo importante no fluxo e na ciclagem interna de nutrientes em ecossistemas florestais (ARCOVA e CICCIO, 1987).

POTTER *et al.* (1991) salientaram dois mecanismos principais na composição química da precipitação interna; o primeiro é a lavagem dos elementos minerais da deposição seca ocorrida na superfície das folhas, e o segundo é a lixiviação de nutrientes das plantas através da lavagem de íons pela chuva. Estes autores salientam que a deposição seca está relacionada à cobertura do dossel e à frequência das espécies, e o segundo mecanismo está relacionado à quantidade, duração e intensidade da chuva.

CURLIN (1970), citado por CARPANEZZI (1980), considerou a lavagem foliar depois da decomposição de material orgânico, o mais importante meio de retorno de

nutrientes ao solo e indica, baseado em informes de literatura, que os elementos mais suscetíveis à lavagem são por ordem decrescente K, Ca, N e P.

Existe uma variabilidade muito grande de substâncias que são lixiviadas pela chuva, incluindo elementos minerais e orgânicos. Dentre os nutrientes inorgânicos, são lixiviados em maiores quantidades o K, Ca, Mg e o Mn (TUKEY, 1970).

Dados referentes aos teores de nutrientes no lençol freático da planície litorânea são escassos. Alguns trabalhos foram realizados em solos de brejos costeiros no Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (LACERDA *et al.*, 1986), onde foi constatado que o pH ácido, intensifica o processo de exportação dos elementos contidos na matéria orgânica, diminuindo suas concentrações no solo e aumentando na água. Estes autores encontraram respectivamente, para o Ca, Mg, Fe e Zn, em Maricá 5.3, 13.7, 0.4 e 7.6 ug/g e no Rio Grande 15.4, 8.2, 0.28 e 0.13 ug/g. ESTEVES *et. al.* (1984), analisando 9 lagoas no litoral do Rio de Janeiro, encontraram variações para o Ca de 1,5 à 19,4 ug/g, para o K, de 0,4 à 70,3 ug/g, o Mg de 1,1 à 71,7 ug/g e o Fe de 0,1 à 0,12 ug/g. CARMO e LACERDA (1984) encontraram para Maricá no Rio de Janeiro grandes variações nos teores de nutrientes durante as estações do ano, onde o K variou de 0,9 à 41 ug/g, o Mg de 3,7 à 124 ug/g, o Ca de 0,9 à 21 ug/g, o Fe de 0,1 à 0,35 ug/g e o Zn de 0,02 à 0,9 ug/g.

Embora estes dados se refiram a lagoas e brejos litorâneos, eles podem ser considerados como afloramentos do lençol freático (HAY e LACERDA, 1984), podendo servir como balizadores.

2.6 CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSSISTEMAS DE RESTINGA

Segundo LACERDA (1986) os primeiros estudos sobre a composição química de solos e sua associação a distribuição da vegetação da restinga foi realizado por ORMOND (1960).

ANDRADE (1964) estudou a ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo, relacionando as condições do ambiente com a ecofisiologia das plantas. Posteriormente, ANDRADE (1971; 1977), citado por LACERDA (1986), descreveu o comportamento das espécies da zona de praia, correlacionando a composição química das plantas com a composição do solo e a distância com o mar.

Vários trabalhos foram realizados sobre a ecologia de determinadas espécies nas dunas e restingas. HAY e LACERDA (1980) e HAY *et al.* (1981) estudaram as alterações nas características do solo após a fixação da bromélia *Neoregelia cruenta* e concluíram que esta bromélia recebe seu suprimento de nutrientes via aérea, funcionando como fonte

de matéria orgânica e nutrientes para o solo via liteira. Como não remove nutrientes do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e de cátions, propiciando condições para a continuidade do processo sucessional na restinga. COUTO e LACERDA (1985) estudaram as taxas de degradação e liberação de nutrientes em *Blechnum serrulatum* em função da disponibilidade de água em um brejo entre dunas.

No Rio Grande do Sul, CORDAZZO (1985), citado por LACERDA (1986), estudou a ecologia da vegetação de dunas, obtendo os primeiros dados sobre a distribuição dos nutrientes nas dunas do litoral do Estado.

No Rio de Janeiro, RAMOS e PELLENS (1993) estudaram a produção de serapilheira em uma restinga em Maricá. HAY *et al.* (1982), desenvolveram equações de regressão para estimar a biomassa aérea de indivíduos de duas espécies da restinga *Alagoptera arenaria*, uma palmeira de pequeno porte e *Aechmea nudicaulis*, uma bromélia terrestre.

Em São Paulo, MORAES (1993) estimou a produção de serapilheira e a transferência de elementos minerais em uma área de Floresta Atlântica de encosta e sobre restinga, na Ilha do Cardoso. REBELO *et al.* (1992) apresentaram dados preliminares sobre a ciclagem de nutrientes em restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, da mesma forma, DELITTI (com. pessoal), citado por MORAES (1993), na planície litorânea da Juréia.

GARAY *et al.* (1991) iniciaram estudos sobre a classificação dos tipos de húmus em alguns ecossistemas de floresta costeira, floresta atlântica e restinga.

No Paraná, não consta na literatura trabalhos relacionados a este tema no litoral; apenas os trabalhos de FIGUEIREDO (1954) e HERTEL (1959) apresentaram alguns valores de análises físico-químicas de solos, água dos rios e lençol freático na Ilha do Mel. O último autor relaciona aspectos da vegetação com o solo, lençol freático, sucessão e clima. ROCHA *et al.* (1987), avaliando as condições edáficas para o desenvolvimento do palmito nas planícies arenosas do litoral paranaense, concluíram que a ocorrência desta espécie está relacionada a sua posição nos cordões litorâneos, onde na parte mais elevada com maior profundidade do lençol freático, baixa ciclagem de nutrientes, e solos com A fraco ou A moderado, o palmito é menos frequente.

Poucos são os trabalhos que abordam a ciclagem de nutrientes na restinga de forma global; este enfoque foi dado inicialmente por HAY e LACERDA (1984) estudando dois ecossistemas de restinga no Estado do Rio de Janeiro. Este estudo abordou as entradas, reservatório e saída de nutrientes dentro deste ecossistema. LACERDA (1986),

em revisão bibliográfica sobre ciclagem de nutrientes em ecossistemas costeiros, designou como prioridade de pesquisa para a restinga estudos sobre fluxo e balanço de nutrientes.

Os diversos trabalhos que focalizam o ecossistema de restinga, são unânimes em caracterizá-lo como de caráter oligotrófico (solos de baixa fertilidade), devido as condições edáficas, onde predomina a textura arenosa (sedimentos de origem marinha), dificultando retenção de íons e de água.

Para evitar a saída de nutrientes do sistema, são indicados na literatura uma série de mecanismos, dentre os quais: a lenta taxa de decomposição da serrapilheira e a retenção de nutrientes de origem atmosférica, principalmente através de bromélias (HAY e LACERDA, 1984); presença de micorrizas (TRUFFEN, 1988; 1989); capacidade em translocar nutrientes, eficiência na utilização dos nutrientes e caráter perenifólio (MORAES, 1993).

Outros mecanismos característicos dos ecossistemas oligotróficos amazônicos, como mecanismos de retenção de nutrientes na biomassa da vegetação e a rede de raízes finas na camada superficial do solo também são característicos dos ecossistemas de restinga.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Paraná tem um litoral pouco extenso, sendo delimitado pela Vila de Ararapira (25° 12' 44" S e 48° 01' 15" W) ao norte, e pela Barra do rio Sai-Guaçu (25° 58' 38" S e 48° 35' 26" W) ao sul. Caracteriza-se por uma costa rica em enseadas, pontais e ilhas, constantemente modificados pelo processo de retificação da linha de costa através de uma intensa sedimentação (MAACK, 1981; BIGARELLA, 1947).

A planície costeira estende-se desde o sopé da Serra do Mar até o oceano, com 90 Km de comprimento e 55 Km de largura, na região de Paranaguá. Em geral as altitudes são inferiores a 20 m, aumentando da costa para o continente (ANGULO, 1992).

A Ilha do Mel situa-se na entrada da Baía de Paranaguá, litoral centro do Estado (FIGURA 01), fazendo parte do município de Paranaguá; seus pontos extremos tem as seguintes coordenadas: Ponta do Hospital - 25° 29' S; Ponta das Encantadas - 25° 34' 32" S; Ponta das Conchas - 48° 17' 15" W; Ponta da Coroazinha - 48° 23' 16" W (SILVA, 1990).

A Ilha tem um perímetro aproximado de 35 Km e área em torno de 2760 ha, sendo constituída por duas áreas bem delimitadas, ligadas por uma estreita faixa arenosa. A área sul, menor, é formada basicamente por afloramentos do complexo cristalino, de origem pré-cambriana, intercalados por pequenas planícies arenosas quaternárias, e a área norte, mais extensa, na sua maior parte formada pela planície sedimentar quaternária originada de depósitos marinhos (FIGUEIREDO, 1954; BIGARELLA, 1965).

A área de estudo, encontra-se dentro da Estação Ecológica da Ilha do Mel, criada através do decreto estadual 5.454 de 21/09/82 de administração, guarda e fiscalização do Estado, abrangendo uma área aproximada de 2240 ha, (ITCF, 1986 citado por SILVA, 1990).

O local de amostragem (FIGURA 2) localiza-se na planície costeira, na praia das Conchas, a uma distância de aproximadamente 100 metros do mar em direção, a parte central da planície e a cerca de 1000 metros de distância do morro da Fortaleza.

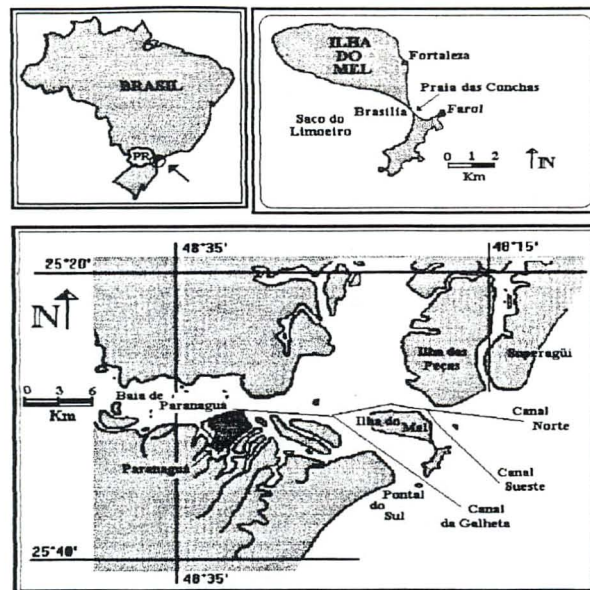


FIGURA 1 - Mapa com a localização da Ilha do Mel, no litoral paranaense e foto de satélite focalizando a Ilha do Mel na entrada da baía de Paranaguá.

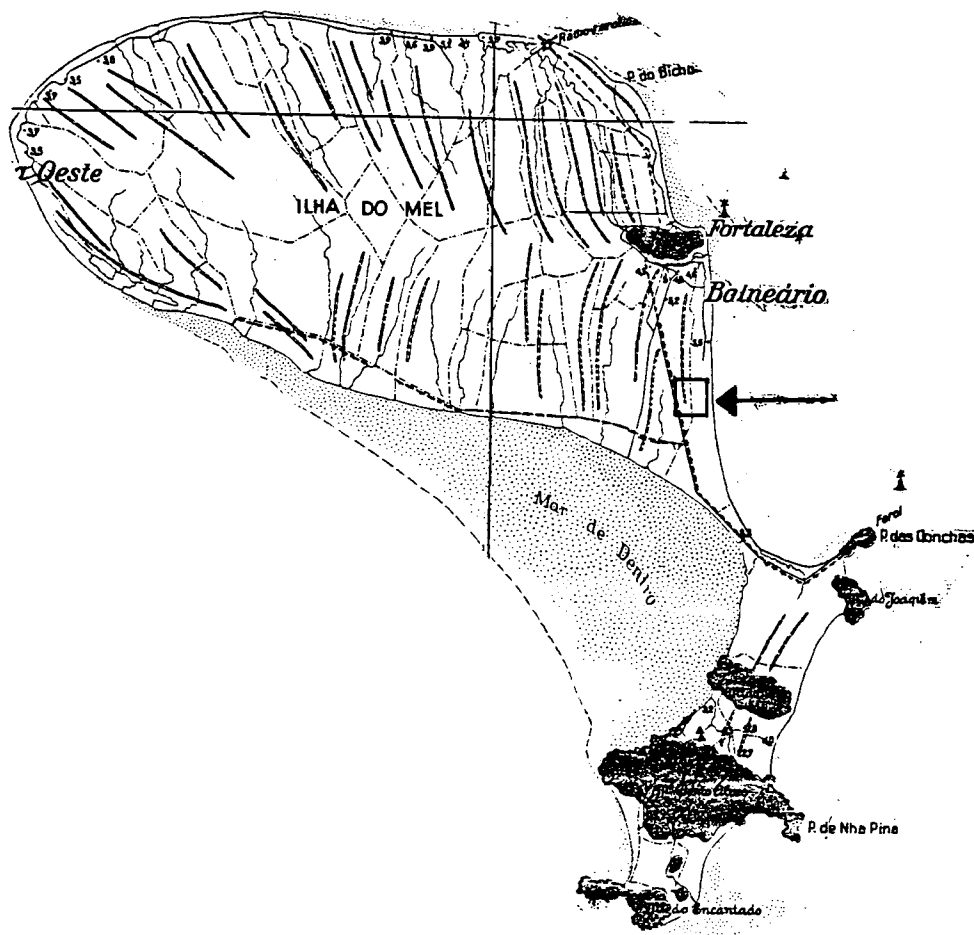


FIGURA 2 - Área de realização da amostragem e os cordões litorâneos na Ilha do Mel.
Fonte: BIGARELLA (1965).

3.2 ÁREA DE AMOSTRAGEM

Foram escolhidas duas áreas amostrais, próximas entre si, representando duas situações distintas da ocorrência da floresta dos cordões litorâneos da planície da Ilha do Mel. A primeira ocorre nas partes mais elevadas dos cordões em local mais seco, e a segunda nas depressões onde frequentemente há o afloramento do lençol freático. Estas apresentam composição florística, fisionomia e estrutura diferentes (FIGURAS 3 e 4).

Em cada uma destas áreas, foram demarcadas uma parcela de 0,3 ha de 30 x 100 metros, divididas em 30 subparcelas de 100 m², conforme disposição ilustrada na FIGURA 5 (p. 52). As áreas amostrais foram dispostas desta forma, de maneira a acompanhar o cordão litorâneo e representar uma porção de vegetação homogênea.

A seguir são mostradas algumas características estruturais da vegetação das áreas estudadas, obtidos no estudo fitossociológico, realizado por SILVA *et al.* (1994).

	RESTINGA BAIXA	RESTINGA ALTA
-número de indivíduos	839	499
-densidade total (indiv./ha)	2796.9	1663.3
-área basal total (m ² /ha)	24.06	36.33
-diâmetro máximo (cm)	34.8	67.7
-diâmetro mínimo (cm)	5.1	5.1
-diâmetro médio (cm)	9.4 ± 4.4	13.1 ± 10.2
-altura máxima (m)	15	25
-altura mínima (m)	2.3	2.0
-altura média (m)	7.0 ± 2.2	9.68 ± 4.6
-número de espécies	26	51
-índice de diversidade (H')	2.5	3.2
-equabilidade	0.770	0.817
-número de famílias amostradas	15	24
-número de árvores mortas	17	15

A vegetação da restinga baixa tem menor porte, expresso tanto pelos valores de altura média como de área basal total, apesar de ter maior densidade de indivíduos. Um fato notável é a ocorrência de muitos indivíduos bastante perfilhados principalmente de *Erythroxylum amplifolium*, *Psidium cattleianum*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Myrcia*



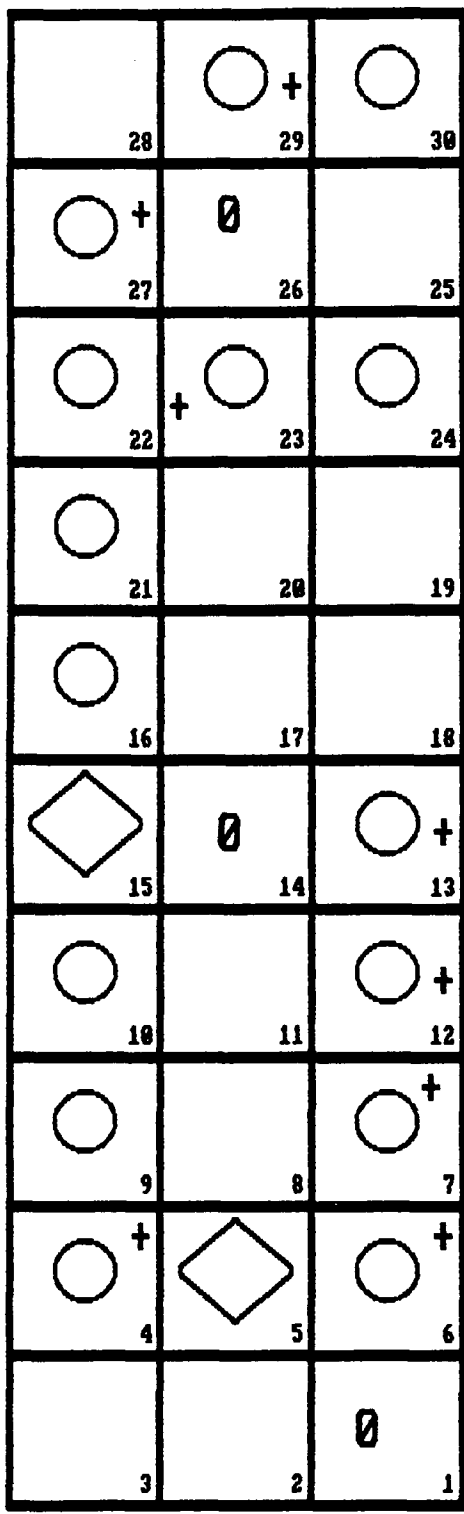
FIGURA 3 - Vista geral do interior da floresta na restinga baixa.



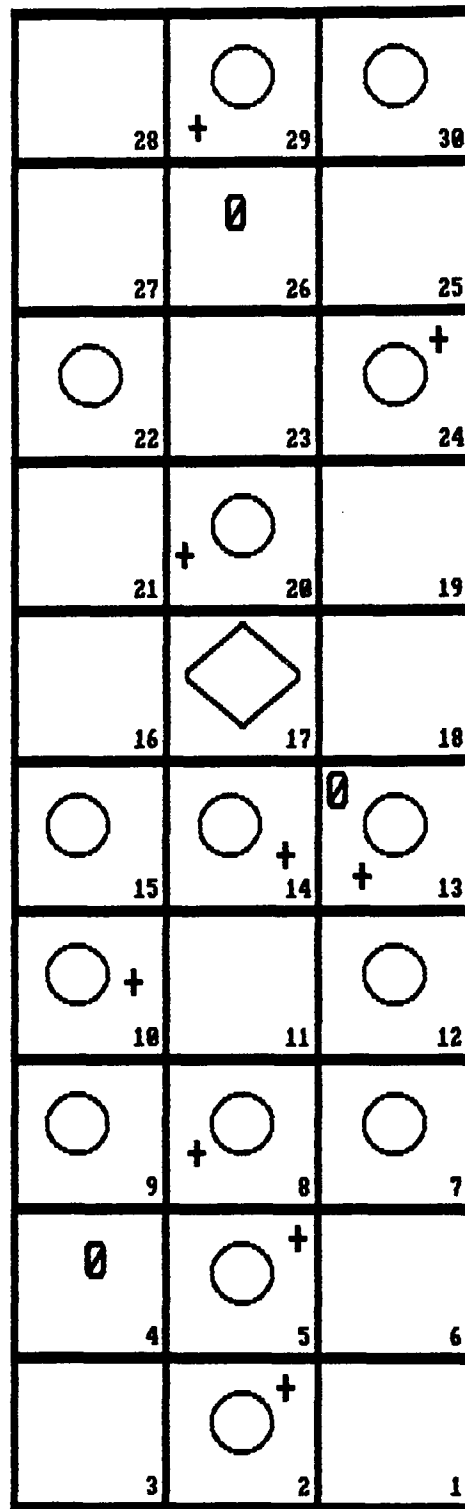
FIGURA 4 - Vista geral do interior da floresta na restinga alta.

RESTINGA BAIXA

RESTINGA ALTA



100 m



Perfis de solo



Coletores

+ Pluviômetros
Ø Piezômetros

FIGURA 5 - Croqui ilustrando a disposição das parcelas nas duas áreas amostrais, com a localização dos coletores, pluviômetros, piêzômetros e os perfis de solo.

multiflora e *Ilex pseudobuxus*. Não ocorre uma estratificação clara no componente arbustivo-arbóreo desta área, havendo no entanto estrato herbáceo bem desenvolvido, assim como acentuado epifitismo. A diversidade de espécies é menor em relação a outra área.

Na restinga alta predominam indivíduos com troncos mais retos e longos, chegando algumas espécies a atingir alturas de 25 metros, como *Calophyllum brasiliense*. A densidade de indivíduos é menor mas a diversidade específica maior. A estratificação é mais clara, podendo ser reconhecidos dois estratos lenhosos, com alturas em torno de 4-10m e 10-25 m respectivamente, cada qual representado por um conjunto de espécies características. *Faramea marginata*, *Guarea macrophylla*, *Rudgea villiflora*, *Marlierea tomentosa* e *Marlierea eugeniopsoides* são as espécies típicas do subosque da floresta, enquanto *Calophyllum brasiliense*, *Tapirira guianensis*, *Ocotea pulchella*, *Alchornea triplinervia*, *Pera glabrata*, *Schefflera angustissimum*, *Gomidesia schaueriana* e *Ficus gomelleira* são características do estrato arbóreo superior.

Na TABELA A08 (p.170), são apresentados as espécies mais importantes e seus respectivos parâmetros fitossociológicos, das duas áreas estudadas.

3.3 CLIMA

Os dados meteorológicos de precipitação total, temperaturas máximas e mínimas, temperatura média compensada e umidade relativa dos anos de 1989 a 1993 foram fornecidos pelo 7º e 8º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia, obtidos através da Estação Meteorológica de Paranaguá, situada a 4,4 m s.n.m., nas coordenadas 25º 31' S e 48º 31' W, distando aproximadamente 20 Km da área estudada.

As observações relativas ao período de 1948 a 1988, foram obtidas através de SILVA (1990), também referentes a Estação meteorológica de Paranaguá.

Os cálculos de evapotranspiração potencial e balanço hídrico seqüencial foram realizados segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), utilizando-se do programa BALASC de autoria do Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura, CEPAGRI/UNICAMP. A capacidade de retenção de água no solo foi calculada por SILVA (1990) em 25 mm, usando a equação proposta por OMETTO (1981). Foram calculados os seguintes parâmetros definidos por PESSOA (1985); excedente hídrico, que é a umidade do solo em milímetros que excede a capacidade de armazenamento do solo, e é drenada para o lençol freático; deficiência hídrica, é a quantidade de água em milímetros que falta no solo para o uso das plantas, constitui a diferença entre evapotranspiração potencial e a

real; retirada da umidade do solo, é a água em milímetros que as plantas retiram do solo quando a chuva é insuficiente; reposição da umidade do solo, é a quantidade de água em milímetros, advinda da chuva, repostada no solo para alcançar a capacidade de campo.

3.4 SOLOS

Os solos foram estudados através da abertura de três trincheiras, duas na restinga baixa e uma na restinga alta, localizados conforme a FIGURA 5 (p.39).

A restinga baixa apresenta um relevo plano com pequenas ondulações de 20 à 50 cm de altura. O perfil 1 foi locado na parte superior destas pequenas elevações e o perfil 2 na parte inferior.

A descrição e morfologia dos perfis seguiram o roteiro recomendado por LEMOS e SANTOS (1984).

As amostras de solo, num total de 20, foram secas, destorroadas e peneiradas, obtendo-se a fração <2mm, sendo submetidas as seguintes análises, de acordo com as recomendações da EMBRAPA (1979):

- Granulometria pelo método VETTORI PIERANTONI (1968).
- pH em solução 0,01 M de cloreto de calcio.
- Ca^{++} , Mg^{++} e Al^{+++} extraíveis com cloreto de potássio à 1 N.
- K^+ extraível com ácido clorídrico à 0,05 N.
- acidez extraível ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$) com acetato de calcio 1 N à pH 7.
- P extraível através do extrator de Melich.

De acordo com os resultados obtidos foram calculados os seguintes valores:

- Soma de bases (S)- soma aritmética dos teores de K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} .
- Capacidade de troca catiônica total (T)- soma aritmética dos valores de S, Al^{+++} e H^+ .
- Saturação em bases (V)- porcentagem de S em relação a capacidade de troca catiônica, calculado pela fórmula $V = S \cdot 100 / T$.
- Saturação com Alumínio (m) - calculado pela fórmula $m = 100 \cdot \text{Al}^{+++} / (\text{Al}^{+++} + S)$.

As análises foram realizadas nos laboratórios de Física, Química e Fertilidade de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná.

Os solos foram classificados segundo as normas da EMBRAPA (1988).

Os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al, no solo, foram analisados no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná, segundo a metodologia descrita por HILDEBRAND (1976).

A análise total dos cátions metálicos foi realizada através da digestão total, com ácido fluorídrico e ácido perclórico.

As leituras de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al, foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica 2380 Perkin-Elmer e as do P pelo método colorimétrico (cor azul) em espectrofotômetro UV/VIS 554 Perkim - Elmer. O N foi determinado pelo método KJELDAHL.

3.5 REGIME HÍDRICO

A água de precipitação que atravessa o dossel e goteja na superfície do solo (precipitação interna), foi captada quinzenalmente, por meio de 10 pluviômetros de polietileno em cada área de estudo. A amostragem foi feita durante o período de 16/06/91 à 26/06/93, perfazendo um total de dois anos. Os pluviômetros foram distribuídos aleatoriamente, através de sorteio, nas parcelas onde estavam os coletores de serapilheira (FIGURA 5, p. 39).

A água de precipitação livre ou total foi coletada por 5 pluviômetros localizados em uma clareira próxima a área de amostragem (FIGURA 6).

Em cada área de parcelas foram instalados 3 piezômetros, para medir os níveis do lençol freático, sendo as medidas feitas quinzenalmente, juntamente com as medidas de pluviosidade.

Todos os pluviômetros foram construídos com funil plástico com área de recepção de $120,7 \text{ cm}^2$ (com tela na base), conectados a um recipiente plástico (5 litros) através de mangueira fina. As leituras eram feitas quinzenalmente, medindo-se o volume de água existentes no reservatório utilizando-se de uma proveta. Os pluviômetros que por ventura apresentavam-se entupidos ou com alguma outra irregularidade (vazamentos), tiveram suas medidas anuladas.

Na quantificação da perda por interceptação, empregou-se a equação definida por HELVEY e PATRIC (1965), citado por FRANKEN *et al.* (1982):

$$I = Pt - (Pi + Et)$$

I = perda por interceptação.

Pt = precipitação total.

Pi = precipitação interna.

Et = escoamento pelo tronco.

O termo Et foi desprezado, tendo em vista seu valor ser pouco significativo na equação (FRANKEN *et al.*, 1982).

Foram feitas coletas quinzenais de amostras de água para análise química, durante o ano de 1992. Em todos os recipientes foram colocados cristais de timol, para impedir o desenvolvimento de microrganismos. Logo após a medida do volume de água captado em cada pluviômetro, a água dos 10 pluviômetros de cada área, foi misturada em um galão e retirada uma alíquota de 2 litros, onde foi adicionado 1 ml de ácido nítrico. Estas eram reunidas para compor uma amostra mensal. O mesmo procedimento foi feito para os pluviômetros localizados fora da floresta e para a água do lençol freático coletada nos piêsômetros. A água foi levada a laboratório e congelada.

No Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná, a água foi descongelada e filtrada, sendo analisados os seguintes elementos; P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al e Si.

As leituras de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al, foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica 2380 Perkin-Elmer e as do P em espectrofotômetro UV/VIS 554 Perkin - Elmer, segundo recomendações da APHA (1990).

3.6 PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA

A amostragem da deposição de serrapilheira foi feita através de 15 coletores circulares com 1 m² de recepção, em cada formação estudada (FIGURA 7). Estes foram amarrados as árvores a uma altura de 1 metro do solo. Através de sorteio os coletores foram alocados aleatoriamente no centro das parcelas amostrais do estudo fitossociológico (FIGURA 5, p.39).

O material foi coletado de 14 em 14 dias, para evitar a lavagem de elementos, acondicionado em sacos plásticos e numerados. Em laboratório foram submetidos a uma secagem prévia a temperatura ambiente, sendo reunido posteriormente em amostras

mensais durante dois anos, num total de 26 amostras no período de 16/06/91 à 26/06/93, conforme segue:

Instalação - 14/06/1991

	Ano 1	Ano 2
1991		1992
Junho	29/06 - 11/07	27/06 - 11/07
Julho	27/07 - 11/08	25/07 - 08/08
Agosto	24/08 - 07/09	22/08 - 09/09
Setembro	21/09 - 05/10	19/09 - 10/10
Outubro	19/10 - 02/11	17/10 - 31/10
Novembro	15/11 - 30/11	14/11 - 28/11
Dezembro	14/12 - 31/12	12/12 - 28/12
1992		1993
Janeiro	11/01 - 25/01	09/01 - 23/01
Fevereiro	09/02 - 22/02	06/02 - 20/02
Março	08/03 - 21/03	06/03 - 20/03
Abril	04/04 - 19/04	03/04 - 17/04
Maiο	03/05 - 17/05	01/05 - 16/05
Junho	30/05 - 13/06	29/05 - 12/06

A serapilheira foi triada nas frações: elementos lenhosos com diâmetro menor que 10 cm (PAGANO, 1985), flores e frutos (sementes), folhas e miscelânea. A categoria miscelânea compreendia todo o material que sobrava da triagem e não se enquadrava nas demais frações, incluindo material de origem animal e vegetal. A fração folhas foi triada por espécie vegetal. A determinação das espécies foi possível devido ao conhecimento da flora da área, da identificação das espécies em torno dos coletores e a confecção de uma pasta com as exsiccatas das espécies ocorrentes na área amostral. Também foi introduzida uma fração folhas diversas, constituída de pedaços não identificáveis de folhas e de espécies que contribuíam com menos de 0,1 g de peso.

O material triado foi acondicionado em sacos de papel e seco em estufa à temperatura de 70^o C, até peso constante. Cada fração foi pesada em balança Mettler P1210 de um prato, com precisão de 0,01 g.



FIGURA 6 - Vista da amostragem dos pluviômetros de fora da mata.



FIGURA 7 - Vista do Coletor de serapilheira na restinga baixa.

Os dados foram reunidos em tabelas, transformados em kg/ha, e posteriormente foram calculadas as médias mensais e totais anuais com os respectivos desvio-padrão e coeficiente de variação das frações e da serapilheira total.

Para a coleta do componente das folhas verdes foram escolhidas 10 espécies dentro das mais importantes (segundo a análise fitossociológica) na restinga baixa e 9 na restinga alta, incluindo espécies dos diferentes estratos da floresta. Para a restinga baixa, constam: *Erythroxylum amplifolium*, *Calophyllum brasiliense*, *Crusia criuva*, *Ilex theezans*, *Tapirira guianensis*, *Psidium cattleianum*, *Ocotea pulchella*, *Myrcia multiflora*, *Ilex pseudobuxus*, *Terstroemia brasiliensis*, para a restinga alta: *Alchornea triplinervia*, *Tapirira guianensis*, *Myrcia insularis*, *Myrcia racemosa*, *Eugenia sulcata*, *Ocotea pulchella*, *Faramea marginata*, *Calophyllum brasiliense*, *Guarea macrophylla*,

A coleta foi realizada em duas épocas diferentes, em fevereiro de 1992, depois da maior queda de folhas (ocorrida em dezembro de 1991) e no período de maior queda do segundo ano de amostragem, novembro de 1992. Foram coletados de 5 indivíduos de cada espécie, amostras de ramos do terço superior da copa voltado para a face norte. Estas amostras eram reunidas e acondicionadas em sacos plásticos, para posterior separação das folhas dos ramos e secagem do material em estufa à temperatura de 70^o C, até peso constante.

Também foi separado do material da serapilheira amostras da fração folhas das mesmas espécies analisadas no componente das folhas verdes, concomitantemente com a época de coleta do material verde das copas.

Todas as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey e homogeneizado, sendo armazenados em frascos de vidro etiquetados e encaminhados para análise química.

3.7 HORIZONTES ORGÂNICOS

A coleta do material dos horizontes orgânicos foi realizada no mês de fevereiro de 1993. Foram feitas aleatoriamente 5 amostras de 20 X 20 cm, para cada área estudada.

A separação dos horizontes orgânicos foi realizada parcialmente em campo, e posteriormente foi feita nova aferição em laboratório.

Não foram feitas medidas de espessura, devido ao seu pequeno tamanho e a grande variabilidade de medidas de local para local, sem que se pudesse obter uma padronização.

A caracterização do horizonte orgânico do solo foi feita segundo a terminologia de BABEL (1972) citado por TREVISAN (1992), no qual foram utilizadas as seguintes termos e definições:

Horizonte L: horizonte superficial da manta florestal, consistindo de serapilheira recém caídas, sem substância fina (resíduos orgânicos menores que 0,2 mm, cuja origem não pode ser observada a olho nu) em quantidades menores que 10 %. Este é dividido nos subhorizontes Ln e Lv.

Ln - restos de plantas que não mostram diferenças com relação ao material vivo da vegetação, alguma substância fina, pouca quantidade de micélio de fungos.

Lv - o mesmo que Ln, somente que o material se encontra mais desbotado, se fragmentando mais facilmente, e com maior quantidade de micélio de fungos.

Horizonte F: Resíduos vegetais com pouca ou média quantidade de substância fina. Raízes finas vivas, excrementos de animais do solo em boa forma e presença de fungos. É dividido nos subhorizontes Fr e Fm.

Fr - predominância de restos vegetais e pouca substância fina, ocorre a redução no tamanho dos resíduos.

Fm - restos de plantas e substância fina na mesma proporção, com resíduos bem fragmentados.

Horizonte H: Substância fina orgânica com pouco ou nenhum resíduo vegetal identificável. Substância mineral de 0 a 50 % do volume do material.

Hr - com predominância da substância fina determinando a estrutura e resíduo vegetal reconhecível.

Hf - com substância fina, sem o reconhecimento quanto ao material de origem (resíduo vegetal).

Cada um destes horizontes foi pré-identificado em campo, através da retirada gradativa das porções superiores do horizonte até chegar-se ao horizonte A1 do solo, estes eram coletados e acondicionados em sacos de papel. No laboratório foi feita uma avaliação mais minuciosa da separação do material, o horizonte Fr por possuir grande quantidade de raízes, foi separado em uma fração constituída de raízes e a outra de folhas em decomposição. O material foi seco em estufa a 70° C. Os horizontes identificados, foram pesados e submetidos a análise química dos seguintes elementos; N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al, B e Si.

3.8 ANÁLISES QUÍMICAS

Na realização das análises químicas as sete primeiras amostras da serapilheira, correspondentes aos meses de junho a dezembro de 1991, foram realizadas mensalmente. A partir de janeiro de 1992 até junho de 1993 a serapilheira de cada área foi subdividida em sub-parcelas de 3 coletores cada, e agrupada bimestralmente, perfazendo um total de 5 repetições por área para cada fração e em cada bimestre. As frações flores/frutos e miscelânea, nos meses de menor deposição, não constituíam material suficiente para as análises de laboratório, em conseqüência, nestes bimestres, estas apresentavam um número menor de repetições conforme a quantidade de material disponível.

O material em seguida foi encaminhado para a determinação do conteúdo de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al, Na, B e Si, no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná.

O N foi determinado pelo método de Kjeldahl. Para a determinação dos demais elementos, com exceção do B, o material foi digerido em mufla a 500°C e solubilizado em HCl 10%. A digestão do B, foi feita em mufla a 500°C e em banho-maria com HCl 1N.

As leituras de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Al, foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica 2380 Perkin-Elmer.

O P foi determinado pelo método colorimétrico com vandato-molibdato de amônio (cor amarela) e o Boro com azomethine-H, sendo ambas as leituras feita em espectrofotômetro UV/VIS 554 Perkin - Elmer.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes aos pesos e teores de nutrientes da serapilheira foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas. Para os dados da análise química, as parcelas foram os dois locais, com 5 repetições cada, e as sub-parcelas foram as 6 épocas de coleta.

Para os dados de peso, as duas áreas constituem-se as parcelas, com 15 repetições cada, e as 26 épocas de coleta, as sub-parcelas.

As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

A homogeneidade das variâncias foi testada pelo teste de Bartlett, tendo os dados sido transformados quando necessário.

A análise de variância para o peso das frações da serapilheira foi realizada separadamente nos dois anos de amostragem.

Como o número de repetições não foi igual em cada bimestre, somente foram realizadas análises de variância para os teores de nutrientes das frações folhas e ramos para o segundo ano de experimento.

Foram correlacionados os dados de peso total da serapilheira e suas frações com os dados climáticos, nas duas áreas estudadas, através da construção da matriz de correlação de Pearson, utilizando-se do teste t de "Student" para avaliar o nível de significância. O mesmo foi feito entre os dados de quantidade de precipitações total e interna com os valores de profundidade do lençol freático.

4 RESULTADOS

4.1 CLIMA

A temperatura média anual no período de 1991 a 1993, apresentou valores de 21,7, 21,7 e 20,4 °C, respectivamente. As temperaturas médias compensadas mais elevadas ocorrem nos meses de dezembro à fevereiro e as mais baixas em junho, julho e agosto. A máxima absoluta ocorreu em outubro de 1991 com 38,2 °C, e a mínima absoluta em agosto de 1991 com 4,9 °C.

Na TABELA A01 (p.165) são apresentadas as médias mensais e anuais das temperaturas médias compensadas, máximas e mínimas, para o período de 1991 à 1993.

As médias anuais e mensais da pluviosidade total do período de 1989 à 1993 e a umidade relativa para os anos de 1991 à 1993, estão nas TABELAS A02 e A03 (p.165-166).

O ano de 1992, apresentou uma pluviosidade anual de 1736,3 mm, bastante menor que os demais anos (1989- 2569 mm, 1990- 2434 mm, 1991- 2278 mm e 1993- 2342 mm).

Os meses de maior pluviosidade para o ano de 1991, foram novembro e dezembro, para 1992, março e maio e 1993, foram janeiro, fevereiro e setembro. Os meses de menor pluviosidade para o ano de 1991, foram julho e agosto, em 1992, foi junho, e 1993, foi agosto. Julho de 1991, apresentou a menor pluviosidade dos últimos 45 anos (1,1 mm) e fevereiro de 1993 ocorreu a maior pluviosidade (568,3 mm) para o período de estudo.

A média anual referente a umidade relativa do ar, foi menor para o ano de 1991 (85 %), enquanto para os anos de 1992 e 1993, está foi de respectivamente 95 e 92 %.

Na TABELA 01 e na FIGURA 13 (p.99) são apresentados os valores referentes ao balanço hídrico climático seqüencial para os anos de 1989 à 1993, tendo sido considerado como 25 mm a capacidade de retenção de água no solo.

De maneira geral ocorreu pouca deficiência hídrica neste período, sendo a maior deficiência constatada em janeiro de 1992, calculada em 44 mm, já repostas no mês seguinte. Outro período de deficiência significativo ocorreu em julho e agosto de 1991, com 21 e 7 mm de deficiência. Quanto ao excedente hídrico ele variou de 707 mm em 1992 a 1520 mm em 1989.

TABELA 01 - VALORES ANUAIS DE PRECIPITAÇÃO (P), EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (EP), EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL (ER), EXCEDENTE HÍDRICO (EH), DEFICIÊNCIA HÍDRICA (DH), UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DO SOLO (UAS) E REPOSIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (RAS), EM mm, DOS ANOS DE 1989 A 1993.

ANOS	P	EP	ER	EH	DH	UAS	RAS
1989	2531	1016	1011	1520	5	19	19
1990	2434	1038	1029	1404	9	16	16
1991	2278	1059	1031	1248	28	21	22
1992	1736	1073	1029	707	44	23	23
1993	2342	990	962	1380	28	31	31

4.2 SOLOS

4.2.1 CLASSIFICAÇÃO

O perfil 1 foi classificado como Podzol distrófico A fraco textura arenosa fase floresta não hidrófila de restinga com relevo plano, e o perfil 2 como, Podzol distrófico A moderado textura arenosa fase floresta não hidrófila de restinga com relevo plano.

O perfil 3 da restinga alta foi classificado como Podzol distrófico A moderado textura arenosa fase floresta hidrófila de restinga com relevo plano.

A descrição geral dos perfis de solo encontra-se na TABELA A05 (p.167).

4.2.2 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Na TABELA A06 (p.169) é apresentado os resultados da análise granulométrica dos três perfis analisados.

O solo é classificado como de textura arenosa (EMBRAPA, 1988), segundo a classificação de Campinas como limo arenoso sub-classe fino arenoso (MEDINA, 1972), com muito pouca quantidade de argila, e valores mais elevados de silte no horizonte A1.

4.2.3 ANÁLISES QUÍMICAS

Os resultados das análises químicas dos três perfis estudados estão na TABELA A07 (p.169).

Os valores de pH em CaCl_2 são considerados muito baixos, variando de 3.4 à 4.2, indicando um solo fortemente ácido.

As percentagens de carbono são maiores nos horizontes A1. O perfil 3 da restinga alta, obteve a maior percentagem (4 %), em relação ao perfil 1 (2,6 %) e o perfil 2 (3,5 %), da restinga baixa.

Os valores dos elementos trocáveis são considerados baixos para todos os perfis. Nos horizontes A1, estes são mais elevados, diminuindo bastante nos horizontes A2, e elevando-se um pouco nos horizontes B iluviais. O mesmo comportamento ocorreu com a soma de bases (S).

O Al e a saturação em alumínio (m), foi mais alta nos horizontes B iluviais mais profundos, nos perfis da restinga baixa. Na restinga alta, o Al foi mais elevado no horizonte A1, enquanto em relação a saturação em alumínio não houve predomínio em nenhum horizonte.

Os valores da capacidade de troca catiônica (T) foram maiores no horizonte A1 em todos os perfis. Na restinga baixa os horizontes B iluviais inferiores apresentaram valores mais elevados de T, quando comparados aos horizontes iluviais do perfil 3 na restinga alta, em função dos teores de Al e H.

A saturação em bases (V) apresentou-se mais elevada nos horizontes A22 do perfil 1, Bh1 do perfil 2 e Bir3 no perfil 3.

Na TABELA 02 é apresentado os resultados dos teores totais nos três perfis de solos estudados.

A ordem decrescente de concentração dos teores totais no solo é a seguinte; $\text{Fe} > \text{N} > \text{Al} > \text{K} > \text{Mn} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Zn} > \text{Cu}$.

Os horizontes A1 e B iluviais mais profundos apresentaram, nos três perfis, os valores mais elevados em grande parte dos elementos.

TABELA 02 - TEORES TOTAIS DOS ELEMENTOS NOS SOLOS, EXPRESSOS EM g/100g E ug/g.

Restinga baixa - PERFIL 1

	N	Al	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	g/100g		ug/g							
A1	0,39	0,11	84	935	162	167	7880	475	15	15
A21	0,06	0,06	65	785	125	84	5075	320	--	10
A22	0,11	0,13	56	1270	125	92	5495	340	5	10
Bir1	----	0,11	--	1300	144	74	2565	175	10	10
Bir2	0,11	0,13	19	1265	100	77	1930	115	--	--
Bir3	0,11	0,14	--	1330	181	81	1480	120	5	10
Bir4	0,06	0,14	56	1510	137	71	635	35	15	--

PERFIL 2

	N	Al	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	g/100g		ug/g							
A1	0,28	0,11	56	885	100	116	1735	110	--	--
A21	0,11	0,10	19	890	125	71	1610	70	--	--
A22	----	0,12	--	1430	125	54	900	65	--	--
Bh1	0,06	0,16	--	1600	112	70	1600	105	--	10
Bh2	0,11	0,23	28	1955	112	61	585	50	--	--
Bh3	0,11	0,37	19	3130	156	77	490	30	--	--
Bir	----	0,18	28	1475	162	146	5450	400	--	10

Restinga alta - PERFIL 3

	N	Al	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	g/100g		ug/g							
A1	0,72	0,26	86	1515	200	121	1385	75	--	--
A2	----	0,18	28	1520	162	74	805	50	--	--
Bir 1	----	0,22	47	1410	219	120	4970	300	--	5
Bir 2	0,06	0,18	56	1330	212	142	5765	315	10	15
Bir 3	0,06	0,39	46	2125	412	500	39300	670	--	60
C	0,06	0,29	75	830	181	111	630	35	--	--

4.3 REGIME HÍDRICO

4.3.1 PRECIPITAÇÕES

Durante o período do experimento foram realizadas 53 amostragens, com intervalo de 2 semanas, dentre as quais 6 não apresentaram ocorrência de chuva.

As médias mensais de precipitação total, precipitação interna, interceptação e percentagem de interceptação, estão condensados na TABELA 03 e FIGURAS 14 e 15 (p.107). Na TABELA A09 (p.171) constam as médias das amostras realizadas quinzenalmente, juntamente com o desvio-padrão e coeficiente de variação.

Os valores da precipitação total oscilaram de 14,1 mm à 181,28 mm, totalizando durante o primeiro ano de amostragem 1801,61 mm. No segundo ano os valores foram de um mínimo de 20,0 mm à um máximo de 265,6 mm, totalizando 2261,64 mm.

Os valores de precipitação para este mesmo período obtidos pela estação meteorológica de Paranaguá foram de 2192,9mm e 2204,8 mm, para o primeiro e segundo anos respectivamente. As diferenças encontradas são provavelmente devidas a distância, diferenças nos pluviômetros e as diferentes datas de leitura.

A precipitação interna totalizou no primeiro ano, 1389,53 mm na restinga baixa e 1150,72 mm na restinga alta, e no segundo ano, 1784,57 mm e 1716,65 mm, respectivamente.

Os percentuais mensais de interceptação, apontam valores maiores para a restinga alta, principalmente no primeiro ano, onde a média anual, chegou a 36 %, contra 23 % da restinga baixa. Já no segundo ano, as diferenças entre áreas foram menores, com médias anuais de 21 % e 24 %, para a restinga baixa e alta, respectivamente, sendo os padrões de variação mensal diferentes, tanto de área para área, quanto em relação a precipitação total.

TABELA 03 - VALORES MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), INTERCEPTAÇÃO, EXPRESSOS EM MILÍMETROS E PERCENTAGEM DE INTERCEPTAÇÃO EM RELAÇÃO A PRECIPITAÇÃO TOTAL.

MÊS	Restinga baixa				Restinga alta		
ANO 1	PT	PI	I	%	PI	I	%
JUN	126,26	100,84	25,42	20,13	102,18	24,08	19,07
JUL	57,08	39,51	17,57	30,79	34,96	22,12	38,75
AGO	34,15	20,21	13,94	40,82	22,58	11,57	33,89
SET	171,75	119,93	51,82	30,17	133,70	38,05	22,15
OUT	131,90	89,83	42,06	31,89	86,65	45,25	34,31
NOV	181,28	140,85	40,43	22,30	92,38	88,90	49,04
DEZ	210,60	159,93	50,68	24,06	141,84	68,77	32,65
JAN	102,73	86,90	15,83	15,41	71,50	31,23	30,40
FEV	38,11	22,04	16,07	42,17	24,19	13,92	42,64
MAR	201,99	150,71	51,27	25,39	121,80	80,19	39,70
ABR	212,26	190,98	21,28	10,03	124,54	87,72	41,33
MAI	192,38	139,11	53,27	27,69	108,88	83,49	43,40
JUN	141,18	128,69	12,48	8,84	85,52	55,66	39,42
TOTAL ANUAL	1801,67	1389,53	412,15	22,88	1150,72	650,96	36,13
ANO 2	PT	PI	I	%	PI	I	%
JUN	102,40	71,04	31,36	30,62	74,15	28,25	27,59
JUL	123,12	94,28	28,83	23,42	93,24	29,88	24,27
AGO	76,22	57,06	19,17	25,14	51,04	25,19	33,04
SET	112,76	82,62	30,14	26,73	84,37	28,39	25,18
OUT	51,53	39,58	11,95	23,19	41,43	10,11	19,61
NOV	150,95	112,32	38,63	25,59	113,43	37,52	24,86
DEZ	81,03	68,19	12,84	15,84	64,76	16,27	20,07
JAN	223,86	171,67	52,20	23,32	153,66	70,20	31,36
FEV	167,44	136,33	31,11	18,58	102,04	65,04	39,06
MAR	317,19	241,16	76,03	23,97	271,67	45,52	14,35
ABR	319,97	237,07	82,90	25,91	221,12	98,85	30,89
MAI	369,72	328,68	41,04	11,10	323,59	46,13	12,48
JUN	165,45	144,55	20,09	12,14	122,16	43,29	26,16
TOTAL ANUAL	261,64	784,57	76,26	21,05	716,65	44,99	24,09

4.3.2 NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO

As medidas de profundidade do lençol freático, realizadas nos três piezômetros de cada área amostrada, constam na TABELA A10 (p.173).

Embora os locais amostrados estivessem em região plana, ocorriam pequenas ondulações no relevo, fazendo com que a medida obtida em cada piezômetro, onde o ponto zero era medido a partir da superfície do solo, apresentasse algumas diferenças.

A restinga baixa apresentou uma média de profundidade de 106,1 cm para o primeiro ano e 82,5 cm para o segundo ano. Na restinga alta, as profundidades médias foram, respectivamente, 48,5 cm e 31,7 cm.

O lençol freático não aflorou a superfície do solo em nenhuma das 51 amostragens realizadas na restinga baixa, chegando a profundidade mínima de 5 cm em 1/5/93 e a profundidade máxima de 202 cm em 30/11/91. Já a restinga alta, no piezômetro que encontrava-se em área mais baixa (Pi 6), houveram 19 ocorrências de afloramento do lençol freático. A maior profundidade observada foi de 125 cm em 22/9/91.

Os padrões sazonais de oscilação do lençol freático, nas duas áreas, são bastante semelhantes, modificando-se apenas a profundidade em relação a superfície, que foi maior na restinga baixa.

Observou-se uma relação inversa entre a pluviosidade total e a profundidade do lençol, onde nos picos de maior pluviosidade houveram picos de menor profundidade do lençol (FIGURA 17, p.112). Esta relação é comprovada pela matriz de correlação de Pearson (TABELA A12, p.174), com coeficientes de correlação entre precipitação total e profundidade do lençol de -0,642 para a restinga baixa e -0,562 para a restinga alta. Os dois valores foram considerados significativos ao nível de 0,01 pelo teste t "Student".

4.3.3 TEORES DE NUTRIENTES DA ÁGUA.

As concentrações mensais de nutrientes e as médias anuais das amostras de água oriundas da precipitação total, da precipitação interna e do lençol freático, para o ano de 1992, estão na TABELA 04.

Foram analisados P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Al e Si; não foram detectados Mn e Cu em nenhuma das amostras, Fe, Al e Si, nas amostras de precipitação total, e Al e Si nas amostras da precipitação interna.

TABELA 04 - CONCENTRAÇÃO MENSAL DOS ELEMENTOS MINERAIS CONTIDOS NA ÁGUA DA PRECIPITAÇÃO TOTAL, PRECIPITAÇÃO INTERNA E LENÇOL FREÁTICO, EXPRESSOS EM ug/g.

PRECIPITAÇÃO TOTAL						
	ug/g					
MÊS	P	K	Ca	Mg	Zn	
JAN	0,004	1,20	0,51	0,3	0,03	
FEV	0,004	1,20	0,39	0,5	--	
MAR	--	--	0,23	0,3	--	
ABR	0,001	0,19	0,29	0,3	0,03	
MAI	0,001	--	0,32	0,5		
JUN	--	--	0,19	0,4	0,07	
JUL	0,001	--	0,30	0,6	0,09	
AGO	0,003	0,27	0,37	0,7	0,05	
SET	0,001	0,09	0,30	0,6	0,01	
OUT	0,004	0,28	0,31	0,7	--	
NOV	0,006	0,37	0,32	0,4	0,03	
DEZ	0,001	--	0,24	0,7	0,01	
MÉDIA ANUAL	0,002	0,30	0,31	0,5	0,03	

PRECIPITAÇÃO INTERNA						
	ug/g					
<u>Restinga baixa</u>						
MÊS	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
JAN	0,014	7,77	1,29	1,7	0,08	0,04
FEV	0,009	4,25	1,37	1,7	0,03	0,03
MAR	0,007	3,80	1,47	1,2	0,05	0,04
ABR	0,006	2,50	0,66	1,1	0,02	0,01
MAI	0,003	2,87	0,63	1,2	0,02	0,01
JUN	0,001	0,46	0,41	0,9	--	0,02
JUL	0,006	2,87	1,10	1,2	--	0,03
AGO	0,006	3,98	1,45	0,8	0,05	0,08
SET	0,009	3,61	0,86	1,0	--	0,06
OUT	0,020	4,07	1,00	1,0	--	--
NOV	0,012	4,90	1,00	1,1	--	0,06
DEZ	0,012	5,18	1,07	1,3	--	0,04
MÉDIA ANUAL	0,009	3,85	1,03	1,2	0,02	0,04

<u>Restinga alta</u>						
MÊS	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
JAN	0,006	3,14	0,42	0,5	0,04	0,03
FEV	0,006	4,35	1,67	2,2	0,03	0,04
MAR	0,009	6,85	1,37	1,7	0,15	0,05
ABR	0,006	1,30	0,41	1,0	--	0,01
MAI	0,007	4,54	1,07	1,4	--	--
JUN	0,003	1,48	0,52	1,1	--	--
JUL	0,007	4,91	1,07	1,4	--	--
AGO	0,010	5,55	1,18	1,4	0,02	0,16
SET	0,012	5,92	1,21	1,3	--	0,10
OUT	0,013	6,10	1,80	1,9	--	0,09
NOV	0,009	6,11	0,95	1,0	--	0,04
DEZ	0,007	6,11	1,57	2,2	--	0,05
MÉDIA ANUAL	0,008	4,70	1,10	1,4	0,01	0,05

TABELA 04 - Continuação

LENÇOL FREÁTICO **ug/g**Restinga baixa

MÊS	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Al	Si
JAN	0,036	1,48	9,50	2,5	0,62	0,09	1,5	2,9
FEV	0,039	2,03	8,10	2,5	0,94	0,26	2,2	3,1
MAR	0,037	2,87	8,15	3,0	0,87	0,18	1,1	3,1
ABR	0,040	1,30	7,32	3,0	0,70	0,14	1,6	5,1
MAI	0,035	1,30	6,55	2,5	0,28	0,27	0,5	2,4
JUN	0,035	1,02	7,90	2,5	0,23	0,30	0,5	2,5
JUL	0,024	1,30	5,65	2,0	0,25	0,24	0,5	2,4
AGO	0,032	2,22	5,65	2,0	0,38	0,30	0,4	2,2
SET	0,039	2,13	5,75	2,5	0,54	0,37	0,6	2,1
OUT	0,039	1,66	4,50	3,0	0,66	0,34	0,8	1,8
NOV	0,049	1,94	4,75	1,5	1,40	0,26	3,9	2,9
DEZ	0,065	1,76	4,80	2,5	0,75	0,24	2,7	2,4
MÉDIA								
ANUAL	0,039	1,75	6,55	2,5	0,63	0,25	1,4	2,7

Restinga alta

MÊS	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Al	Si
JAN	0,055	1,11	9,15	3,0	0,78	0,07	0,7	5,9
FEV	0,053	0,27	10,65	2,5	0,64	0,08	1,2	6,6
MAR	0,056	1,20	10,10	2,4	0,63	0,08	0,9	3,5
ABR	0,058	1,10	8,45	3,5	0,84	0,08	1,5	7,6
MAI	0,040	1,11	7,60	3,5	0,53	0,14	0,8	3,8
JUN	0,058	0,92	8,35	3,0	0,53	0,07	0,6	5,7
JUL	0,059	1,02	8,85	2,5	0,34	0,05	0,5	3,2
AGO	0,056	1,94	8,90	2,5	0,74	0,08	0,6	5,0
SET	0,061	1,67	8,10	3,5	0,93	0,06	0,6	3,4
OUT	0,062	1,57	6,60	2,0	0,89	0,06	0,7	5,7
NOV	0,075	2,78	7,65	3,5	1,45	0,23	4,7	0,3
DEZ	0,065	1,76	4,80	2,5	0,75	0,24	2,7	2,4
MÉDIA								
ANUAL	0,058	1,37	8,26	2,9	0,75	0,10	1,3	4,4

A média anual em ordem decrescente de concentração dos elementos nos componentes hidrológicos analisados foi;

Precipitação total - $Mg > Ca > K > Zn > P$

Precipitação interna - $K > Mg > Ca > P > Zn > Fe$

Lençol freático - $Ca > Si > Mg > Al > Fe > Zn > P$.

Os menores teores foram encontrados na precipitação total e os maiores na água do lençol freático, com exceção do K, que foi maior nas amostras da precipitação interna. Destacam-se também, os elevados teores de Ca na água proveniente do lençol freático.

Em nenhum dos componentes hidrológicos ocorreu sazonalidade em relação aos teores de nutrientes durante o ano de amostragem.

4.3.4 QUANTIDADE DE NUTRIENTES DAS PRECIPITAÇÕES

As quantidades mensais de nutrientes transportados via precipitação total e precipitação interna, expresso em kg/ha, e o volume de água precipitada, expresso em mm, para o ano de 1992, constam na TABELA 05 e nas FIGURAS 18-20 (p.115).

O Mg foi o elemento depositado em maiores quantidades na água da precipitação total (7,48 kg/ha/ano), seguido do Ca (4,81), do K (3,51), do Zn (0,41) e do P (0,03).

A deposição anual em ordem decrescente da quantidade de nutrientes (kg/ha) através da precipitação interna para a restinga baixa foi: 44,7 para o K, 14,2 para o Mg, 12,1 para o Ca, 0,39 para Zn, 0,26 para o Fe e 0,1 para o P. Para a restinga alta os nutrientes e suas quantidades também em kg/ha foram: 49,8 de K, 14,6 de Mg, 11,4 de Ca, 0,53 de Zn, 0,26 de Fe e 0,09 de P.

4.4 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA

A produção média mensal de serapilheira, em kg/ha e o desvio-padrão, é apresentada na TABELA 06 e na FIGURA 23 (p.120).

A produção da serapilheira total foi maior cerca de 2,2 % para a restinga baixa e 0,8 % na restinga alta no primeiro ano, em relação ao segundo ano. Na média de dois anos, a deposição foi de 5.235 kg/ha/ano para a restinga baixa, e 7.673 kg/ha/ano para a restinga alta. A análise de variância apontou uma diferença significativa na deposição de serapilheira entre as duas áreas amostradas (TABELA A13, p.175).

TABELA 05 - QUANTIDADES MENSIS DE NUTRIENTES ESTIMADOS NA ÁGUA DA PRECIPITAÇÃO TOTAL E PRECIPITAÇÃO INTERNA, EXPRESSO EM kg/ha E PRECIPITAÇÃO (PREC.) EM mm.

PRECIPITAÇÃO TOTAL

MESES	PREC.	P	K	Ca	Mg	Zn
JAN	102,73	0,0041	1,23	0,52	0,30	0,0308
FEV	38,11	0,0015	0,46	0,15	0,19	0,0000
MAR	201,99	0,0000	0,00	0,46	0,60	0,0000
ABR	212,26	0,0021	0,40	0,62	0,64	0,0637
MAI	192,38	0,0019	0,00	0,62	0,96	0,0000
JUN	141,18	0,0000	0,00	0,27	0,56	0,0988
JUL	102,40	0,0010	0,00	0,31	0,61	0,0922
AGO	123,12	0,0037	0,33	0,46	0,86	0,0616
SET	76,22	0,0008	0,07	0,23	0,46	0,0076
OUT	164,26	0,0066	0,46	0,51	1,14	0,0000
NOV	150,95	0,0091	0,56	0,48	0,60	0,0453
DEZ	81,03	0,0008	0,00	0,19	0,56	0,0081
TOTAL ANUAL		0,03	3,51	4,81	7,68	0,41

PRECIPITAÇÃO INTERNA

Restinga baixa

MESES	PREC.	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
JAN	86,90	0,0122	6,75	1,12	1,48	0,0695	0,0348
FEV	22,04	0,0013	0,96	0,37	0,48	0,0066	0,0066
MAR	150,71	0,0105	5,73	2,22	1,81	0,0754	0,0603
ABR	190,98	0,0115	4,77	1,26	2,10	0,0382	0,0191
MAI	139,11	0,0042	3,99	0,88	1,67	0,0278	0,0139
JUN	128,69	0,0013	0,59	0,53	1,16	0,0000	0,0257
JUL	71,04	0,0043	2,04	0,78	0,85	0,0000	0,0213
AGO	94,28	0,0057	3,75	1,37	0,75	0,0471	0,0754
SET	57,06	0,0051	2,17	0,49	0,57	0,0000	0,0342
OUT	122,20	0,0244	4,97	1,22	1,22	0,0000	0,0000
NOV	112,32	0,0135	5,50	1,12	1,24	0,0000	0,0674
DEZ	68,19	0,0082	3,53	0,73	0,89	0,0000	0,0273
TOTAL ANUAL		0,10	4,77	2,08	4,22	0,26	0,39

Restinga alta

MESES	PREC.	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
JAN	71,50	0,0043	2,25	0,30	0,36	0,0286	0,0214
FEV	24,19	0,0015	1,05	0,40	0,53	0,0073	0,0097
MAR	121,80	0,0110	8,34	1,67	2,07	0,1827	0,0609
ABR	124,54	0,0075	1,62	0,51	1,25	0,0000	0,0125
MAI	108,88	0,0076	4,94	1,17	1,52	0,0000	0,0000
JUN	85,52	0,0026	1,27	0,44	0,94	0,0000	0,0000
JUL	74,15	0,0052	3,64	0,79	1,04	0,0222	0,0297
AGO	93,24	0,0093	5,17	1,10	1,31	0,0186	0,1492
SET	51,04	0,0061	3,02	0,62	0,66	0,0000	0,0510
OUT	125,50	0,0163	7,66	2,26	2,38	0,0000	0,1130
NOV	113,43	0,0102	6,93	1,08	1,13	0,0000	0,0454
DEZ	64,76	0,0045	3,96	1,02	1,42	0,0000	0,0324
TOTAL ANUAL		0,09	9,85	1,36	4,62	0,26	0,53

Ao comparar-se as médias mensais, a deposição foi maior em dezembro para o primeiro ano, e novembro para o segundo ano, sendo menor nos meses de junho, julho e agosto para os dois anos. Em todos os meses ocorreu uma maior queda de serapilheira na restinga alta.

A variação sazonal da deposição entre as duas áreas, apresentou diferenças significativas somente para o segundo ano (TABELA A13, p.175).

Nas TABELAS 07 a 10 e na FIGURA 24 (p.121) encontram-se a produção média mensal, em kg/ha, o desvio-padrão e a composição percentual mensal e anual das frações da serapilheira nos dois anos de amostragem.

A análise de variância demonstrou que existem diferenças significativas na queda de folhas, de ramos e de miscelânea entre as duas áreas, sendo esta sempre maior na restinga alta. Já para a fração flores/frutos não houve diferença significativa entre áreas.

As folhas foram a fração de maior deposição, constituindo, na média dos dois anos, 61,5 % e 59,3 % respectivamente do total de serapilheira produzida. Os meses de menor contribuição foram os mesmos para as duas áreas, junho/91 no primeiro ano e abril/93 no segundo ano, onde a fração folhas obteve um percentual mínimo de aproximadamente 33 %, em relação as demais frações. Os maiores percentuais ocorreram nos meses de agosto para a restinga baixa e outubro para a restinga alta superando 80% (TABELA 07).

A fração ramos contribuiu respectivamente na restinga baixa e alta com 25,8% e 24,9 % do total da serapilheira depositada, a fração flores/frutos com 8,1 % e 7,5 % e a fração miscelânea com 4,2 % e 8,1 %.

No que diz respeito a contribuição mensal destas frações em relação a deposição total de serapilheira, os ramos alcançaram os maiores percentuais em junho/91 (58 %) e abril/93 (50 %) na restinga baixa e junho/91 (56 %) e abril/93 (53 %) na restinga alta; flores/frutos em março/92 (21,7 %), junho/92 (14,1 %) e dezembro/92 (13,5 %) na restinga baixa e fevereiro/92 (22,3 %), junho/92 (31,6 %) e março/93 (14 %) na restinga alta; miscelânea em maio/92 (7,1 %) e julho/92 (7,9 %) na restinga baixa e janeiro/92 (13,7 %) e março/93 (13,0 %) na restinga alta.

A sazonalidade na queda das frações nos dois anos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre áreas, com exceção das frações flores/frutos e ramos no primeiro ano (TABELA A13, p.175).

A fração folhas apresentou certa uniformidade, acompanhando a deposição total mensal, ou seja, uma maior queda de material nas duas áreas no mês de dezembro no primeiro ano e novembro no segundo ano, e uma menor deposição nos meses de junho e

TABELA 06 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DE SERAPILHEIRA TOTAL (Kg/ha), dp-DESVIO PADRÃO E cv- COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%).

MÊS	Kg/ha ± dp		cv	Kg/ha ± dp		cv
	ANO 1		Restinga baixa		ANO 2	
JUN.	281,71 ± 182,07	ab	64,6	121,39 ± 70,96	a	58,0
JUL.	240,29 ± 154,36	a	64,2	110,03 ± 79,07	a	71,9
AGO.	214,45 ± 64,88	a	30,3	139,25 ± 104,20	ab	74,8
SET.	564,30 ± 176,94	de	31,4	375,03 ± 146,94	bcd	39,2
OUT.	399,07 ± 167,13	bcd	41,9	378,80 ± 209,95	cd	55,4
NOV.	459,82 ± 138,61	cd	30,1	897,29 ± 295,70	f	33,0
DEZ.	1118,40 ± 370,10	f	33,1	553,39 ± 191,42	cde	34,6
JAN.	684,04 ± 259,72	e	38,0	500,27 ± 164,24	cde	32,8
FEV.	309,98 ± 135,83	abc	43,8	449,11 ± 225,28	cde	50,2
MAR.	546,13 ± 151,38	cd	27,7	681,81 ± 358,48	ef	52,6
ABR.	294,45 ± 219,17	abc	74,6	315,16 ± 166,66	abc	52,9
MAI.	206,51 ± 128,40	a	62,2	380,31 ± 210,75	cd	55,4
JUN.	141,87 ± 57,52	a	40,5	106,39 ± 34,74	a	32,7
TOT.	5461,01 ± 957,35	A	17,5	5008,23 ± 770,98	A	15,4

MÊS	Kg/ha ± dp		cv	Kg/ha ± dp		cv
	ANO 1		Restinga alta		ANO 2	
JUN.	428,76 ± 278,99	ab	65,1	199,55 ± 72,55	a	36,4
JUL.	261,53 ± 86,09	a	32,9	167,87 ± 88,07	a	52,7
AGO.	260,59 ± 100,88	a	38,7	143,53 ± 67,15	a	46,8
SET.	775,31 ± 471,39	de	61,6	558,53 ± 195,65	bc	35,0
OUT.	671,34 ± 261,70	bcd	39,0	656,85 ± 219,66	c	33,4
NOV.	700,59 ± 218,74	cd	31,2	1429,26 ± 381,12	d	26,7
DEZ.	1365,13 ± 370,58	f	27,1	633,32 ± 198,91	c	31,4
JAN.	998,80 ± 312,36	e	31,2	836,87 ± 329,91	c	39,4
FEV.	541,20 ± 225,76	abc	41,7	694,53 ± 222,05	c	32,0
MAR.	583,69 ± 198,86	cd	34,1	646,75 ± 209,66	c	32,4
ABR.	528,08 ± 185,65	abc	35,2	586,99 ± 412,22	bc	70,2
MAI.	304,92 ± 104,52	a	34,3	719,74 ± 438,30	c	60,9
JUN.	377,12 ± 226,51	a	60,1	275,98 ± 128,96	ab	46,7
TOT.	7797,07 ± 857,38	B	11,0	7549,79 ± 1191,09	B	15,8

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem esta-tisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 07 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO AO TOTAL DAS FRAÇÕES, dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%).

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	Restinga baixa		Kg/ha ± dp	Restinga baixa			
		cv	%		cv	%		
JUN.	98,25 ± 69,89	ab	71,1	34,9	77,33 ± 58,38	a	75,5	63,4
JUL.	154,67 ± 86,89	bc	56,2	64,3	74,81 ± 55,56	a	74,2	68,0
AGO.	174,03 ± 55,21	c	31,7	81,1	128,54 ± 104,73	a	81,4	92,3
SET.	317,94 ± 97,18	d	30,6	56,3	309,29 ± 144,05	b	46,6	82,5
OUT.	321,43 ± 145,01	d	45,1	80,5	315,84 ± 148,47	b	47,0	83,4
NOV.	372,31 ± 126,27	d	33,9	81,0	547,06 ± 216,92	c	39,6	61,0
DEZ.	602,16 ± 115,45	e	19,1	53,8	366,46 ± 183,73	b	50,1	66,2
JAN.	361,21 ± 122,32	d	33,9	52,8	402,08 ± 142,21	bc	35,4	80,4
FEV.	231,09 ± 90,36	cd	39,1	74,5	345,31 ± 163,05	b	47,2	76,9
MAR.	312,29 ± 134,15	d	42,9	57,2	315,99 ± 94,78	b	30,0	46,3
ABR.	116,79 ± 83,53	ab	71,5	39,7	107,74 ± 34,66	a	32,2	34,2
MAI.	103,27 ± 50,48	ab	48,9	50,0	144,61 ± 37,48	a	25,9	38,0
JUN.	80,14 ± 30,60	a	38,2	56,5	86,68 ± 33,67	a	38,8	81,5
TOT.	3245,58 ± 405,58	A	12,5	59,4	3221,74 ± 499,36	A	15,5	64,3

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	Restinga alta		Kg/ha ± dp	Restinga alta			
		cv	%		cv	%		
JUN.	133,55 ± 62,87	a	47,1	31,1	125,95 ± 62,01	a	49,2	63,1
JUL.	166,07 ± 55,87	ab	33,6	63,5	124,91 ± 79,58	a	63,7	74,4
AGO.	173,36 ± 60,75	ab	35,0	66,5	118,58 ± 56,54	ab	47,7	82,6
SET.	311,09 ± 83,60	c	26,9	40,1	380,46 ± 127,43	bcd	33,5	68,1
OUT.	553,83 ± 226,42	e	40,9	82,5	543,54 ± 203,09	d	37,4	82,7
NOV.	539,49 ± 192,79	e	35,7	77,0	926,94 ± 310,67	e	33,5	64,9
DEZ.	819,87 ± 241,38	f	29,4	60,1	431,82 ± 158,51	cd	36,7	68,2
JAN.	509,75 ± 176,39	de	34,6	51,0	539,89 ± 257,21	d	47,6	64,5
FEV.	255,79 ± 96,27	bc	37,6	47,3	432,16 ± 226,29	cd	52,4	62,2
MAR.	345,85 ± 140,07	cd	40,5	59,2	304,75 ± 108,10	abc	35,5	47,1
ABR.	290,68 ± 113,23	c	38,9	55,0	196,33 ± 92,77	ab	47,2	33,4
MAI.	177,68 ± 54,59	ab	30,7	58,3	383,77 ± 316,51	bcd	82,5	53,3
JUN.	152,79 ± 42,70	a	27,9	40,5	163,26 ± 103,53	ab	63,4	59,2
TOT.	4429,81 ± 574,25	B	13,0	56,8	4672,37 ± 914,51	B	19,6	61,9

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 08 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO A SERAPILHEIRA TOTAL, dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%).

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	Restinga baixa		Kg/ha ± dp	Restinga baixa			
		cv	%		cv	%		
JUN.	164,06 ± 157,87	cd	96,2	58,2	18,00 ± 15,77	abcd	87,6	14,7
JUL.	72,54 ± 98,75	ab	136,1	30,2	15,79 ± 27,18	ab	172,1	14,3
AGO.	22,70 ± 17,02	a	75,0	10,6	5,52 ± 5,20	a	94,3	4,0
SET.	205,85 ± 137,01	de	66,6	36,5	44,54 ± 29,95	cde	67,2	11,9
OUT.	49,05 ± 38,01	ab	77,5	12,3	38,36 ± 68,31	abcde	178,0	10,1
NOV.	45,23 ± 56,21	a	124,3	9,8	276,82 ± 162,13	g	58,6	30,8
DEZ.	399,56 ± 261,95	e	65,6	35,7	94,51 ± 133,77	f	141,5	17,1
JAN.	216,54 ± 191,33	de	88,4	31,6	51,54 ± 39,80	de	77,2	10,3
FEV.	28,89 ± 26,68	a	92,3	9,3	50,22 ± 92,24	bcde	183,6	11,2
MAR.	100,21 ± 113,31	bc	113,0	18,3	265,30 ± 360,04	g	135,7	38,9
ABR.	112,60 ± 152,54	bc	135,5	38,2	158,66 ± 156,10	fg	98,4	50,3
MAI.	48,13 ± 50,89	a	106,0	23,3	169,59 ± 179,18	g	105,7	44,6
JUN.	45,84 ± 50,88	ab	111,2	32,3	10,92 ± 5,77	abc	52,8	10,3
TOT.	1511,18 ± 599,17	A	39,6	27,7	1200,00 ± 592,57	A	50,1	24,0

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	Restinga alta		Kg/ha ± dp	Restinga alta			
		cv	%		cv	%		
JUN.	242,03 ± 220,90	cd	91,3	56,4	29,44 ± 25,78	ab	87,6	14,8
JUL.	71,94 ± 60,30	ab	83,8	27,5	24,32 ± 25,11	ab	103,2	14,5
AGO.	51,60 ± 58,22	a	112,8	19,8	15,85 ± 14,88	a	93,9	11,0
SET.	406,59 ± 463,03	de	113,9	52,4	144,15 ± 128,22	cd	88,9	25,8
OUT.	89,36 ± 68,12	ab	76,2	13,3	65,54 ± 44,27	bc	67,5	10,0
NOV.	55,60 ± 25,16	a	46,1	7,9	403,72 ± 254,45	e	63,0	28,2
DEZ.	368,69 ± 299,64	e	81,3	27,0	65,38 ± 46,08	bc	70,5	10,3
JAN.	250,88 ± 165,39	de	65,9	25,1	88,44 ± 56,15	cd	63,5	10,6
FEV.	111,18 ± 99,67	a	89,6	20,5	127,33 ± 102,75	cd	80,7	18,3
MAR.	148,36 ± 75,89	bc	51,2	25,4	167,81 ± 108,28	de	64,5	25,9
ABR.	162,72 ± 153,81	bc	94,5	30,8	312,50 ± 358,22	de	114,6	53,2
MAI.	55,30 ± 35,58	a	62,1	18,1	235,43 ± 176,68	de	75,0	32,7
JUN.	76,49 ± 32,94	ab	43,1	20,3	61,76 ± 50,04	bc	81,0	22,4
TOT.	2090,79 ± 712,45	B	34,1	26,8	1741,71 ± 501,30	B	28,8	23,1

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 09 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO A SERAPILHEIRA TOTAL, dp-DESVIO PADRÃO Ecv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%).

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	cv	%	Kg/ha ± dp	cv	%		
JUN.	2,15 ± 2,94	ab	136,5	0,8	17,32 ± 28,30	abcd	163,4	14,1
JUL.	1,79 ± 3,20	a	178,3	0,7	10,67 ± 31,93	ab	299,2	9,7
AGO.	6,22 ± 9,12	ab	146,7	2,9	1,27 ± 1,94	a	153,5	0,9
SET.	12,75 ± 23,62	ab	185,2	2,3	8,82 ± 10,31	abc	116,9	2,3
OUT.	11,41 ± 24,24	abc	212,4	2,9	11,07 ± 19,48	abc	176,0	2,9
NOV.	25,43 ± 35,60	de	140,0	5,5	39,49 ± 72,56	bcde	183,7	4,4
DEZ.	52,44 ± 68,99	e	131,6	4,7	74,89 ± 91,77	de	122,5	13,5
JAN.	75,70 ± 97,61	e	128,9	11,1	26,59 ± 33,88	cde	127,4	5,3
FEV.	41,89 ± 46,46	de	110,9	13,5	38,96 ± 69,82	cde	179,2	8,7
MAR.	118,77 ± 125,34	e	105,5	21,7	82,07 ± 81,08	e	98,8	12,0
ABR.	55,44 ± 75,68	e	136,5	18,8	35,52 ± 53,77	cde	151,4	11,3
MAI.	40,62 ± 108,18	bcd	266,3	19,6	44,46 ± 109,65	bcd	246,6	11,7
JUN.	9,09 ± 8,53	cd	93,8	6,4	6,46 ± 8,02	abc	124,2	6,1
TOT.	453,74 ± 386,0	A	85,1	8,3	397,60 ± 336,51	A	88,5	7,9

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	cv	%	Kg/ha ± dp	cv	%		
JUN.	12,32 ± 22,22	ab	180,2	2,9	29,28 ± 47,84	bcd	163,3	14,7
JUL.	7,67 ± 18,73	a	244,1	2,9	4,59 ± 7,38	ab	161,0	2,7
AGO.	5,21 ± 8,35	ab	160,4	2,0	1,61 ± 3,25	a	202,3	1,1
SET.	3,16 ± 3,56	ab	112,4	0,4	2,55 ± 3,21	a	202,3	0,5
OUT.	7,47 ± 14,24	abc	190,5	1,1	3,72 ± 7,85	a	211,1	0,6
NOV.	53,04 ± 50,97	de	96,1	7,6	13,73 ± 22,96	abc	202,3	1,0
DEZ.	70,01 ± 57,14	e	81,6	5,1	61,02 ± 44,69	d	202,3	9,6
JAN.	102,44 ± 126,67	e	123,6	10,2	101,19 ± 113,07	d	111,7	12,1
FEV.	120,85 ± 156,61	de	129,6	22,3	75,34 ± 69,47	d	92,2	10,8
MAR.	68,21 ± 65,48	e	96,0	11,7	90,26 ± 91,60	d	101,5	14,0
ABR.	46,53 ± 48,28	e	103,7	8,8	26,93 ± 37,87	cd	140,6	4,6
MAI.	50,48 ± 79,83	bcd	158,1	16,5	50,57 ± 78,90	cd	156,0	7,0
JUN.	119,12 ± 189,06	cd	158,7	31,6	34,36 ± 34,41	cd	100,2	12,5
TOT.	666,55 ± 400,70	B	60,1	8,5	495,18 ± 271,33	A	54,8	6,6

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 10 - PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DA FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA (Kg/ha) E % DO PESO SECO EM RELAÇÃO A SERAPILHEIRA TOTAL, dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%).

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	Restinga baixa	ANO 2	Kg/ha ± dp	Restinga baixa	ANO 2		
		cv	%		cv	%		
JUN.	17,25 ± 10,77	bcd	62,4	6,1	9,32 ± 7,42	bcd	79,6	7,6
JUL.	11,28 ± 10,09	ab	89,4	4,7	8,75 ± 5,10	abc	58,3	7,9
AGO.	11,49 ± 7,40	ab	64,4	5,4	3,92 ± 2,06	ab	52,5	2,8
SET.	27,75 ± 11,79	cde	42,5	4,9	12,38 ± 9,07	cde	73,3	3,3
OUT.	17,17 ± 12,37	bcd	72,0	4,3	13,52 ± 10,31	de	76,2	3,6
NOV.	16,84 ± 8,83	bcd	52,4	3,7	33,90 ± 10,22	f	30,1	3,8
DEZ.	64,23 ± 29,82	e	46,4	5,7	17,54 ± 10,35	de	59,0	3,2
JAN.	30,57 ± 12,16	de	39,8	4,5	20,05 ± 8,62	ef	43,0	4,0
FEV.	8,10 ± 5,91	ab	72,9	2,6	14,61 ± 10,25	de	70,2	3,3
MAR.	14,78 ± 9,38	bc	63,5	2,7	18,44 ± 23,18	de	125,7	2,7
ABR.	9,61 ± 7,99	ab	83,1	3,3	13,22 ± 5,30	de	40,1	4,2
MAI.	14,60 ± 14,55	ab	99,7	7,1	21,65 ± 8,76	ef	40,5	5,7
JUN.	6,80 ± 7,06	a	107,4	7,3	2,32 ± 1,69	a	72,4	2,2
TOT.	250,51 ± 71,89	A	28,7	4,6	189,66 ± 62,52	A	34,7	3,8

MÊS	ANO 1			ANO 2				
	Kg/ha ± dp	Restinga alta	ANO 2	Kg/ha ± dp	Restinga alta	ANO 2		
		cv	%		cv	%		
JUN.	40,84 ± 58,45	ab	143,1	9,5	14,86 ± 10,10	b	68,0	7,4
JUL.	15,85 ± 5,92	a	37,3	6,1	14,06 ± 5,39	b	38,3	8,4
AGO.	30,41 ± 17,06	ab	56,1	11,7	7,48 ± 7,10	a	94,8	5,2
SET.	54,46 ± 28,69	bc	52,7	7,0	31,36 ± 13,83	c	44,1	5,6
OUT.	20,67 ± 14,31	a	69,2	3,1	44,05 ± 16,08	cd	36,5	6,7
NOV.	52,44 ± 44,18	ab	84,2	7,5	84,85 ± 38,24	d	45,1	5,9
DEZ.	106,56 ± 149,62	bc	140,4	7,8	75,09 ± 39,24	d	52,2	11,9
JAN.	135,71 ± 51,67	c	38,1	13,7	107,73 ± 90,49	d	84,3	12,9
FEV.	53,38 ± 23,64	bc	44,3	9,9	59,68 ± 31,68	cd	53,1	8,6
MAR.	21,26 ± 17,28	a	81,3	3,7	83,92 ± 36,43	d	43,4	13,0
ABR.	28,14 ± 15,55	ab	55,3	5,3	51,22 ± 36,35	cd	71,0	8,7
MAI.	21,45 ± 18,48	a	86,1	7,0	49,97 ± 30,38	cd	60,8	6,9
JUN.	28,71 ± 17,31	ab	60,3	7,6	16,59 ± 9,61	b	57,9	6,0
TOT.	609,92 ± 284,82	B	46,7	7,8	640,52 ± 239,91	B	37,5	8,5

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

julho. O mesmo ocorreu com a fração miscelânea na restinga baixa. Já na restinga alta a maior queda ocorreu em janeiro para os 2 anos de amostragem.

A fração flores/frutos apresentou maior deposição para a restinga baixa entre os meses de dezembro e maio, com maior queda de material em março. Já na restinga alta, janeiro, fevereiro e junho no primeiro ano e janeiro e março no segundo ano, foram os meses de maior deposição.

A fração ramos não apresentou um padrão de deposição sazonal nítido, mas os picos de aporte de material ocorreram nos mesmos meses que a fração folhas.

O total da serapilheira e as frações folhas, flores/frutos e miscelânea, apresentaram altas correlações com a temperatura média (TABELA A11, p.174).

Nas TABELAS 11 e 12 são apresentadas a deposição das principais espécies da fração folhas e seu percentual em relação a produção total de folhas, em cada um dos anos de amostragem. Foram amostradas 23 espécies para a restinga baixa e 44 espécies para a restinga alta, além das frações folhas diversas, trepadeiras, epífitas e da família das Lorantáceas (hemiparasitas).

As cinco espécies que depositaram a maior quantidade de folhas na restinga baixa foram, *Ocotea pulchella*, *Ilex pseudobuxus*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Calophyllum brasiliense* e *Myrcia multiflora*, representando estas, cerca de 65 % do total de folhas depositadas. Na restinga alta, as espécies com maior queda de folhas foram, *Tapirira guianensis*, *Calophyllum brasiliense* e *Alchornea triplinervia*, que juntamente com as frações folhas diversas e trepadeiras, perfizeram um total de 66 % do total de folhas depositadas.

No que diz respeito a ordenação das espécies entre os dois anos de amostragem, não ocorreram diferenças significativas, aparecendo algumas pequenas modificações a medida que as espécies depositaram menor quantidade de folhas.

Nas FIGURAS 8 e 9 é apresentada a deposição sazonal das espécies principais nas áreas estudadas. Estas apresentaram um comportamento diferenciado no que diz respeito a sazonalidade na deposição das folhas. A variação é mais marcante na restinga baixa, onde observa-se que as espécies principais tem seus picos de deposição em meses diversos.

Na restinga baixa, *Erythroxylum amplifolium* e *Ternstroemia brasiliensis* diferem das demais espécies por apresentarem picos de queda de folhas pouco marcantes, a primeira, nos meses de setembro e dezembro no primeiro ano, e setembro, novembro e janeiro no segundo ano e a segunda, dezembro e março no primeiro ano e setembro no segundo ano. *Tapirira guianensis*, *Andira fraxinifolia* e *Ilex theezans*, tiveram picos de

queda nos dois anos amostrados em outubro. *Clusia criuva* apresentou deposição de folhas antecipadas às demais espécies, ocorrida em julho no primeiro ano, e setembro no segundo ano. *Psidium cattleianum* em novembro no primeiro ano, e outubro, fevereiro e março no segundo ano. *Myrcia multiflora* em novembro e dezembro no primeiro ano, e fevereiro no segundo ano. *Calophyllum brasiliense* em dezembro no primeiro ano e novembro e fevereiro no segundo ano. *Ilex pseudobuxus* março no primeiro ano e novembro no segundo ano. E finalizando a restinga baixa, *Ocotea pulchella* com picos de queda de folhas bem marcantes em dezembro no primeiro ano, e dezembro e janeiro no segundo ano.

A restinga alta, obedece um padrão de queda por espécie semelhante a deposição geral da fração folhas, com exceção de algumas espécies. *Guarea macrophylla*, *Marlierea tomentosa*, *Eugenia sulcata*, *Myrcia racemosa*, *Schefflera angustissimum*, *Myrcia insularis*, *Ocotea pulchella*, *Gomidesia schaueriana* e *Calophyllum brasiliense*, apresentaram para o primeiro ano picos de deposição no mês de dezembro; já *Ilex theezans* e *Alchornea triplinervia* em novembro, *Faramea marginata* em maio, *Pouteria beaurepairei* em outubro e abril, *Pera grablata* em dezembro e fevereiro e *Tapirira guianensis* em outubro.

No segundo ano, *G. macrophylla*, *E. sulcata*, *F. marginata*, *D. angustissimum*, *I. theezans*, *M. insularis*, *A. triplinervia* e *T. guianensis*, tiveram maior queda de folhas no mês de novembro, *M. tomentosa*, *M. racemosa* e *G. schaueriana* em dezembro, *C. brasiliense* e *P. grablata* em fevereiro, *P. beaurepairei* em setembro e *Ocotea pulchella* em janeiro.

As espécies comuns às duas áreas (*Ocotea pulchella*, *Tapirira guianensis*, *Calophyllum brasiliense* e *Ilex theezans*), apresentaram padrões de deposição semelhantes.

Na restinga alta salienta-se a importância das trepadeiras na deposição de folhas, sendo responsável no primeiro ano por 9,2 % e no segundo ano por 11,3 % na deposição total de folhas. As espécies de trepadeiras que mais contribuíram com este percentual foram *Davilla rugosa*, *Doliocarpus schottianus* e *Smilax elastica*.

TABELA 11 - PRODUÇÃO POR ESPÉCIE (Kg/ha) DA FRAÇÃO FOLHAS REFERENTE A RESTINGA BAIXA, E O PERCENTUAL EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL DE FOLHAS. ENTRE PARENTESSES A ORDENAÇÃO EM ORDEM DECRESCENTE DA PRODUÇÃO DE FOLHAS.

ESPÉCIE	ANO 1	%	ANO 2	%
<i>Ocotea pulchella</i>	731,3 (1)	22,5	647,4 (1)	20,1
<i>Ilex pseudobuxus</i>	572,0 (2)	17,6	559,8 (2)	17,4
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	396,3 (3)	12,2	388,8 (3)	12,1
<i>Calophyllum brasiliense</i>	251,6 (4)	7,8	297,5 (4)	9,2
<i>Myrcia multiflora</i>	193,7 (5)	6,0	180,7 (5)	5,6
Folhas diversas	173,0 (6)	5,3	122,2 (8)	3,8
<i>Ilex theezans</i>	141,8 (7)	4,4	120,5 (9)	3,7
<i>Psidium cattleianum</i>	141,0 (8)	4,3	161,7 (6)	5,0
<i>Clusia criuva</i>	125,5 (9)	3,9	136,2 (7)	4,2
<i>Andira fraxinifolia</i>	107,6 (10)	3,3	85,0 (11)	2,6
<i>Tapirira guianensis</i>	94,3 (11)	2,9	81,2 (12)	2,5
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	90,6 (12)	2,8	94,3 (10)	2,9
<i>Ilex dumosa</i>	62,1 (13)	1,9	69,6 (13)	2,2
<i>Rapanea venosa</i>	43,3 (14)	1,3	54,8 (14)	1,7
<i>Guapira opposita</i>	24,0 (15)	0,7	40,5 (15)	1,3
<i>Calyptranthes rubella</i>	11,6 (16)	0,4	10,9 (17)	0,3
<i>Rapanea intermedia</i>	10,2 (17)	0,3	2,1 (21)	0,1
Epífitas	9,8 (18)	0,3	24,1 (16)	0,7
Trepadeiras	9,4 (19)	0,3	8,7 (19)	0,3
<i>Pera glabrata</i>	7,5 (20)	0,2	8,8 (18)	0,3
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	1,7 (21)	0,1	--- ---	---
<i>Myrcia racemosa</i>	1,5 (22)	0,1	0,8 (22)	0,1
<i>Eugenia catharinae</i>	1,1 (23)	0,1	4,8 (20)	0,1

TABELA 12 - PRODUÇÃO POR ESPÉCIE (Kg/ha) DA FRAÇÃO FOLHAS REFERENTE A RESTINGA ALTA, E O PERCENTUAL EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL DE FOLHAS. ENTRE PARENTESSES A ORDENAÇÃO EM ORDEM DECRESCENTE DA PRODUÇÃO DE FOLHAS.

ESPÉCIE	ANO 1	%	ANO 2	%
<i>Tapirira guianensis</i>	1008,3 (1)	22,8	1114,6 (1)	23,8
<i>Calophyllum brasiliense</i>	756,5 (2)	17,1	824,6 (2)	17,6
Folhas diversas	494,6 (3)	11,2	366,7 (4)	7,8
Trepadeiras	406,4 (4)	9,2	527,9 (3)	11,3
<i>Alchornea triplinervia</i>	255,9 (5)	5,8	281,6 (5)	6,0
<i>Gomidesia schaueriana</i>	200,2 (6)	4,5	186,8 (6)	4,0
<i>Pera glabrata</i>	151,7 (7)	3,4	139,3 (9)	3,0
<i>Ocotea pulchella</i>	127,8 (8)	2,9	182,1 (7)	3,9
<i>Myrcia insularis</i>	110,8 (9)	2,5	76,7 (13)	1,6
<i>Ilex theezans</i>	106,9 (10)	2,4	120,0 (11)	2,6
<i>Pouteria beaurepairei</i>	99,1 (11)	2,2	67,6 (14)	1,4
<i>Scheffleria angustissimum</i>	93,1 (12)	2,1	126,6 (10)	2,7
<i>Myrcia racemosa</i>	86,9 (13)	2,0	65,4 (16)	1,4
<i>Faramea marginata</i>	83,6 (14)	1,9	65,8 (15)	1,4
<i>Eugenia sulcata</i>	65,4 (15)	1,5	79,6 (12)	1,7
<i>Marlierea tomentosa</i>	60,9 (16)	1,4	42,8 (17)	0,9
<i>Amaioua guianensis</i>	53,8 (17)	1,2	37,8 (18)	0,8
<i>Guarea macrophylla</i>	34,3 (18)	0,8	28,7 (20)	0,6
<i>Marlierea eugeniopsoides</i>	28,3 (19)	0,6	13,7 (23)	0,3
<i>Rapanea intermedia</i>	23,5 (20)	0,5	146,3 (8)	3,1
Epífitas	18,3 (21)	0,4	33,1 (19)	0,7
<i>Calyptranthes lucida</i>	17,5 (22)	0,4	2,9 (34)	0,1
<i>Myrcia glabra</i>	14,7 (23)	0,3	4,4 (28)	0,1
<i>Calyptranthes rubella</i>	13,9 (24)	0,3	13,2 (24)	0,3
<i>Linociera mandioccana</i>	13,8 (25)	0,3	3,2 (32)	0,1
<i>Guatteria australis</i>	9,3 (26)	0,2	23,4 (21)	0,5
<i>Matayba guianensis</i>	8,0 (27)	0,2	2,1 (37)	0,1
<i>Rhedia gardneriana</i>	7,0 (28)	0,2	3,4 (31)	0,1
Lorantaceae	7,0 (29)	0,2	22,1 (22)	0,5

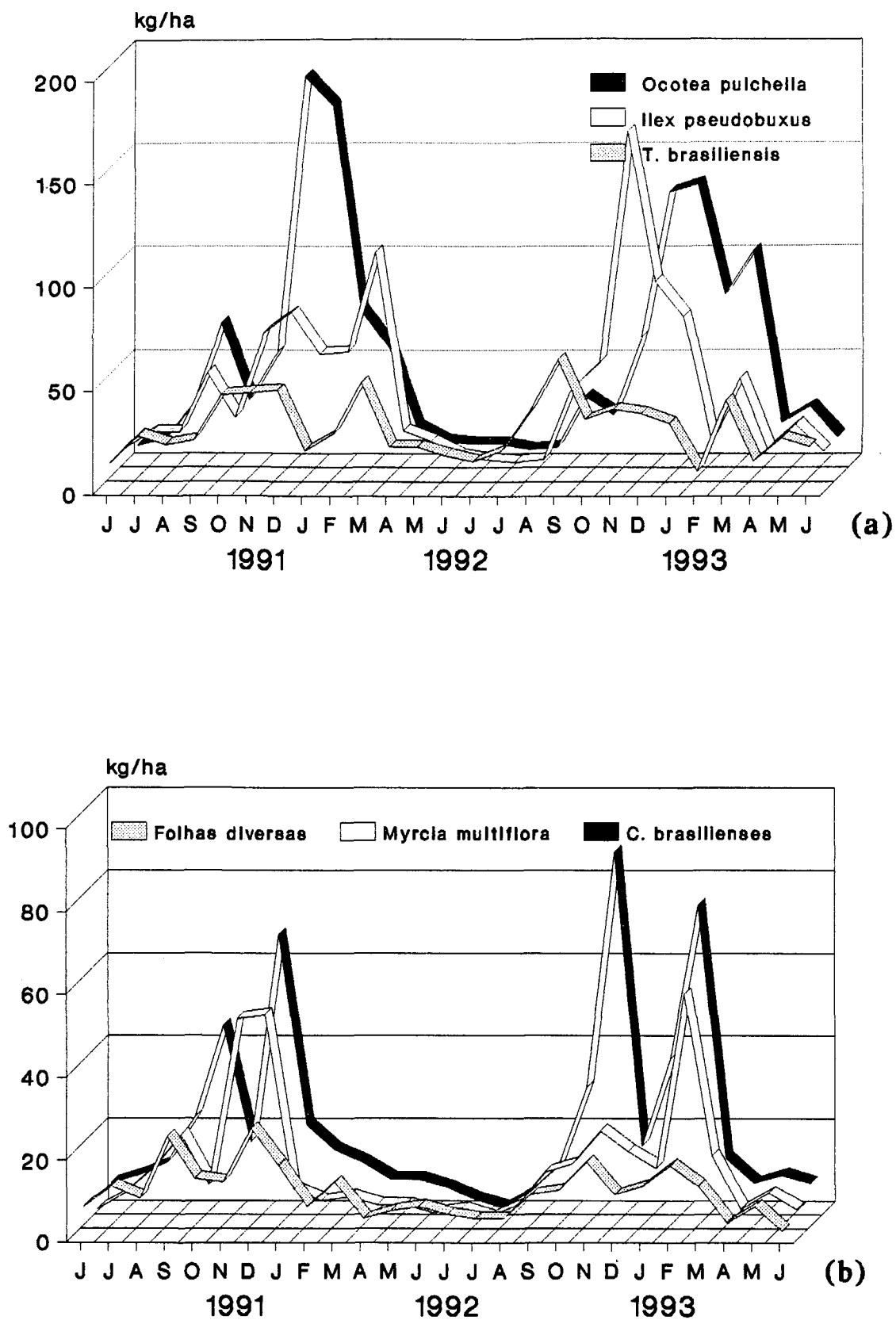
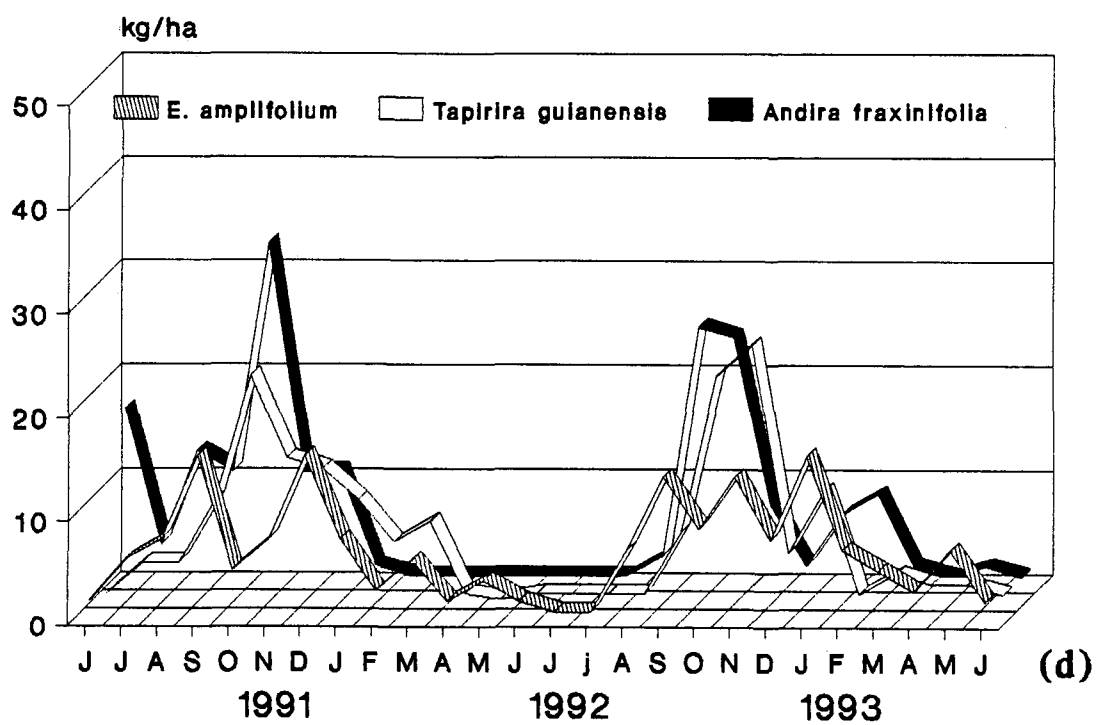
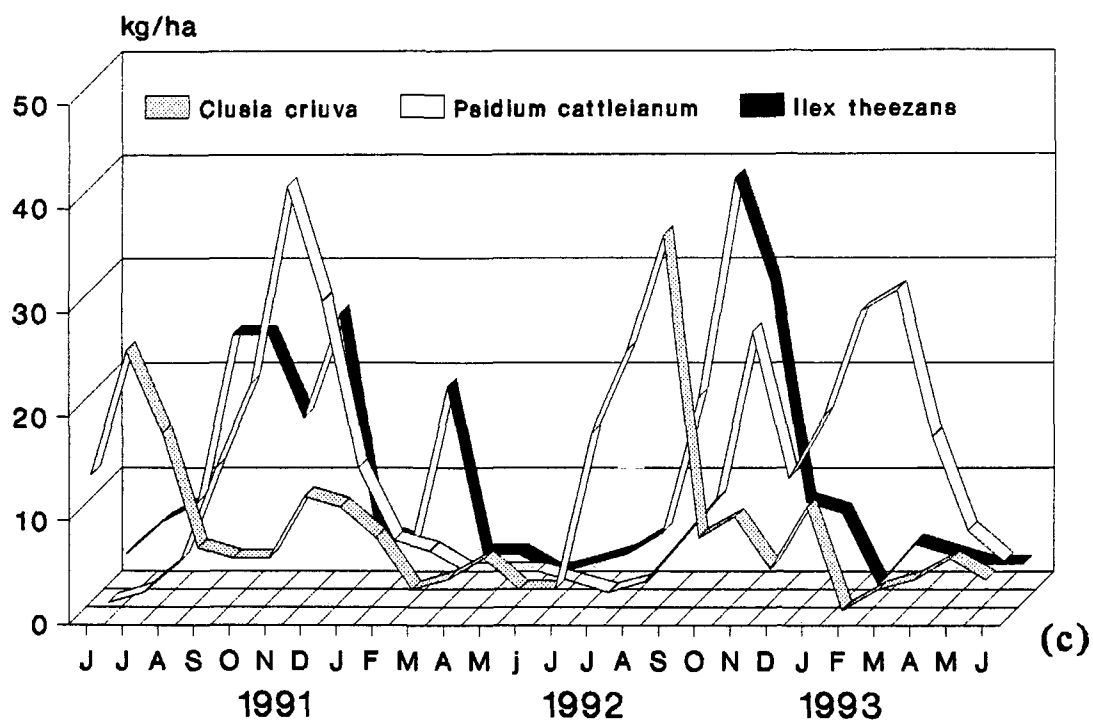


FIGURA 8 (a,b,c,d) - Deposição sazonal da fração folhas das principais espécies da Restinga baixa.

FIGURA 8 - Continuação



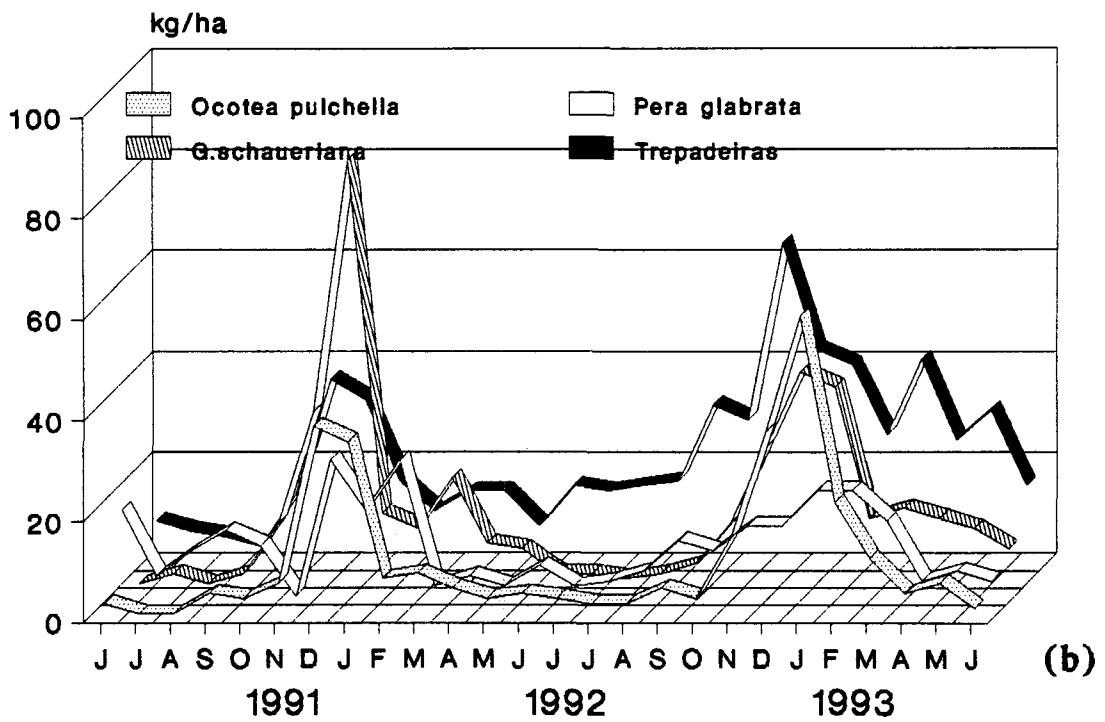
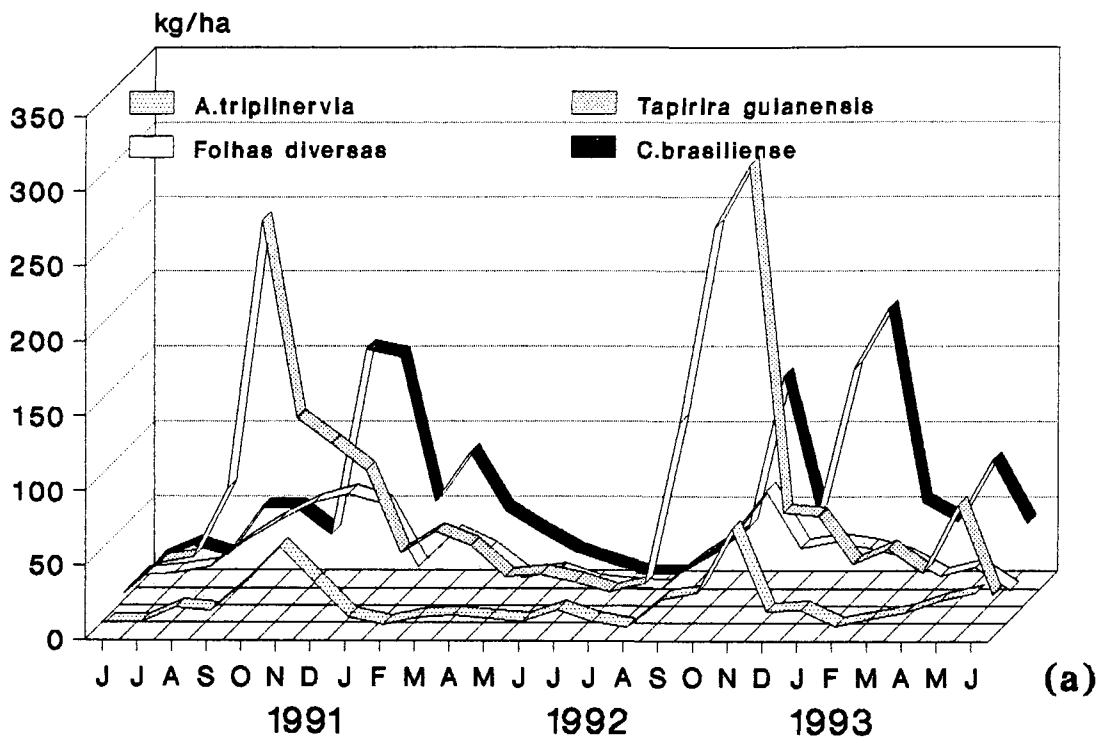
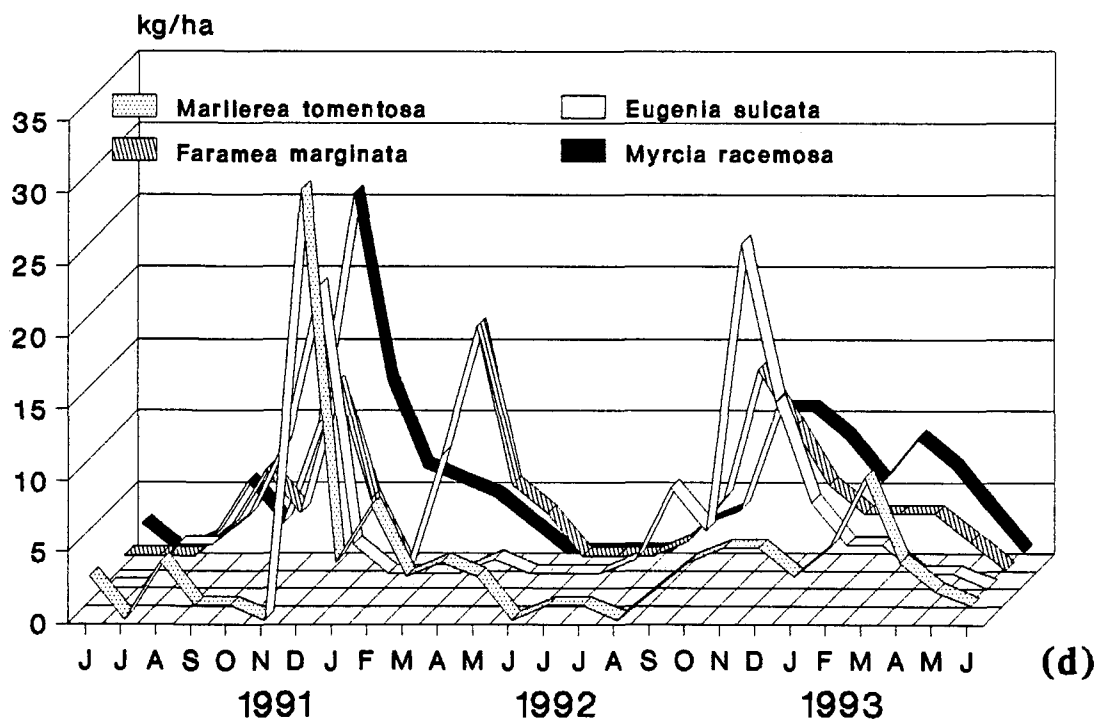
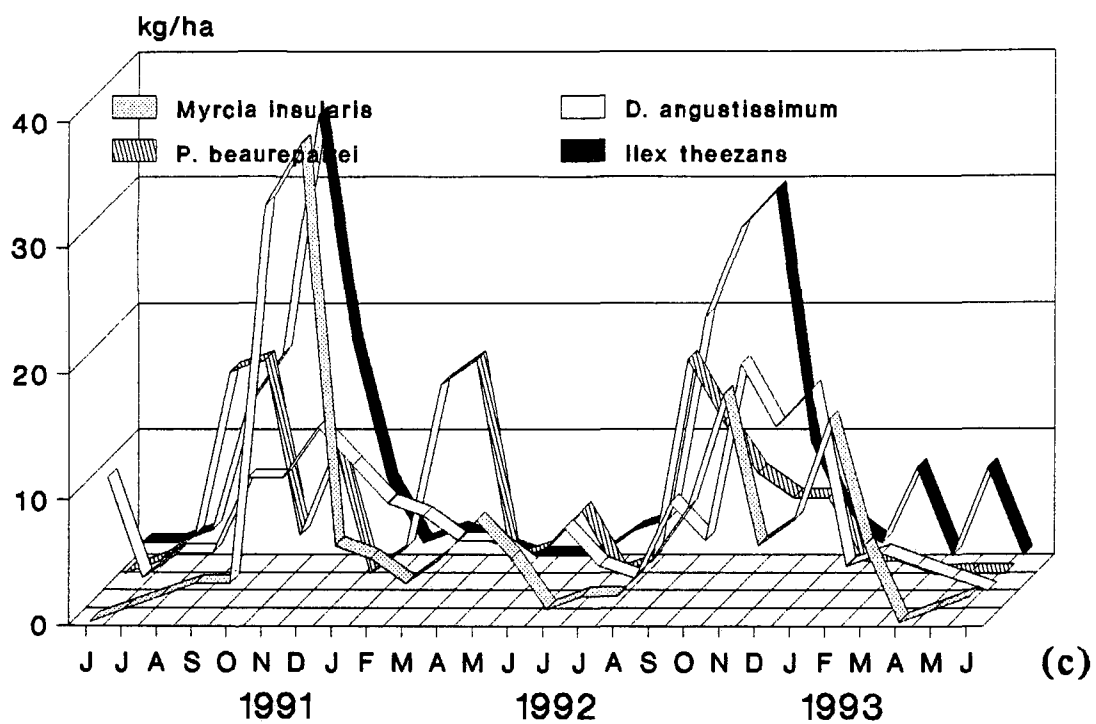


FIGURA 9 (a,b,c,d) - Deposição sazonal da fração folhas das principais espécies da Restinga alta.

FIGURA 9 - Continuação



4.4.1 TEORES DE NUTRIENTES NA SERAPILHEIRA

A média anual dos teores de macronutrientes e Al nas frações da serapilheira são apresentados na TABELA 13 e na FIGURA 25 (p.125). As médias bimestrais com os respectivos desvios padrão e coeficiente de variação, estão nas TABELAS A14 a A17 (p.176-183) e nas FIGURAS 26 a 29 (p. 126).

Considerando a seqüência decrescente das concentrações dos macronutrientes tem-se:

Restinga baixa	Folhas	$N > Ca > K > Mg > P$
	Ramos	$Ca > N > K > Mg > P$
	Flores/frutos	$N > K > Ca > P > Mg$
	Miscelânea	$N > Ca > K > Mg > P$
Restinga alta	Folhas	$N > Ca > K > Mg > P$
	Ramos	$N > Ca > K > Mg > P$
	Flores/frutos	$N > K > Ca > P > Mg$
	Miscelânea	$N > Ca > K > Mg > P$

Nas duas áreas as frações flores/frutos e miscelânea apresentaram os maiores valores em relação aos teores de N. Já para o Ca, as frações folhas e ramos continham os maiores teores, para o K e P a fração flores/frutos e para o Mg a fração folhas.

Comparando-se os teores de macronutrientes entre as áreas, ocorreu diferença estatisticamente significativa (TABELA A18, p.184), para concentração de N e P, maior na restinga alta.

Em todas as frações não houve indícios de sazonalidade, com exceção do N e do K que apresentaram valores estatisticamente significativos para o fator bimestre, na fração folhas e ramos (TABELA A18, p.184).

Os teores médios anuais de micronutrientes e o Si são apresentados na TABELA 13 e na FIGURA 30 (p.131). Já os dados referentes às concentrações médias bimestrais e os respectivos desvios padrão e coeficiente de variação constam das TABELAS A19 a A22 (p.185-192).

A seqüência decrescente das concentrações dos micronutrientes, Si e Al é a seguinte:

Restinga baixa	Folhas	Si > Al > Mn > Fe > B > Zn > Cu
	Ramos	Mn > Si > Al > Fe > Zn > B > Cu
	Flores/frutos	Si > Al > Mn > Fe > B > Zn > Cu
	Miscelânea	Al > Si > Fe > Mn > Zn > B > Cu
Restinga alta	Folhas	Al > Si > Mn > Fe > B > Zn > Cu
	Ramos	Al > Si > Mn > Fe > Zn > B > Cu
	Flores/frutos	Al > Si > Mn > Fe > B > Zn > Cu
	Miscelânea	Al > Si > Fe > Mn > B > Zn > Cu

Na restinga baixa, a fração miscelânea foi responsável pelos maiores teores de Al, Fe, Cu e Zn, a fração folhas pelo Si e B e a fração ramos pelo Mn.

Na restinga alta, a fração miscelânea apresentou os maiores teores de Al, Si e Fe, a fração folhas de B, a fração ramos de Mn e Zn e iguais teores de Cu para as frações ramos e flores/frutos.

Comparando os dados entre os dois locais de amostragem (média dos 2 anos), na restinga baixa ocorreu as maiores concentrações de Mn, Cu, Zn e B na fração folhas, Mn, Zn e Cu na fração ramos, Mn, Fe, Zn e B na fração flores/frutos e Mn, Fe, Cu e Zn na fração miscelânea. Na restinga alta os maiores teores foram de Al e Fe na fração folhas, Al, Si, B e Fe na fração ramos, Al e Si na fração flores/frutos e Al e Si na fração miscelânea.

Em relação as variações existentes entre os anos amostrados, observa-se que o Fe teve seus teores aumentados no segundo ano, nas frações folhas, flores/frutos e miscelânea e diminuídos na fração ramos. O Mn teve seus teores aumentados no segundo ano na fração flores/frutos e diminuídos na fração ramos, enquanto o Si teve seus teores diminuídos em todas as frações com exceção da fração flores/frutos da restinga alta (TABELAS A19 a A22, p.185-192).

Não foram identificados padrões de sazonalidade para os micronutrientes. Os teores de Fe, Cu, Zn, B e Si na fração folhas e Zn e B na fração ramos, apresentaram valores estatisticamente diferentes para os bimestres do segundo ano de amostragem (TABELA A23, p.193).

Comparando-se os teores entre as duas áreas, os elementos que apresentaram valores estatisticamente diferentes para o segundo ano de amostragem, foram para a fração folhas, Fe, Zn, B e Al e para a fração ramos, Fe, Mn, Cu, Al e Si.

TABELA 13 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA ANUAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E MICRONUTRIENTES, SI E Al (em ug/g M.S.) DAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA.

MACRONUTRIENTES

RESTINGA BAIXA						RESTINGA ALTA				
ANO 1										
FRAÇÕES	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
FOLHAS	0,73	0,022	0,32	0,66	0,28	1,16	0,031	0,32	0,70	0,27
RAMOS	0,57	0,016	0,13	0,82	0,16	0,75	0,020	0,18	0,77	0,19
FL/FR	1,15	0,044	0,72	0,35	0,20	1,31	0,054	0,69	0,37	0,20
MISCEL.	1,25	0,038	0,43	0,67	0,22	1,58	0,048	0,44	0,71	0,25
ANO 2										
FOLHAS	0,72	0,026	0,38	0,68	0,27	1,10	0,030	0,48	0,70	0,26
RAMOS	0,53	0,006	0,23	0,62	0,12	0,75	0,010	0,32	0,62	0,18
FL/FR	1,30	0,058	0,62	0,50	0,24	1,46	0,056	0,57	0,35	0,19
MISCEL.	1,23	0,020	0,44	0,61	0,22	1,65	0,044	0,54	0,60	0,23

MICRONUTRIENTES, Si, Al

RESTINGA BAIXA								RESTINGA ALTA						
ANO 1														
FRAÇÕES	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
FOLHAS	55	180	6	23	41	546	390	75	145	6	13	33	527	656
RAMOS	100	353	10	32	12	197	154	122	191	12	23	14	252	307
FL/FR	60	71	10	19	21	251	195	51	54	11	19	18	216	751
MISCEL.	247	194	11	31	26	549	595	204	142	9	24	26	632	731
ANO 2														
FOLHAS	72	182	7	20	44	501	356	91	128	8	12	32	482	624
RAMOS	73	290	10	23	17	174	145	94	182	12	21	18	228	329
FL/FR	90	100	12	25	24	197	248	78	78	13	15	19	408	407
MISCEL.	338	198	15	27	23	320	642	264	146	11	18	20	472	749

4.4.2 QUANTIDADES DE ELEMENTOS MINERAIS TRANSFERIDOS PELA SERAPILHEIRA

As quantidades bimestrais de macronutrientes (kg/ha) e micronutrientes (g/ha), de cada componente da serapilheira retornada ao piso florestal das áreas amostradas, estão nas TABELAS A24 a A33 (p.194-203) e nas FIGURAS 36 e 37 (p.143).

A quantidade de elementos minerais retornada anualmente por hectare e por área de amostragem com as frações da serapilheira, juntamente com a contribuição percentual de cada elemento nestas frações, está nas TABELAS 14 e 15 e nas FIGURAS 38 e 39 (p.146).

Os valores obtidos para cada ano da amostragem nas duas áreas estudadas, foram bastante próximos; algumas variações se devem a pequenas diferenças nas quantidades de serapilheira depositada e nos teores de nutrientes.

Calculando-se a média entre os dois anos amostrados, na restinga baixa retornaram por hectare 39,3 kg de N; 1,2 kg de P; 17,4 kg de K; 35,4 de Ca; 12,9 kg de Mg; 414 g de Fe; 1119 g de Mn; 42,9 g de Cu; 120 g de Zn; 175 g de B; 1601 g de Al e 2203 g de Si.

Na restinga alta retornaram por hectare: 82,4 kg de N; 2,4 kg de P; 27,7 kg de K; 50,7 kg de Ca; 18,1 kg de Mg; 782 g de Fe; 1085 g de Mn; 69,2 g de Cu; 121,5 g de Zn; 210 g de B; 3931 g de Al e 3130 g de Si.

A seqüência decrescente das quantidades anuais dos nutrientes retornada ao piso florestal foi respectivamente: para macronutrientes, $N > Ca > K > Mg > P$; para micronutrientes, $Si > Al > Mn > Fe > B > Zn > Cu$, na restinga baixa, e $Al > Si > Mn > Fe > B > Zn > Cu$, na restinga alta. Com relação as frações, a seqüência das quantidades depositadas é a mesma encontrada para as concentrações dos elementos minerais.

O percentual da quantidade de nutrientes retornados ao solo da fração folhas em relação ao total, oscilou para os macronutrientes entre 56 % (N) e 75 % (Mg); para a fração ramos de 10 % (K) a 34 % (Ca); para a fração flores/frutos de 4 % (Ca) a 20 % (K) e para a fração miscelânea de 3 % (Ca e Mg) a 13 % (N).

No que diz respeito aos micronutrientes as oscilações dos percentuais foram maiores. Para a fração folhas permaneceram entre 38 % (Cu) a 86 % (Si); na fração ramos de 8 % (Si) a 45 % (Mn), na fração flores/frutos de 2 % (Mn) a 12 % (Cu) e na fração miscelânea de 2% (B) a 22 % (Fe).

TABELA 14 - ESTIMATIVA DAS QUANTIDADES ANUAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha) RETORNADA NAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA E SEU PERCENTUAL EM RELAÇÃO AO TOTAL. F = FOLHAS, R = RAMOS, FL = FLORES/FRUTOS, MI= MISCELÂNEA.

NITROGÊNIO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	23,1 ± 4,0	56	23,2 ± 5,0	61	49,3 ± 8,6	59	50,3 ± 11,9	62
R	9,2 ± 4,1	22	6,6 ± 2,7	17	14,6 ± 4,9	17	12,7 ± 4,6	16
FL	5,4 ± 3,7	13	5,6 ± 5,1	15	9,9 ± 5,6	12	7,8 ± 3,9	10
MI	3,2 ± 0,7	8	2,4 ± 0,7	6	9,7 ± 1,7	12	10,6 ± 3,7	13
TOT	40,9	99	37,8	99	83,5	100	81,4	99

FÓSFORO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	0,69 ± 0,11	58	0,96 ± 0,31	74	1,41 ± 0,20	55	1,42 ± 0,37	63
R	0,20 ± 0,08	16	0,05 ± 0,05	4	0,41 ± 0,13	16	0,13 ± 0,08	6
FL	0,21 ± 0,14	18	0,25 ± 0,20	19	0,42 ± 0,22	16	0,43 ± 0,30	19
MI	0,09 ± 0,02	8	0,04 ± 0,01	3	0,30 ± 0,08	12	0,27 ± 0,06	12
TOT	1,19	100	1,29	100	2,54	99	2,24	100

POTÁSSIO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	10,5 ± 1,7	63	12,2 ± 2,9	67	14,4 ± 2,4	58	19,2 ± 4,9	63
R	1,6 ± 0,8	10	2,7 ± 1,0	15	3,3 ± 1,0	13	5,1 ± 1,8	17
FL	3,3 ± 2,4	20	2,5 ± 2,1	14	4,4 ± 2,2	18	3,0 ± 1,7	10
MI	1,2 ± 0,3	7	0,8 ± 0,3	4	2,8 ± 0,7	11	3,2 ± 1,5	10
TOT	16,6	100	18,2	100	24,9	100	30,5	100

CÁLCIO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	21,2 ± 2,7	57	22,5 ± 7,9	66	30,4 ± 4,9	58	33,2 ± 10,1	68
R	12,5 ± 7,2	34	8,4 ± 3,8	25	15,3 ± 5,1	29	10,3 ± 3,4	21
FL	1,6 ± 1,0	4	1,8 ± 1,3	5	2,5 ± 1,4	5	1,9 ± 1,0	4
MI	1,7 ± 0,4	5	1,1 ± 0,4	3	4,3 ± 0,8	8	3,6 ± 1,3	7
TOT	37,0	100	33,8	99	52,5	100	49,0	100

MAGNÉSIO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	9,2 ± 1,0	66	8,9 ± 2,4	75	12,0 ± 1,5	65	12,3 ± 3,4	69
R	3,4 ± 1,4	24	1,6 ± 0,8	14	3,6 ± 1,1	19	3,0 ± 1,0	17
FL	0,9 ± 0,6	6	0,9 ± 0,7	8	1,4 ± 0,8	8	1,0 ± 0,5	6
MI	0,5 ± 0,1	4	0,4 ± 0,1	3	1,6 ± 0,3	9	1,4 ± 0,6	8
TOT	14,0	100	11,8	100	18,6	101	17,7	100

TABELA 15 - ESTIMATIVA DAS QUANTIDADES ANUAIS DE MICRONUTRIENTES (g/ha) RETORNADA NAS FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA E SEU PERCENTUAL EM RELAÇÃO AO TOTAL. F = FOLHA, R = RAMOS, FL = FLORES/FRUTOS MI = MISCE ÂNEA.

FERRO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	180 ± 19	44	237 ± 62	56	340 ± 67	44	418 ± 139	53
R	142 ± 69	35	96 ± 44	23	265 ± 114	35	159 ± 55	20
FL	25 ± 15	6	28 ± 19	7	33 ± 16	4	46 ± 37	6
MI	60 ± 19	15	60 ± 18	14	130 ± 25	16	173 ± 70	22
TOT	407	100	421	100	768	99	796	101

MANGÃNES	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	589 ± 80	49	568 ± 237	55	593 ± 121	55	649 ± 335	59
R	537 ± 262	45	390 ± 187	38	357 ± 138	33	323 ± 168	29
FL	30 ± 19	2	38 ± 30	4	34 ± 24	3	41 ± 27	4
MI	49 ± 12	4	38 ± 21	4	87 ± 21	8	87 ± 36	8
TOT	1205	100	1034	101	1071	99	1100	100

COBRE	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	18,3 ± 2,7	44	23,5 ± 6,9	53	25,2 ± 5,1	38	35,3 ± 12,3	48
R	15,9 ± 7,5	38	13,6 ± 5,0	31	27,2 ± 9,8	41	21,8 ± 7,2	30
FL	4,5 ± 2,7	11	4,3 ± 3,1	10	7,7 ± 4,2	12	7,5 ± 4,2	10
MI	2,9 ± 0,8	7	2,9 ± 1,2	7	5,5 ± 1,2	8	8,2 ± 3,8	11
TOT	41,6	100	44,3	101	65,6	99	72,8	99

ZINCO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	69,5 ± 11,7	52	64,0 ± 17,1	59	58,8 ± 9,4	44	58,2 ± 13,6	53
R	48,2 ± 25,3	36	28,4 ± 12,4	26	45,7 ± 18,1	34	32,8 ± 12,1	30
FL	8,8 ± 6,2	7	10,0 ± 8,8	9	13,8 ± 8,0	10	8,2 ± 4,6	7
MI	7,7 ± 1,9	6	5,1 ± 1,8	5	14,5 ± 2,8	11	11,1 ± 5,1	10
TOT	134,2	01	07,5	99	132,8	99	110,3	100

BORO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	137 ± 16	80	146 ± 48	82	151 ± 20	65	154 ± 48	69
R	19 ± 9	11	20 ± 9	11	28 ± 9	19	30 ± 9	17
FL	10 ± 6	6	9 ± 6	5	14 ± 8	8	12 ± 7	6
MI	6 ± 2	4	4 ± 2	2	18 ± 6	9	14 ± 7	8
TOT	172	101	179	100	18,6	101	17,7	100

ALUMÍNIO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	1320 ± 279	75	1091 ± 445	76	2800 ± 1143	70	2589 ± 2093	67
R	230 ± 105	13	163 ± 83	11	656 ± 372	16	541 ± 220	14
FL	67 ± 38	4	78 ± 46	5	149 ± 123	4	238 ± 191	6
MI	142 ± 39	8	111 ± 33	8	413 ± 124	10	477 ± 179	12
TOT	1759	100	1443	100	4018	100	3845	99

SILÍCIO	RESTINGA BAIXA				RESTINGA ALTA			
	ANO 1	%	ANO 2	%	ANO 1	%	ANO 2	%
F	1788 ± 280	78	1814 ± 673	86	2121 ± 389	68	2278 ± 787	73
R	265 ± 120	12	169 ± 108	8	498 ± 195	16	387 ± 139	12
FL	109 ± 65	5	71 ± 58	3	125 ± 53	4	174 ± 121	6
MI	132 ± 36	6	59 ± 31	3	392 ± 65	12	286 ± 152	9
TOT	2294	101	2113	100	3136	100	3125	100

4.5 QUANTIDADE DE NUTRIENTES DEPOSITADOS NO SOLO DA FLORESTA

A quantidade de nutrientes depositada no solo florestal para o ano de 1992 está sumarizada na TABELA 16 e na FIGURA 40 (p.153). Esta foi calculada através da soma das quantidades depositadas pela serapilheira e pela precipitação interna, com exceção do N e B, que não foram medidos na água de precipitação interna e dos elementos que não foram detectados neste componente.

A contribuição percentual da água da chuva (precipitação total) no total de nutrientes que chega ao solo (precipitação interna + serapilheira do P, K, Ca, Mg e Zn) para o ano de 1992, foi para a restinga baixa de 11,9 % e 9,3 % na restinga alta.

Comparando as quantidades depositadas pela precipitação interna e pela deposição de serapilheira, na restinga baixa a precipitação interna contribuiu com 52,5 % do total de nutrientes depositados no solo e a restinga alta com 43,8 %.

A contribuição da precipitação interna em relação as quantidades depositadas pela serapilheira, por nutriente, mostrou que na restinga baixa, o P obteve um percentual de 7,7, o K de 73,5, o Ca de 25,5, o Mg de 54,3, o Fe de 38,8 e o Zn 76,7. Na restinga alta, o P contribuiu com 3,7 %, o K com 65,1 %, o Ca com 18,4 %, o Mg com 44,5 %, o Fe com 27,2 % e o Zn com 80,3 %.

TABELA 16 - QUANTIDADE DE NUTRIENTES EM Kg/ha DEPOSITADAS ANUALMENTE NO SOLO DA FLORESTA ATRAVÉS DA SERAPILHEIRA E DA PRECIPITAÇÃO INTERNA.

	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
RESTINGA BAIXA						
PREC. INT.	0,10	44,77	12,08	14,22	0,26	0,39
SERAPILHEIRA	1,20	16,12	35,22	11,95	0,41	0,12
TOTAL	1,30	60,89	47,30	26,17	0,67	0,51
RESTINGA ALTA						
PREC. INT.	0,09	49,85	11,36	14,62	0,26	0,53
SERAPILHEIRA	2,36	26,68	50,28	18,22	0,70	0,13
TOTAL	2,45	76,53	61,64	32,84	0,96	0,66

4.6 TEORES DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES

Os teores de macro e micronutrientes foliares das principais espécies nas duas áreas estudadas estão compilados nas TABELAS 17 e 18, compreendendo material coletado simultaneamente das folhas verdes e da serapilheira.

A deposição de folhas das espécies escolhidas representou cerca de 84 % das folhas depositadas na restinga baixa e 60 % da restinga alta, sendo que na restinga alta esta percentagem é menor, devido a contribuição das frações trepadeiras e folhas diversas, que somadas representam 20 % do total de folhas depositadas.

Comparando-se as médias dos teores de macronutrientes das folhas verdes com as coletadas na serapilheira, observa-se nas espécies das duas áreas uma diminuição nos teores de N, P e K nas folhas da serapilheira.

O elemento que apresentou maior variação nos teores de macronutrientes entre as espécies é o Ca, variando nas folhas verdes de 0,17 a 1,56 g/100g e de 0,46 a 1,56 g/100g na serapilheira. As espécies com os maiores concentrações deste elemento na restinga baixa foram *Clusia criuva* e *Tapirira guianensis* enquanto na restinga alta foram *Myrcia racemosa*, *Faramea marginata* e *T. guianensis*.

Em relação a concentração dos macronutrientes nas duas épocas de coleta, em todas as espécies amostradas houve um aumento no teor de K nas folhas da serapilheira no mês de maior deposição de folhas (11/92). O mesmo ocorreu com o Ca e Mg na maior parte das espécies com algumas exceções.

As variações nos teores de micronutrientes nas duas épocas de coleta, divergiram nas duas áreas. Na restinga baixa, houve aumento nos teores de Fe, Mn e Cu nas amostras de folhas verdes e Fe, B e Si nas folhas da serapilheira, na época de maior deposição (11/92).

Na restinga alta, aumentaram as concentrações de Mn e Cu nas folhas verdes em 11/92 e diminuíram as concentrações de Si, Zn, e Al neste período na maioria das espécies.

TABELA 17 - TEORES DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA RESTINGA BAIXA, EXPRESSOS EM g/100g E ug/g.

	FOLHAS VERDES					SERAPILHEIRA				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
<i>Erythroxylum amplifolium</i>										
02/92	1,48	0,036	0,63	0,32	0,18	1,11	0,018	0,20	0,57	0,18
11/92	1,41	0,042	0,34	0,44	0,21	0,72	0,029	0,34	0,56	0,21
<i>Calophyllum brasiliense</i>										
02/92	0,94	0,026	0,54	0,49	0,22	0,78	0,016	0,22	0,73	0,23
11/92	1,03	0,026	0,42	0,67	0,24	0,70	0,016	0,34	0,69	0,24
<i>Clusia criuva</i>										
02/92	1,06	0,032	0,70	1,08	0,25	0,44	0,012	0,30	1,56	0,28
11/92	1,10	0,038	0,73	1,14	0,30	0,49	0,016	0,51	1,01	0,26
<i>Ilex theezans</i>										
02/92	0,92	0,024	0,60	0,42	0,35	0,74	0,014	0,28	0,71	0,39
11/92	0,81	0,026	0,38	0,65	0,47	1,19	0,019	0,36	0,50	0,39
<i>Tapirira guianensis</i>										
02/92	1,09	0,040	0,28	1,08	0,29	0,66	0,014	0,17	1,03	0,25
11/92	1,10	0,048	0,35	1,56	0,30	0,90	0,027	0,32	1,19	0,29
<i>Psidium cattleianum</i>										
02/92	0,98	0,034	0,61	0,47	0,27	0,47	0,014	0,24	0,81	0,39
11/92	1,10	0,038	0,43	0,92	0,34	0,49	0,023	0,46	0,65	0,33
<i>Ocotea pulchella</i>										
02/92	1,48	0,040	0,32	0,17	0,13	0,74	0,016	0,13	0,50	0,17
11/92	1,41	0,036	0,27	0,33	0,14	0,70	0,031	0,21	0,47	0,19
<i>Myrcia multiflora</i>										
02/92	0,90	0,034	0,49	0,66	0,27	0,85	0,024	0,21	0,88	0,27
11/92	1,03	0,034	0,33	0,73	0,33	0,56	0,034	0,38	0,81	0,25
<i>Ilex pseudobuxus</i>										
02/92	0,94	0,024	0,44	0,37	0,25	0,70	0,014	0,24	0,45	0,37
11/92	0,81	0,028	0,36	0,52	0,36	0,54	0,017	0,36	0,62	0,37
<i>Terstroemia brasiliensis</i>										
02/92	0,89	0,022	0,48	0,37	0,33	0,57	0,012	0,20	0,61	0,28
11/92	0,99	0,032	0,69	0,55	0,31	0,47	0,021	0,39	0,57	0,28

TABELA 17- Continuação

	FOLHAS VERDES							SERAPILHEIRA						
	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si
<i>Erythroxylum amplifolium</i>														
02/92	41	25	3	6	125	17	562	60	56	5	19	88	29	135
11/92	55	36	5	11	75	17	455	63	67	5	11	50	29	497
<i>Calophyllum brasiliense</i>														
02/92	49	22	7	11	63	21	130	48	38	6	23	125	38	190
11/92	64	21	9	5	88	25	170	58	31	6	12	50	24	172
<i>Clusia criuva</i>														
02/92	36	712	6	29	150	63	225	54	44	0	36	175	62	212
11/92	47	775	11	35	38	58	162	73	14	6	42	75	78	297
<i>Ilex theezans</i>														
02/92	39	265	8	19	200	38	412	61	10	9	25	188	47	262
11/92	56	412	9	25	325	48	397	64	45	7	24	256	53	656
<i>Tapirira guianensis</i>														
02/92	35	14	5	11	150	25	612	71	28	8	8	75	28	277
11/92	46	15	10	11	38	48	395	79	20	6	11	75	34	862
<i>Psidium cattleianum</i>														
02/92	43	77	6	9	150	49	100	58	86	5	11	113	40	367
11/92	53	161	11	16	88	68	767	50	85	5	9	75	54	106 2
<i>Ocotea pulchella</i>														
02/92	44	81	6	14	225	21	610	73	39	6	21	338	24	286
11/92	56	70	6	9	325	22	277	83	95	5	10	312	26	510
<i>Myrcia multiflora</i>														
02/92	56	166	6	23	63	93	280	71	05	6	33	88	99	310
11/92	64	230	6	26	100	34	512	89	50	5	26	87	46	652
<i>Ilex pseudobuxus</i>														
02/92	55	125	5	35	150	62	42	64	06	9	45	213	61	265
11/92	69	141	8	40	225	73	420	68	98	6	54	250	63	563
<i>Terstroemia brasiliensis</i>														
02/92	29	9	5	5	1012	40	467	39	19	5	18	950	56	435
11/92	44	12	10	8	781	39	420	58	34	2	7	1137	67	655

TABELA 18 - TEORES DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA RESTINGA ALTA, EXPRESSOS EM g/100g E ug/g.

	FOLHAS VERDES					SERAPILHEIRA				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
<i>Alchornea triplinervia</i>										
02/92	1,63	0,044	0,30	0,54	0,21	1,39	0,036	0,21	0,59	0,19
11/92	1,55	0,054	0,39	0,44	0,18	0,92	0,033	0,35	0,63	0,23
<i>Tapirira guianensis</i>										
02/92	1,94	0,044	0,63	0,49	0,31	1,04	0,028	0,20	0,81	0,27
11/92	1,53	0,050	0,38	0,93	0,35	0,96	0,045	0,37	0,86	0,26
<i>Myrcia insularis</i>										
02/92	1,25	0,040	0,45	0,18	0,19	0,93	0,018	0,08	0,30	0,21
11/92	1,21	0,036	0,18	0,28	0,20	0,69	0,026	0,26	0,42	0,22
<i>Myrcia racemosa</i>										
02/92	1,16	0,038	0,35	0,88	0,28	1,14	0,030	0,21	1,18	0,26
11/92	1,21	0,030	0,22	1,03	0,32	0,81	0,037	0,36	1,05	0,28
<i>Eugenia sulcata</i>										
02/92	1,12	0,024	0,55	0,49	0,34	1,14	0,024	0,28	0,65	0,36
11/92	1,22	0,030	0,52	0,57	0,38	0,79	0,026	0,31	0,73	0,33
<i>Ocotea pulchella</i>										
02/92	1,69	0,038	0,37	0,21	0,15	0,97	0,028	0,09	0,56	0,21
11/92	1,60	0,036	0,28	0,42	0,23	1,18	0,038	0,48	0,46	0,17
<i>Faramea marginata</i>										
02/92	1,61	0,054	0,38	0,68	0,50	1,61	0,068	0,27	0,94	0,49
11/92	1,66	0,052	0,37	0,80	0,49	1,36	0,084	0,49	0,90	0,45
<i>Calophyllum brasiliense</i>										
02/92	1,17	0,028	0,58	0,36	0,19	0,83	0,022	0,34	0,63	0,23
11/92	1,21	0,030	0,44	0,59	0,28	0,76	0,018	0,38	0,61	0,23
<i>Guarea macrophylla</i>										
02/92	1,04	0,056	1,03	0,61	0,47	1,50	0,038	0,25	0,92	0,49
11/92	1,77	0,056	0,80	0,86	0,55	1,67	0,049	0,70	0,62	0,39

TABELA 18 - Continuação

	FOLHAS VERDES							SERAPILHEIRA						
	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si
<i>Alchornea triplinervia</i>														
02/92	48	100	6	8	162	21	435	83	186	8	21	113	26	306
11/92	60	115	10	14	38	23	200	86	265	10	15	137	36	560
<i>Tapirira guianensis</i>														
02/92	50	39	5	10	138	26	657	73	34	5	23	88	30	192
11/92	58	13	6	15	88	33	552	88	34	2	9	75	33	562
<i>Myrcia insularis</i>														
02/92	29	164	6	10	125	31	427	60	232	4	18	88	29	232
11/92	53	191	5	8	88	30	420	54	281	5	11	75	32	487
<i>Myrcia racemosa</i>														
02/92	64	182	4	6	175	88	668	91	246	8	10	225	57	617
11/92	58	150	8	11	75	90	225	85	314	5	10	87	86	832
<i>Eugenia sulcata</i>														
02/92	49	12	5	13	400	54	440	86	38	1	18	488	58	302
11/92	59	28	6	13	238	51	327	80	37	4	9	437	81	412
<i>Ocotea pulchella</i>														
02/92	41	58	5	9	225	26	315	96	219	4	19	412	38	287
11/92	59	105	5	11	288	20	217	71	215	1	7	337	37	500
<i>Faramea marginata</i>														
02/92	40	57	4	16	18500	18	3338	68	98	9	30	22187	20	463
11/92	59	75	6	14	16375	20	4037	73	96	9	19	21250	44	219
<i>Calophyllum brasiliense</i>														
02/92	38	12	4	10	250	19	135	50	20	0	11	75	26	40
11/92	55	14	5	15	88	29	42	69	29	5	9	75	25	05
<i>Guarea macrophylla</i>														
02/92	120	91	11	18	200	47	420	169	159	10	26	425	46	15
11/92	106	106	11	19	138	55	85	105	135	5	14	106	44	505

4.7 HORIZONTES ORGÂNICOS

Na TABELA 19 é apresentada a classificação e a média dos pesos dos horizontes, e na TABELA A34 (p.204) são indicados os pesos de todas as amostras analisadas em cada área de estudo.

Na restinga baixa e alta as amostras do horizonte orgânico não apresentaram espessuras maiores que 3 cm (FIGURA 11), com variações extremas de local para local.

Na restinga baixa os subhorizontes encontrados foram; Ln, Ln/Lv, Lv/Fr, Fr e Fm/Hr. O Fr foi subdividido em Fr/raízes e Fr/folhas em apenas duas amostras, enquanto Fm/Fr foi identificado em apenas um subhorizonte (amostra 5).

Na restinga alta os subhorizontes encontrados foram; Ln, Ln/Lv, Lv/Fr e Fr. Em todas as amostras o horizonte Fr foi subdividido nas frações raízes e folhas.

Na FIGURA 10 é ilustrado a subdivisão dos perfis nas áreas estudadas, através da apresentação de duas amostras.

Os pesos totais das amostras foram mais variáveis na restinga baixa, com uma média e desvio-padrão de $158,9 \pm 119$ e coeficiente de variação de 75%. Os valores de peso para os horizontes F foram maiores que para os horizontes L.

A restinga alta obteve uma média e desvio-padrão do peso das amostras de $105,6 \pm 14$ e coeficiente de variação de 13 %. O horizonte F obteve os maiores pesos em relação ao horizonte L. Comparando os valores de peso entre Fr/folhas e Fr/galhos, o primeiro apresentou-se com maior quantidade.

Na TABELA A35 (p.205) são mostrados os teores de macro e micronutrientes dos horizontes orgânicos, das duas áreas estudadas, e na TABELA 20 são apresentadas as médias dos elementos nos horizontes de maior ocorrência.

Na TABELA 21 foram compiladas as médias dos teores de nutrientes da fração folhas da serapilheira, referente ao bimestre fevereiro/março, e a média dos teores de nutrientes do horizonte orgânico da superfície (Ln - Ln/Lv), também coletados no mês de fevereiro. A fração folhas foi escolhida, por representar a maior quantidade no horizonte orgânico.

TABELA 19 - CLASSIFICAÇÃO E PESOS MÉDIOS DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DAS AMOSTRAS COLETADAS NAS DUAS ÁREAS DE ESTUDO, EM GRAMAS.

HORIZONTES	g ± dp	cv	n° de amostras
RESTINGA BAIXA			
Ln - Ln/Lv	36,07 ± 16,5	45,8	(5)
Lv - Lv/Fr	37,78 ± 4,4	11,5	(3)
Fr/Folhas	75,28 ± 32,9	43,6	(2)
Fr/Raízes	30,91 ± 7,6	24,6	(2)
Fm/Hr	288,47		
RESTINGA ALTA			
Ln - Ln/Lv	31,19 ± 3,7	12,0	(5)
Lv/Fr	22,59		
Fr/Folhas	57,43 ± 17,5	30,4	(5)
Fr/Raízes	12,41 ± 5,5	44,2	(5)

TABELA 20 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES DOS HORIZONTES ORGÂNICOS EM g/100g E ug/g DA M.S.

	MACRONUTRIENTES					g/100g	
	N	P	K	Ca	Mg		
RESTINGA BAIXA							
Ln - Ln/Lv	0,63 ± 0,04	0,024 ± 0,003	0,13 ± 0,07	0,91 ± 0,32	0,23 ± 0,06		
Lv - Lv/Fr	0,76 ± 0,03	0,026 ± 0,001	0,07 ± 0,02	0,81 ± 0,10	0,21 ± 0,08		
Fr/Folhas	1,04 ± 0,17	0,027 ± 0,004	0,05 ± 0,02	0,58 ± 0,35	0,12 ± 0,01		
Fr/Raízes	1,19 ± 0,01	0,033 ± 0,001	0,12 ± 0,00	0,54 ± 0,39	0,13 ± 0,01		
RESTINGA ALTA							
Ln - Ln/Lv	1,07 ± 0,09	0,031 ± 0,002	0,10 ± 0,06	0,59 ± 0,09	0,19 ± 0,09		
Fr/Folhas	1,19 ± 0,08	0,029 ± 0,002	0,08 ± 0,01	0,30 ± 0,07	0,12 ± 0,01		
Fr/Raízes	1,29 ± 0,10	0,036 ± 0,003	0,17 ± 0,02	0,21 ± 0,07	0,13 ± 0,03		

	MICRONUTRIENTES							ug/g
	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si	
RESTINGA BAIXA								
Ln - Ln/Lv	95 ± 26	237 ± 215	7 ± 2	26 ± 8	355 ± 137	35 ± 11	334 ± 149	
Lv - Lv/Fr	191 ± 52	160 ± 69	8 ± 2	23 ± 3	425 ± 115	31 ± 6	262 ± 49	
Fr/Folhas	582 ± 38	335 ± 437	9 ± 1	22 ± 16	869 ± 291	27 ± 9	231 ± 150	
Fr/Raízes	642 ± 127	368 ± 478	13 ± 0	25 ± 18	1175 ± 399	24 ± 5	346 ± 210	
RESTINGA ALTA								
Ln - Ln/Lv	114 ± 35	130 ± 59	6 ± 1	20 ± 6	1797 ± 1103	24 ± 2	726 ± 278	
Fr/Folhas	335 ± 131	73 ± 44	9 ± 1	12 ± 2	2325 ± 1146	23 ± 3	209 ± 85	
Fr/Raízes	379 ± 122	72 ± 30	8 ± 1	17 ± 4	2117 ± 1068	48 ± 26	257 ± 275	

TABELA 21 - MÉDIA DE MACRO E MICRONUTRIENTES DA SERAPILHEIRA E DO HORIZONTE ORGÂNICO DA SUPERFÍCIE EM g/100g E ug/g DA M.S.

RESTINGA BAIXA

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si
SERAPIL	0,75	0,026	0,34	0,65	0,24	71	143	9	17	300	47	463
HOR.ORG	0,63	0,024	0,13	0,91	0,23	95	237	7	26	355	35	334

RESTINGA ALTA

SERAPIL	1,16	0,034	0,41	0,64	0,23	92	125	8	11	686	25	285
HOR.ORG	1,07	0,031	0,10	0,59	0,19	114	130	6	20	1797	24	726

RESTINGA BAIXA



FIGURA 10 - Vista da parte superior do perfil do solo, mostrando o horizonte orgânico nas Restingas baixa e alta.

FIGURA 10 Continuação

RESTINGA ALTA





FIGURA 11 - Separação dos horizontes orgânicos, onde grupo 1 corresponde a uma amostra da restinga baixa, e grupo 2, a uma amostra da restinga alta.

5 DISCUSSÃO

5.1 CLIMA

Comparando-se as precipitações e temperaturas médias mensais do período de 1948/1988 com o período deste estudo (1991, 1992 e 1993) na FIGURA 12, observa-se que a temperatura manteve o mesmo padrão nos diferentes períodos, enquanto que a precipitação apresentou algumas variações, no qual destaca-se as menores precipitações nos meses de junho/91 e janeiro e fevereiro/1992, e as maiores precipitações nos meses novembro e dezembro/1991, maio/1992 e fevereiro de 1993.

Observa-se que os valores médios de 40 anos da precipitação pluvial e temperatura apresentam um mesmo padrão, onde os meses de maio a setembro (inverno) apresentaram os menores valores, abril e outubro representam os meses de transição e de novembro a março (verão) os meses de maiores valores.

Os anos amostrados neste estudo apresentaram pluviosidades anuais maiores que a média anual para 40 anos (1959 mm), onde no primeiro ano (julho/1991 a junho/1992) totalizou 2098 mm e no segundo ano (julho/1992 a junho/1993) 2232 mm.

SILVA (1990), através da construção de um diagrama climático normal para a região de Paranaguá no período de 40 anos, demonstrou a ocorrência de um clima superúmido e sem estação seca, observando que este diagrama não reflete as variações de ano para ano, sendo indicado o balanço hídrico seqüencial para verificar tais variações.

O balanço hídrico climatológico normal calculado por SILVA (1990), para o período de 1948-1988 da estação de Paranaguá, não apresentou deficiência hídrica, enquanto os realizados de ano a ano (balanço hídrico seqüencial) no período de 1979 à 1988, oscilaram entre 20 e 50 mm, atingindo um máximo de 140 mm em 1985. Este autor evidenciou uma deficiência hídrica com períodos curtos nos meses de maio a agosto, sendo que em alguns anos também ocorreram nos meses de novembro e dezembro.

O mesmo padrão ocorreu para os balanços hídricos de período de 1989 a 1993 (FIGURA 13), onde houve deficiência hídrica nos meses de julho e agosto em 1989, 1991 e 1993 e no período do verão em 1990, 1991 e 1993, sendo a maior deficiência em janeiro de 1992 com 44 mm.

Embora ocorram baixos valores de deficiência hídrica em pequenos períodos, e no mês seguinte já ocorra a reposição, para estes solos com baixa capacidade de retenção de água, em poucos dias a vegetação resente-se da falta de chuva. Tal fato é mais evidente na restinga baixa, onde a disponibilidade de água do lençol freático como

evidenciado pela variação da profundidade, nestes períodos é quase inexistente, sendo visível o murchamento das folhas nas plantas, principalmente dos indivíduos menores.

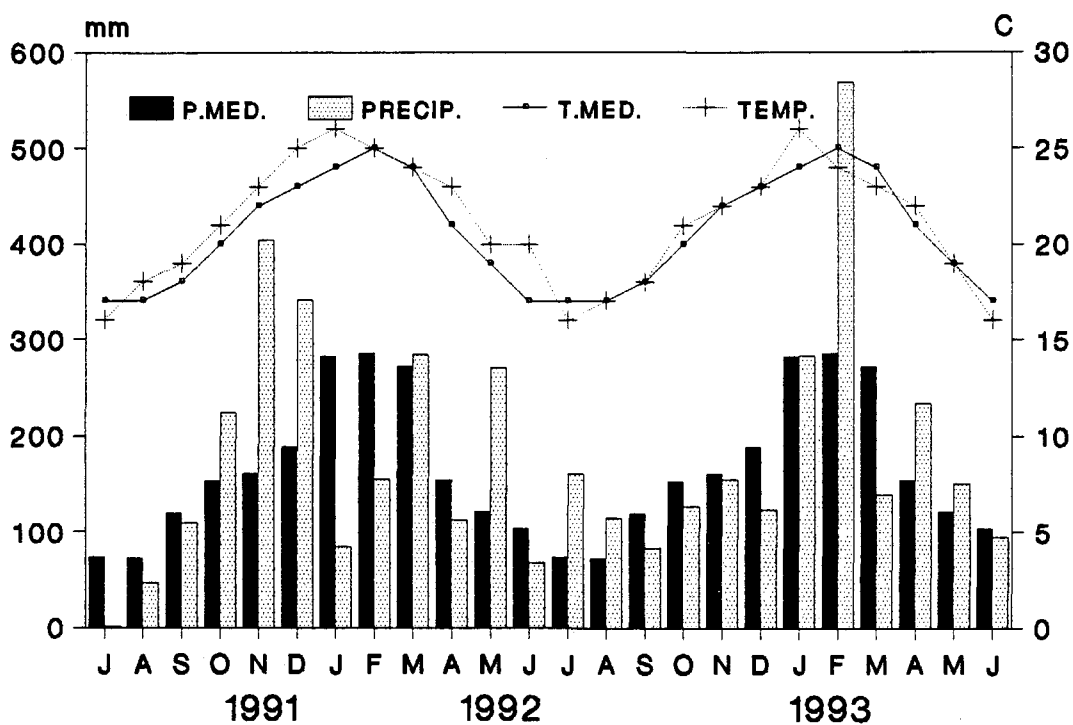


FIGURA 12 - Comparação das precipitações (P.med.) e temperaturas médias (T.med.) mensais do período de 1948/1988, com o período deste estudo (1991, 1992 e 1993). Fonte (período de 40 anos), SILVA (1990), 7° e 8° Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia, obtidos através da Estação Meteorológica de Paranaguá.

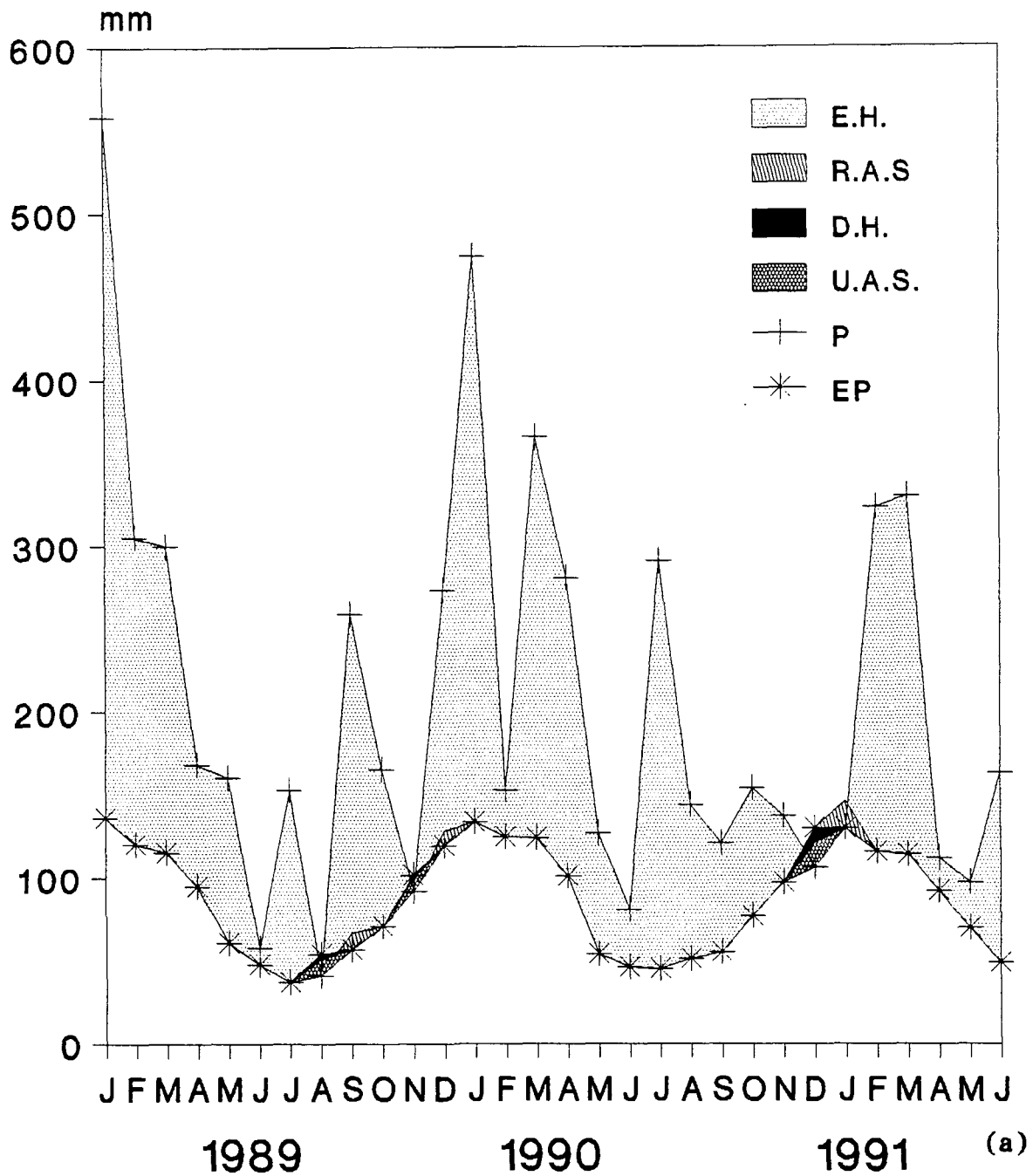


FIGURA 13 (a,b) - Balanço hídrico sequencial, para o período de 1988 a 1993. Fonte : dados meteorológicos do 7° e 8° INMET. E.H. - excedente hídrico, R.A.S. - retorno de água ao solo, D.H.- déficit hídrico, U.A.S. - uso de água no solo, P. - precipitações, E.P. - evapotranspiração potencial.

5.2 SOLOS

Os solos das duas áreas estudadas foram classificados como Podzol. Segundo EMBRAPA (1984) são solos com B podzol ou "spodic horizon", ocorrendo em uma extensão de 855 Km², no litoral do Estado do Paraná (0,43 % da área do Estado), sendo no entanto, pouco estudado, conforme anteriormente abordado no capítulo da revisão de literatura.

As duas áreas estudadas apresentam relevo plano. Na restinga baixa ocorrem pequenas oscilações no terreno, que, segundo HERTEL (1959) estão relacionados ao desenvolvimento sucessional desta vegetação, onde o sistema radicial das plantas proporciona o acúmulo de matéria orgânica e areia em torno de seus indivíduos, formando os pequenos montes. Estas variações na restinga alta são menos conspicuas; as árvores de maior porte estendem um tapete de raízes de diferentes tamanhos, onde as maiores situam-se por sobre a superfície do solo, bem como o constante afloramento do lençol freático, provoca a formação de pequenos canais de escoamento de água, fazendo com o que o microrelevo da área seja bastante irregular.

O perfil 1 da restinga baixa foi amostrado na parte superior das pequenas elevações ali existentes, e o perfil 2 na parte inferior. Esta pequena modificação proporcionou uma diferença na classificação do horizonte A destes perfis, com A fraco para o primeiro e A moderado para o segundo. Na cavidade formada por estes montes há um acúmulo maior de serapilheira, além de maior umidade, podendo explicar a maior percentagem de carbono no horizonte A1 do perfil 2.

A floresta na restinga alta, depositando maiores quantidades de material orgânico, apresenta o horizonte A1 mais desenvolvido em relação a restinga baixa (FIGURA 10, p.91).

Os solos das áreas estudadas não apresentaram diferenças quanto a composição granulométrica, predominando a areia fina (diâmetro entre 0,02 e 0,2 mm). ANGULO (1992) encontrou média de diâmetros dos sedimentos arenosos de origem marinha no Estado do Paraná de 0,156 mm.

SILVA (1990) observou um predomínio de areia grossa em um córrego na planície arenosa da Ilha do Mel, enquanto na área fora da influência do curso d'água, predominou a areia fina.

A textura arenosa confere aos solos da planície litorânea, boa aeração e drenagem, mas baixa retenção de nutrientes e água. O regime das chuvas, com

aproximadamente 2000 mm anuais, tende a lixiviar a maior parte dos nutrientes, enquanto nos intervalos entre os eventos os solos permanecem com baixa umidade.

Em relação às propriedades químicas do solo, a matéria orgânica é a principal responsável pela retenção de cátions e ânions, condicionando a existência de uma quantidade maior de nutrientes disponíveis no horizonte A1. HAY & LACERDA (1980) e HAY *et al.* (1981) obtiveram correlações altas entre matéria orgânica e capacidade de troca catiônica em solos de restinga. SILVA (1990) além da correlação da matéria orgânica e capacidade de troca catiônica nos solos da restinga da Ilha do Mel, obteve correlações significativas entre matéria orgânica e P, K, Mg e Ca.

No Podzol das áreas estudadas, os elementos trocáveis, a soma de bases, a capacidade de troca cationica e o fósforo apresentam valores mais elevados no horizonte A1, devido a deposição de serapilheira oriunda da floresta; o horizonte A2 apresentou os menores valores, enquanto no horizonte B iluvial, os valores se elevaram novamente devido ao acúmulo de íons neste horizonte, proveniente da translocação do horizonte A2.

Segundo VIEIRA (1988) nos Podzóis ocorre a translocação de húmus e matéria orgânica da parte superior do perfil para se depositar no horizonte B, a precipitação neste horizonte pode ser

explicada como resultado da mudança de pH, favorecida pela iluviação de íons, bem como o secamento periódico do solo.

Os horizontes B dos perfis 1 e 2 da restinga baixa, apresentam respectivamente profundidades de 74 e 93 cm, enquanto o nível da água do lençol freático, na média de 2 anos, esteve em torno de 94 cm. Na restinga alta, o B encontra-se a 32 cm e a profundidade média do lençol esteve em torno de 40 cm.

Percebe-se pelo comportamento do lençol freático nas duas áreas, que o horizonte B iluvial, ocorre dentro da faixa de oscilação do lençol, provavelmente a precipitação do material translocado nestes horizontes relacione-se ao seu regime de oscilação. Este horizonte aparentemente não representa uma barreira para a movimentação da água, visto que não difere dos demais horizontes em consistência (solta), apresentando apenas uma ligeira plasticidade e pegajosidade.

No solo da restinga baixa, houve um aumento do pH nos horizontes iluviais, e uma diminuição na quantidade de carbono. Na restinga alta, ocorreu o contrário, uma diminuição no pH e o aumento de carbono, indicando uma possível relação entre a modificação nos valores de pH e a matéria orgânica. SILVA (1990) encontrou correlação entre o pH e a matéria orgânica nos solos Podzóis da Ilha do Mel, salientando que no

processo de decomposição formam-se ácidos orgânicos fracos, que através da dissociação iônica aumentam os teores de H^+ no solo, e conseqüentemente, a acidez.

A forte acidez do solo propicia o aparecimento de alumínio trocável em solução, o que é comprovado pelos altas porcentagens de saturação em alumínio, próximas a 50% em todos os horizontes da restinga alta, e maiores que 60 % nos horizontes iluviais mais profundos da restinga baixa. Em contrapartida os valores de saturação de bases são na maior parte dos três perfis estudados menores que 20 %, indicando que apenas pequenas quantidades de bases trocáveis ocupa a CTC, e que a maior parte delas está sendo saturada pelo Al e H.

Embora a fertilidade dos solos seja considerada bastante baixa, a vegetação principalmente da restinga alta apresenta-se bem desenvolvida. MARCHNER (1986) salientou os vários mecanismos nos quais as plantas se adaptaram para sobreviverem em solos ácidos de baixa fertilidade, os principais são: tolerância ao alumínio através de mecanismos de exclusão das raízes, aumento do pH na rizosfera, excreção de mucilagens na zona apical do meristema de raízes e complexação do alumínio, eficiência na utilização dos nutrientes, principalmente P, Ca e Mg, através da associação com micorrizas; e fixação de N por leguminosas. Além da contribuição da ciclagem bastante importante neste caso.

Os solos das duas áreas estudadas são semelhantes a nível de fertilidade, os valores de soma e saturação de bases trocáveis são bastante próximos, ocorrendo também, a presença de dois compartimentos distintos de nutrientes, um no horizonte A1 e outro no horizonte B.

A disponibilidade de nutrientes do horizonte B iluvial é diferente para as duas áreas. Na restinga baixa, com vegetação menos desenvolvida, observou-se um sistema radicial mais superficial, o que não permite um melhor aproveitamento deste compartimento. Quando da ocorrência de volumes maiores de pluviosidade, o lençol freático eleva-se e alguns nutrientes podem ascender até ao alcance das raízes, embora devido ao maior volume de água estes estejam mais diluídos.

Na restinga alta o horizonte B iluvial e o nível do lençol freático estão mais próximos da superfície (32 cm). O sistema radicial desta floresta é mais desenvolvido, podendo aproveitar os nutrientes acumulados neste compartimento.

Os teores totais de minerais (TABELA 02, p.54) indicam as proporções e concentrações totais dos elementos no solo. Estes provêm dos elementos contidos na matéria orgânica depositada pela vegetação, dos minerais de origem, da deposição de nutrientes via aerossóis ("maresia") provindos do mar e da água da chuva.

A maior parte do N total contido no solo esta associado à matéria orgânica, justificando suas concentrações maiores no horizonte A1, onde ocorre a deposição de material orgânico proveniente da floresta. Muito pouca quantidade de nitrogênio é translocada ao horizonte iluvial. A restinga alta apresenta uma concentração de N duas vezes mais elevada que a restinga baixa neste horizonte, devido ao maior aporte e concentração de N na serapilheira. Quando não se determina as diferentes formas de N, a relação C/N costuma ser empregada para inferir o grau de abastecimento deste elemento. A relação C/N, segundo JORGE (1972), fornece indicações sobre a riqueza em nitrogênio e o estado de decomposição da matéria orgânica. Também WARING e SCHLESINGER (1985), salientaram a importância da razão C/N como indicador do estado de decomposição da matéria orgânica, onde os microorganismos metabolizam o C e o N em seus tecidos, e eliminam posteriormente o C na respiração, com isto vai diminuindo a relação C/N a medida que o material se decompõe, disponibilizando o N.

Os valores desta relação foram extraídos da TABELA 02 (p.54) e da TABELA A07 (p.169), onde se constata que na restinga baixa a relação é maior, indicando uma decomposição mais lenta do material. A restinga alta apresentou os seguintes valores nos horizontes do perfil 3: 5,5 (A1), 1,7 (Bir2), 3,3 (Bir3) e 1,7 Ç. Na restinga baixa os horizontes do perfil 1, apresentaram uma relação C/N de: 9,3 (A1), 6,7 (A21), 1,0 (A22), 2,7 (Bir2), 5,4 (Bir3) e 8,3 (Bir4), e o perfil 2 de: 9,0 (A1), 9,1 (A12), 5,0 (Bh1), 8,2 (Bh2) e 12,7 (Bh3). Depois de uma queda nos valores desta relação com o aumento da profundidade a partir do horizonte A2, observa-se um novo aumento desta relação nos horizontes Bir e Bh, estando relacionados a pouca lixiviação de N até estes horizontes, enquanto o C é lixiviado em maiores quantidades. Já os baixos valores da relação no horizonte A2 é devido a lixiviação da matéria orgânica, restando muito pouco carbono neste horizonte.

Apesar de se verificar uma defazagem dos presentes resultados com outros trabalhos relacionados a solos podzóis, constata-se o mesmo comportamento dos valores da relação C/N em termos de variação em relação a profundidade. VIEIRA (1988) em solo Podzol hidromórfico, com A moderado, obteve valores de 18, 19, 8 e 29 nos horizontes A11, A12, A2 e Bir, respectivamente. Nos Podzóis com A moderado, levantados pelo RADAMBRASIL, em diversos locais da Amazônia, a relação C/N, apresentou valores entre 1 e 36, com valores mais elevados nos horizontes Bh e Bir, e valores mais baixos no horizonte A2.

Nas duas áreas e principalmente na restinga alta, os valores foram bastante baixos, indicando uma intensa atividade biológica nos solos destas florestas e uma alta eficiência no aproveitamento do N.

Normalmente o P no solo encontra-se fazendo parte de dois tipos de compostos, o mineral e o orgânico, estando numa faixa de concentração entre 0,02 e 0,15 g/100g (MENGEL e KIRKBY, 1979). As concentrações de P total nos solos das áreas estudadas, são bastante inferiores a estabelecida por estes autores, estando na faixa de 0,0028 e 0,034 g/100g. No material de origem da planície arenosa de acordo com as análises efetuadas por ANGULO *et al.* (1994) não existem minerais com fósforo, podendo haver nestes solos P proveniente de carapaças de animais marinhos, como constatado por FIGUEIREDO (1954). O P da mesma maneira que o N é na sua maior parte de origem orgânica, o que explica suas maiores concentrações no horizonte A1 dos solos. A restinga alta, apresentou maiores concentrações de P em relação a restinga baixa, onde grandes quantidades de P foram transportadas para o horizonte Bir3.

A maior parte do K é proveniente de minerais primários e secundários, existindo também K na matéria orgânica, sendo este elemento facilmente lixiviado. A fácil solubilização deste elemento no Podzol é comprovada pelos maiores teores no horizonte B iluvial. O K total apresenta maiores concentrações que Ca e Mg, indicando sua existência no material de origem da planície litorânea, além da contribuição oriunda da precipitação que lava a copa das árvores e as demais formas de vida depositando cerca de 45 Kg/ha/ano de K no solo da floresta.

O Ca e o Mg total apresentam teores bastante baixos, sendo proveniente na sua maior parte da matéria orgânica e por minerais que constituem a areia como a turmalina e a hornblenda. Estes elementos são os que apresentam os maiores teores na água do lençol freático (principalmente o Ca), indicando intensa lavagem dos mesmos.

Na análise dos elementos totais do solo da restinga o Fe apresenta as maiores concentrações. A maior fonte deste elemento está relacionada ao material de origem, ocorrendo na estrutura da turmalina, estauroлита, hornblenda, magnetita e ilmenita. Uma importante característica do Fe no solo e nas plantas é de formar complexos orgânicos ou quelatos (MENGEL & KIRKBY, 1979).

A característica do Podzol da onde deriva seu nome, é a remoção do ferro do horizonte A2 que é levado a parte inferior do horizonte B, onde aí se precipita juntamente com o Al e o Mn (VIEIRA, 1988). Isto pode ser observado mais claramente no perfil 3, onde ocorre um acúmulo de Fe, Mn e Al no horizonte Bir3, chegando o Fe a atingir a

concentração de 3,9 g/100g. Parte do Fe neste caso pode estar em condições redutoras, visto que este horizonte permanece constantemente sob a água.

O Mn nos solos da planície litorânea está presente tanto associado a matéria orgânica, quanto aos minerais que constituem a areia. MENGEL e KIRKBY (1979) afirmaram que os baixos teores deste elemento nos Podzóis é devido a lixiviação. O Mn nos perfis analisados apresentou comportamento idêntico ao Fe em quase todos os horizontes com uma razão Fe/Mn entre 15 e 18.

O Al depois do Fe e N é o elemento que apresenta maiores concentrações, principalmente por estar presente associado ao Si em quase todos os minerais que formam as areias na área estudada. Este elemento da mesma forma que Fe e Mn é lixiviado dos horizontes superficiais para o horizonte B.

O Zn e o Cu totais, apresentam baixas concentrações nos perfis analisados, pois ambos originam-se de minerais primários, podendo formar complexos quelados com a matéria orgânica (MALAVOLTA, 1980).

5.3 REGIME HÍDRICO

5.3.1 PRECIPITAÇÕES

As médias anuais dos valores de interceptação encontrado para as duas áreas estudadas, estão dentro da faixa encontrada para as florestas tropicais (vide revisão da literatura p.).

A diferença na interceptação de chuvas entre as duas áreas (FIGURA 14), 22 % na restinga baixa e 30 % na restinga alta (média dos 2 anos) está relacionada a estrutura da vegetação. Na restinga alta ocorre um dossel mais contínuo e fechado com dois estratos arbóreos, propiciando uma maior interceptação.

Os valores de interceptação podem ser acrescidos de aproximadamente 1 à 2 % (MEGURO *et al.*, 1979b; ANDERSON & SPENCER, 1991), referentes ao escoamento pelo tronco que não foi avaliado neste estudo.

A FIGURA 15 , mostra a distribuição sazonal das precipitações nos dois anos amostrais, evidenciando um padrão similar para a precipitação total e a precipitação interna nas áreas. A distribuição das chuvas apresenta picos de maior precipitação nos meses de dezembro/91 e maio/92 do primeiro ano, e maio/93 no segundo ano.

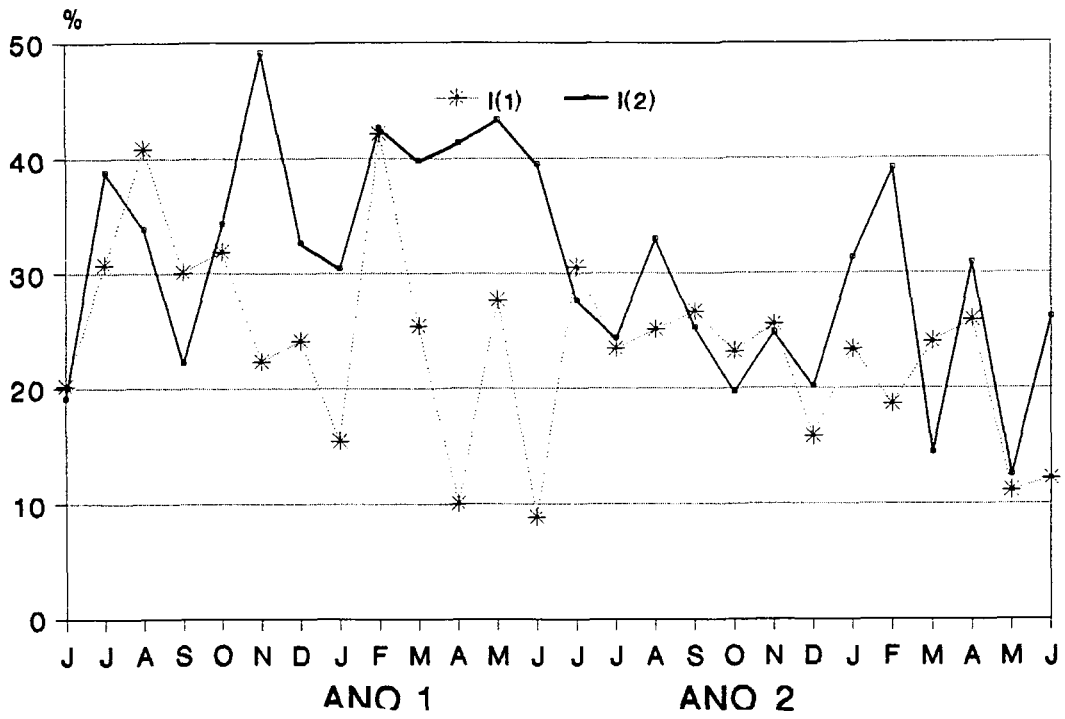


FIGURA 14 - Variação sazonal de interceptação em % na restinga baixa (1) e alta (2), conforme Tabela 3 (p.56).

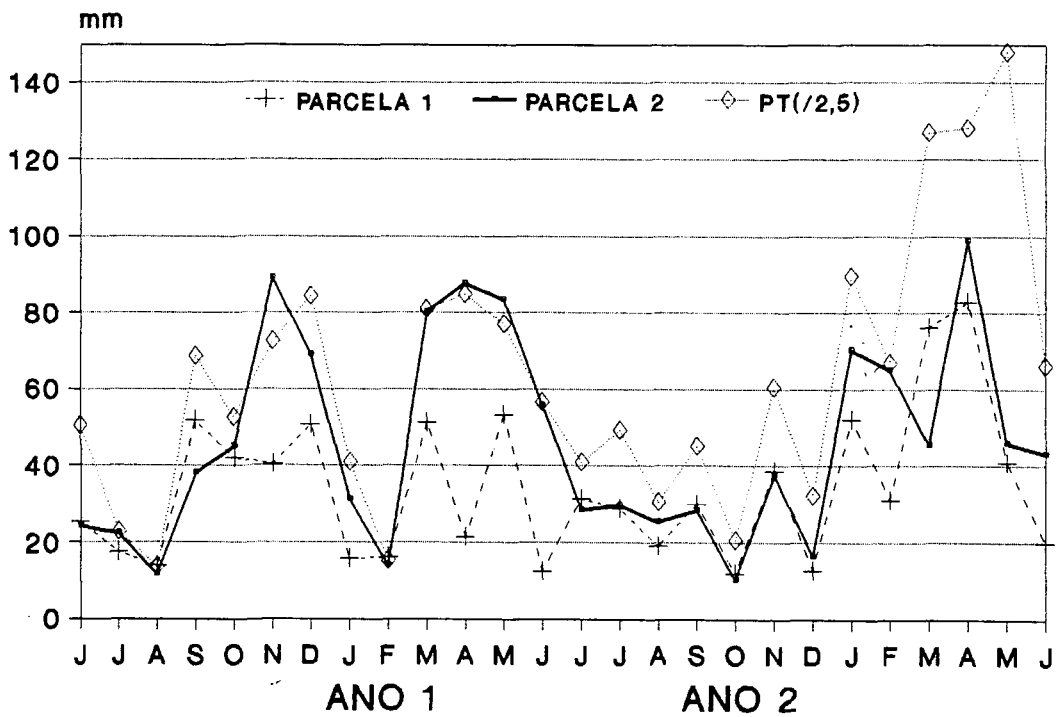


FIGURA 15 - Valores sazonais de precipitação total e precipitação interna na restinga baixa (1) e alta (2), em milímetros, conforme Tabela 3 (p.56).

A relação entre precipitação interna (PI) e precipitação total (PT) é altamente expressiva, como demonstram as equações e os respectivos coeficientes de correlação e determinação obtidos com os resultados das medições pluviométricas. Por exemplo, na restinga baixa a estimativa da precipitação interna é dada por $PI = -0,9932 + 0,7941 PT$ ($r = 0,9882$ e $r^2 = 0,9767$). O mesmo é observado na restinga alta, com $PI = -2,8632 + 0,7430 PT$ ($r = 0,9690$ e $r^2 = 0,9390$). De acordo com o coeficiente de determinação (r^2), tem-se que cerca de 98 % para a restinga baixa e 94 % para a restinga alta, da precipitação interna podem ser explicados pela precipitação total.

Apesar das precipitações serem abundantes, a rápida drenagem dos solos da restinga pode proporcionar deficiência hídrica no solo no período entre as precipitações. Tendo sido observado manifestações de murcha na vegetação do subosque da restinga baixa. Neste sentido, HERTEL (1959) afirmou que em função da variação da temperatura entre o dia e a noite, cerca 200 mm de chuva anualmente sem contar com o nevoeiro é condensado nos solos da restinga e absorvida capilarmente durante a noite, quantidades estas não contidas nos dados meteorológicos. Também DOLEY (1981) salientou que na região costeira devido às diferenças de temperatura entre o mar e o continente, ocorre a formação de neblina que é interceptada pela vegetação. Além da copa das árvores as epífitas nas florestas tropicais devido a forma de suas folhas e estrutura das raízes tem facilitada a absorção de água resultante da interceptação pela neblina e pela chuva.

A neblina e a condensação noturna podem ser importantes fontes de água para amenizar a deficiência hídrica do solo no período entre as precipitações.

5.3.2 TEORES DE NUTRIENTES DA ÁGUA

A restinga baixa e alta estudadas nos cordões de restinga da Ilha do Mel, estão bastante próximas do mar a uma distância aproximada de 150 e 100 metros, respectivamente.

Os teores de P na precipitação total estão abaixo dos encontrados em outros ecossistemas (TABELA A34, p.204), com o valor máximo de 0,006 ug/g e média anual de 0,002 ug/g, valores menores foram encontrados somente por FLINN *et al* (1979) na Austrália. O mesmo ocorreu com a precipitação interna com média anual para a restinga baixa de 0,009 ug/g, variando durante o ano de 0,001 à 0,020 ug/g, e a restinga alta com média anual de 0,008 e uma variação mensal de 0,003 à 0,0013.

A presença do P na água da chuva é devido a poeira produzida por atividades de uso do solo (LIMA, 1986). Como a área estudada está longe de qualquer atividade

agrícola, e o solo é constituído basicamente por areia, este elemento apresenta baixos teores na água da chuva. A não lixiviação deste elemento nas plantas (TUKEY, 1970), explica as baixos teores também na precipitação interna.

A variação nos teores anuais de K na água da chuva em vários ecossistemas (TABELA A34, p.204), apresenta valores entre 0,16 e 0,87 ug/g, sendo que em ecossistemas costeiros sua origem é atribuída a salsugem marinha. O valor médio anual do K para a água da chuva foi medido em 0,30 ug/g, não sendo detectado em alguns meses e alcançando um valor máximo de 1,2 ug/g durante o ano, estando dentro da faixa inferior dos teores encontrados em outros ecossistemas.

Na restinga baixa o valor médio anual do K na precipitação interna foi de 3,85 ug/g, variando durante o ano de 0,46 até 7,77 ug/g; na restinga alta, o teor médio anual foi 4,70 ug/g, com uma variação mensal de 1,30 a 6,10 ug/g. O K dentre os nutrientes minerais é o de maior mobilidade, apresentando concentrações bem maiores na água que atravessou o dossel da floresta, fato este bastante documentado na literatura. Desta forma, o K que atravessa o dossel da floresta é proveniente da lavagem da deposição seca e da solubilização deste elemento nas folhas. O teor médio da precipitação interna maior na restinga alta (FIGURA 16), pode estar relacionado à estrutura mais desenvolvida da floresta nesta área, onde a água para chegar ao solo tem que passar por dois estratos diferentes, além de atravessar copas mais densas, desta forma propiciando uma lavagem maior deste elemento.

A presença de Ca na chuva pode ser devido à poeira (LIMA, 1986), ou de origem marinha (MELLO & MOTTA, 1987). A faixa de concentração encontrada na literatura está entre 0,10 e 1,67 ug/g. O teor médio anual na precipitação total e precipitação interna nas duas áreas estão em uma faixa intermediária inferior, tendo sido medidos 0,31 ug/g para a precipitação total e 1,03 e 1,1 ug/g na precipitação interna da restinga baixa e alta, respectivamente. O Ca é imobilizado nas plantas principalmente nas folhas mais velhas, sendo considerado por TUKEY (1970) como moderadamente lixiviado (1 a 10 %), o que indica que a contribuição na concentração da lavagem deste elemento, é maior pela deposição seca na copa da floresta.

Os teores de Mg na água de chuva (0,5 ug/g) e na precipitação interna (1,2 e 1,4 ug/g), podem ser considerados elevados se comparados aos demais ecossistemas. A razão Ca/Mg encontrada para este estudo foi de 0,62, indicando uma forte influência do oceano na composição da água da chuva. A origem do Mg na chuva em regiões costeiras, é principalmente marinha (MELLO e MOTTA, 1987; CLAYTON, 1972; VAN DER VALK, 1974), portanto a área amostrada é bastante influenciada pela entrada deste elemento via

precipitação atmosférica. SANTOS *et al.* (1981) sugeriram que ácidos orgânicos solubilizem o Mg presente na superfície das folhas e caules, indicando que provavelmente os teores de Mg contidos na precipitação interna estão relacionados tanto à lavagem da deposição seca como de metabólitos da planta.

Dos micronutrientes analisados, somente o Zn foi detectado na água da chuva com um teor médio anual de 0,03 ug/g. Na água de precipitação interna Zn apresentou teores de 0,04 e 0,05 ug/g e o Fe 0,02 e 0,01 ug/g na restinga baixa e alta respectivamente. Estes elementos segundo TUKEY (1970), são pouco lixiviados, sendo que os teores contidos na precipitação interna, provavelmente sejam oriundos da deposição seca ou da contaminação por animais.

5.3.3 LENÇOL FREÁTICO

A análise de correlação (TABELA A12, p.174) comprova a relação existente entre a altura do lençol freático e as precipitações, que também é ilustrado através da FIGURA 17. Nesta figura são apresentados as médias medidas quinzenalmente das profundidades do lençol nas duas áreas durante o período de dois anos, indicando uma menor profundidade do lençol para a restinga alta.

Quando a água supera a capacidade de retenção do solo, passando gravitacionalmente para o lençol freático, água e nutrientes são exportados do ecossistema (GRIMM & FASSBENDER, 1981). As principais vias de saídas de nutrientes são a lixiviação, erosão, exploração florestal e perdas por volatilização e desnitrificação (HAAG *et al.*, 1985). HAY & LACERDA (1984) indicaram como principal saída de nutrientes do ecossistema de restinga, a lixiviação do solo e subsequente entrada na água freática.

A planície arenosa da Ilha do Mel apresenta vários rios acompanhando as depressões dos cordões arenosos, na sua maioria estes são temporários, desembocando no mar no período de ocorrência de chuvas e secando nos períodos de estiagem. Os rios permanentes em grande parte estão relacionados à água proveniente dos morros.

Periodicamente ocorre a elevação do lençol freático no período de chuvas, com o conseqüente afloramento da água nas partes mais baixas da planície, que irá escorrer posteriormente para as depressões até os rios e para o mar. Esta água, normalmente de cor avermelhada escura, segundo FIGUEIREDO (1957), apresenta teores elevados de matéria orgânica proveniente da vegetação. STARK & HOLLEY (1975) tentaram estabelecer de que maneira o ciclo de nutrientes influencia a formação de "água preta" nos solos podzólicos da floresta amazônica, indicando estar relacionado com taxas de

decomposição, bem como, com agentes e produtos finais da mesma. A água do lençol freático representa um outro tipo de reservatório para vegetação das restingas, agindo como fonte ou saída de nutrientes, dependendo da sua posição em relação às raízes (HAY & LACERDA, 1984). Estes autores, concluem que a principal fonte de nutrientes para a água freática é o próprio sistema de restinga, uma vez que a baixa condutividade elétrica desta água, elimina a possibilidade de contribuição marinha.

Comparando-se os teores de nutrientes no lençol freático das restingas alta e baixa, as diferenças são pouco significativas com um pequeno aumento nos teores de Ca, P e Si na restinga alta (FIGURA 16).

O K foi o único elemento que apresentou uma diminuição nos teores entre precipitação interna e água do lençol, indicando uma alta retenção no solo e/ou rápida reabsorção pelas plantas (FIGURA 16).

O Ca apresentou as maiores perdas, com teores na água do lençol bem acima dos demais elementos, provavelmente devido à alta solubilização deste elemento em solos ácidos, podendo estar deixando o sistema na forma de bicarbonatos em solução, de acordo com o modelo proposto por DALE JOHNSON *et al* (1975). Isto seria possível, uma vez que a rápida decomposição gera elevados níveis de CO₂ que por sua vez hidrolizando, geram ácido carbônico dissociável.

O Mg apresentou teores um pouco maiores do que a água de precipitação interna, indicando uma pequena saída deste elemento do sistema. Os teores de Fe, Zn, Al e Si, são provavelmente oriundos da solubilização da matéria orgânica, devendo existir também uma contribuição da intemperização do material de origem.

A importância do lençol freático como reservatório de nutrientes e água neste ecossistema, é evidenciada quando observa-se a diferença no desenvolvimento da vegetação. A restinga baixa, onde o lençol freático está mais distante da superfície e conseqüentemente das raízes das plantas, é dependente do regime de chuvas para manter a umidade das camadas superficiais do solo, onde ocorre grande parte da absorção dos nutrientes. Nos períodos de seca freqüentemente ocorre déficit hídrico. Na restinga alta o lençol freático fica próximo à superfície, aumentando a disponibilidade de água e nutrientes no sistema radicial, quase não ressentindo-se quando dos períodos em que ocorre falta de água.

Quando da ocorrência de períodos chuvosos, o afloramento do lençol freático e o escoamento da água para os rios, representa a principal via de saída de nutrientes do sistema.

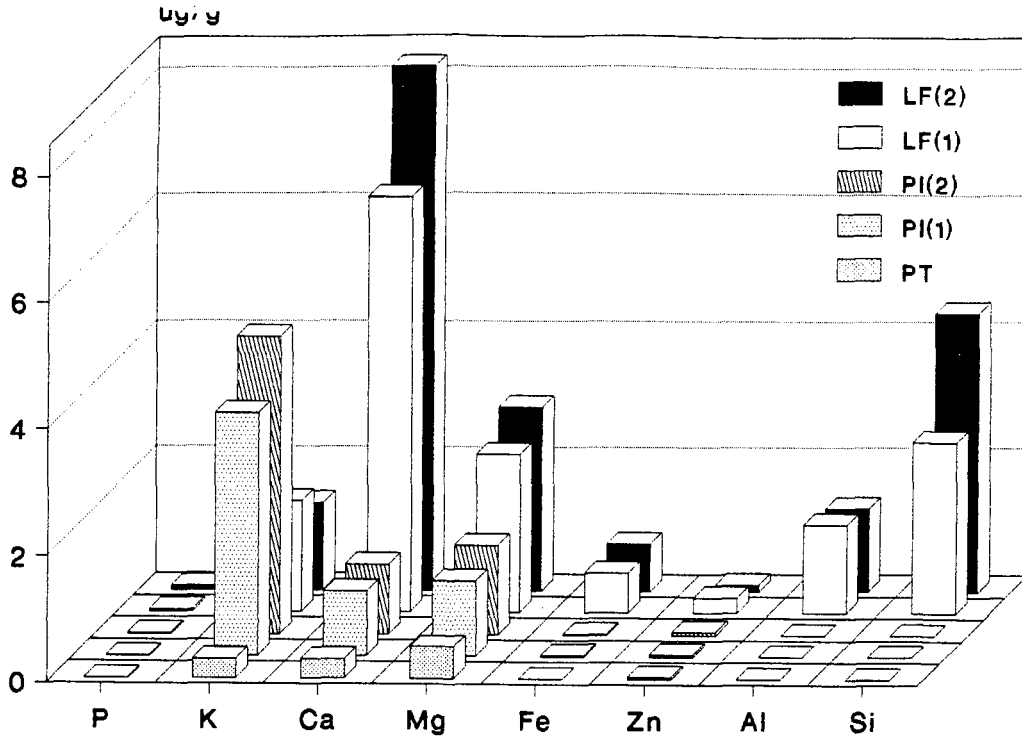


FIGURA 16 - Teores de nutrientes na água do lençol freático (LF), Precipitação Interna (PI) e Precipitação Total (PT), na restinga baixa (1) e alta (2).

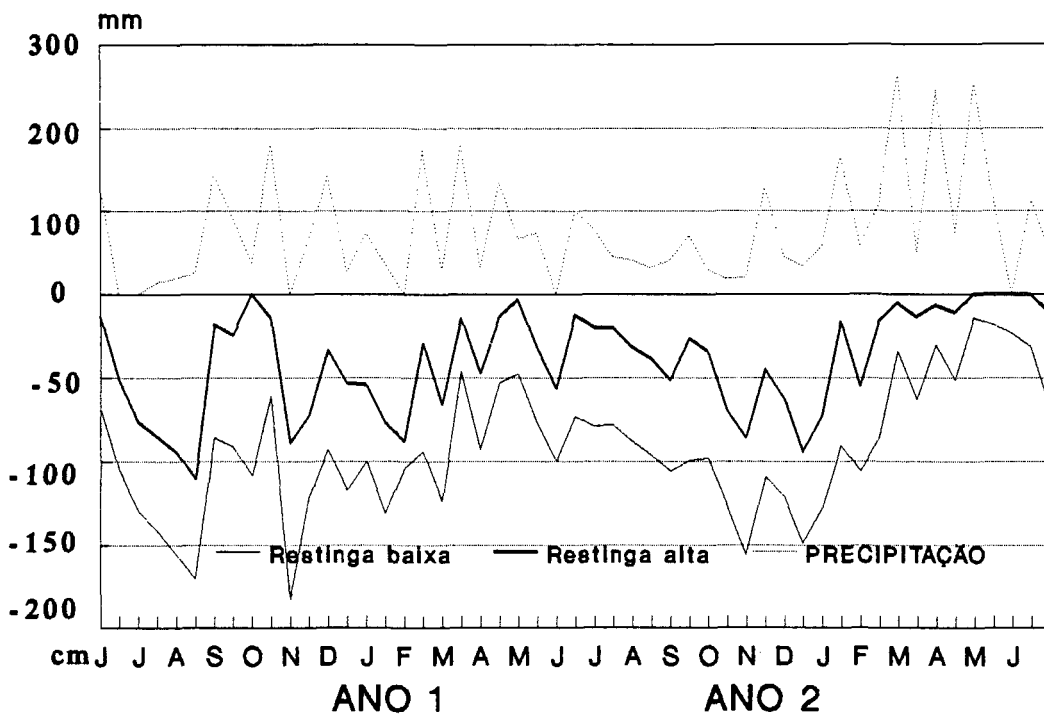


FIGURA 17 - Volume da precipitação total (mm) e profundidade do lençol freático (cm) nas restingas baixa e alta, nos dois anos de amostragem.

5.3.4 QUANTIDADES DE NUTRIENTES DAS PRECIPITAÇÕES

Os teores de nutrientes na precipitação interna, é proveniente tanto dos minerais originalmente em suspensão na atmosfera e que entram no sistema pela água da chuva, como daqueles oriundos de poeiras e aerossóis depositados por diversas fontes na cobertura vegetal, ou a fração que recicla através da lixiviação dos órgãos vegetais vivos ou mortos, excrementos e cadáveres de animais, menos a porção eventualmente absorvida ou retida durante a trajetória (MEGURO *et al.*, 1979b). A quantidade de nutrientes contida na água que entra no sistema via chuva e que passa pelo dossel, é função da concentração do elemento na água e da quantidade da precipitação.

Observa-se pelas FIGURAS 18, 19 e 20, que as quantidades de nutrientes contidas na precipitação total e interna, não apresentam padrões sazonais. Segundo SILVA FILHO *et al.* (1986), a variabilidade no fluxo atmosférico dos elementos é um processo descontínuo de valores extremos ocasionais, possivelmente condicionada pelo padrão temporal da chuva, origem dos elementos e comportamento físico-químico na atmosfera.

Comparando-se as quantidades de nutrientes contidas na precipitação total e interna com os demais ecossistemas (TABELA A35, p.205), o P apresenta valores bem mais baixos, o K e Ca estão numa faixa intermediária e o Mg apresenta valores elevados.

Embora a restinga alta tenha vegetação mais desenvolvida, a quantidade de nutrientes que chega ao solo pelas precipitações é bastante próxima entre as duas áreas (FIGURA 21), com exceção do K e Zn, com quantidades um pouco maiores na restinga alta.

O Zn foi depositado através da água da chuva em uma quantidade de 0,41 kg/ha anualmente. SANTOS (1989) não detectou este elemento na água da chuva, GAMA & CALHEIROS (1991) obtiveram uma deposição de 2,88 kg/ha, STEINHARDT & FASSBENDER (1979) de 0,03 Kg/ha e GOLLEY *et al* (1978) de 0,9 Kg/ha, indicando uma grande variabilidade conforme a proximidade da fonte de contaminação. Com a precipitação interna foram depositados anualmente 0,26 kg de Fe nas duas áreas e 0,39 e 0,53 kg de Zn na restinga baixa e alta, respectivamente. Os dados na literatura sobre as quantidades depositadas de micronutrientes são bastante variáveis, GAMA & CALHEIROS (1991) quantificaram na precipitação interna do cacauero e eritrina respectivamente 4,35 e 9,50 kg/ha/ano para o Zn. SANTOS (1989) encontrou para o Zn 0,03 Kg/ha/ano, não detectando o Fe. GOLLEY *et al.* (1978) obtiveram 0,6 e 4,9 kg/ha/ano para o Zn e Fe, respectivamente. WESTMAN (1978) não detectou Zn e obteve para o Fe

uma deposição de 0,11 Kg/ha/ano. Os micronutrientes na restinga da Ilha do Mel, provavelmente entram no sistema vagarosamente em pequenas quantidades via aerosol proveniente do mar, além de uma pequena quantidade que é intemperizada no material de origem. Existe uma dificuldade em determinar exatamente a quantidade de elementos que entram via água da chuva. Primeiramente devido às baixas concentrações e em segundo lugar devido a contaminação da água da chuva em função dos procedimentos de coleta, como salientado por ANDERSON e SPENCER (1991).

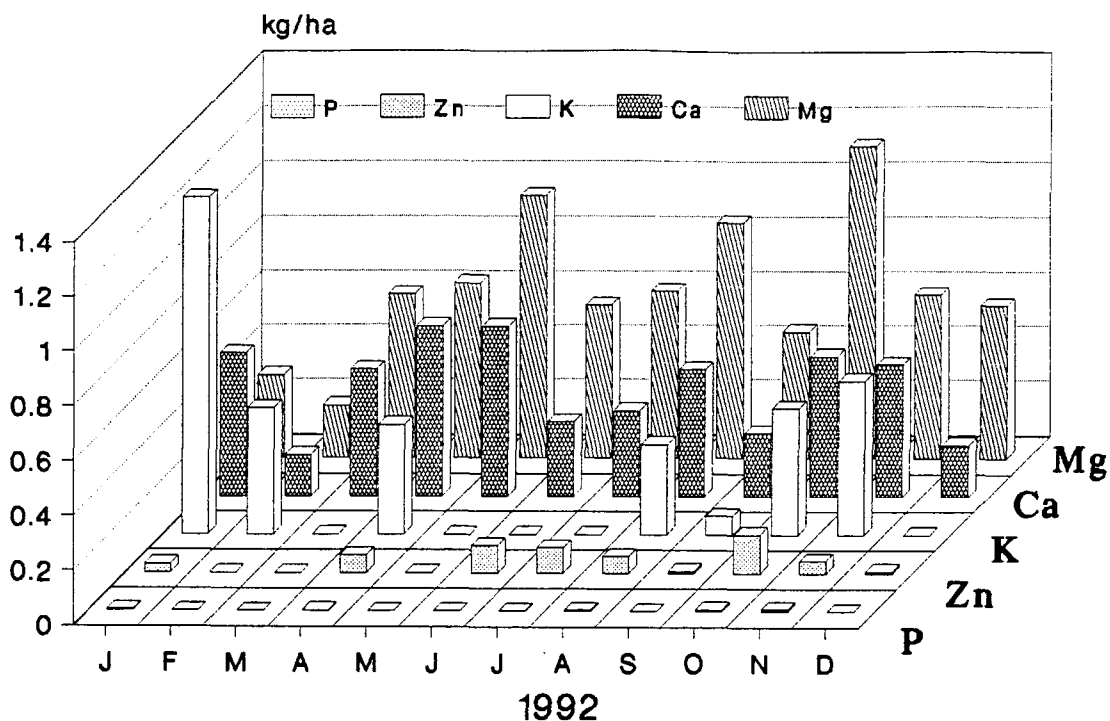


FIGURA 18 - Quantidades de nutrientes em kg/ha, depositados na cobertura vegetal através da precipitação total, conforme Tabela 5 (p.61).

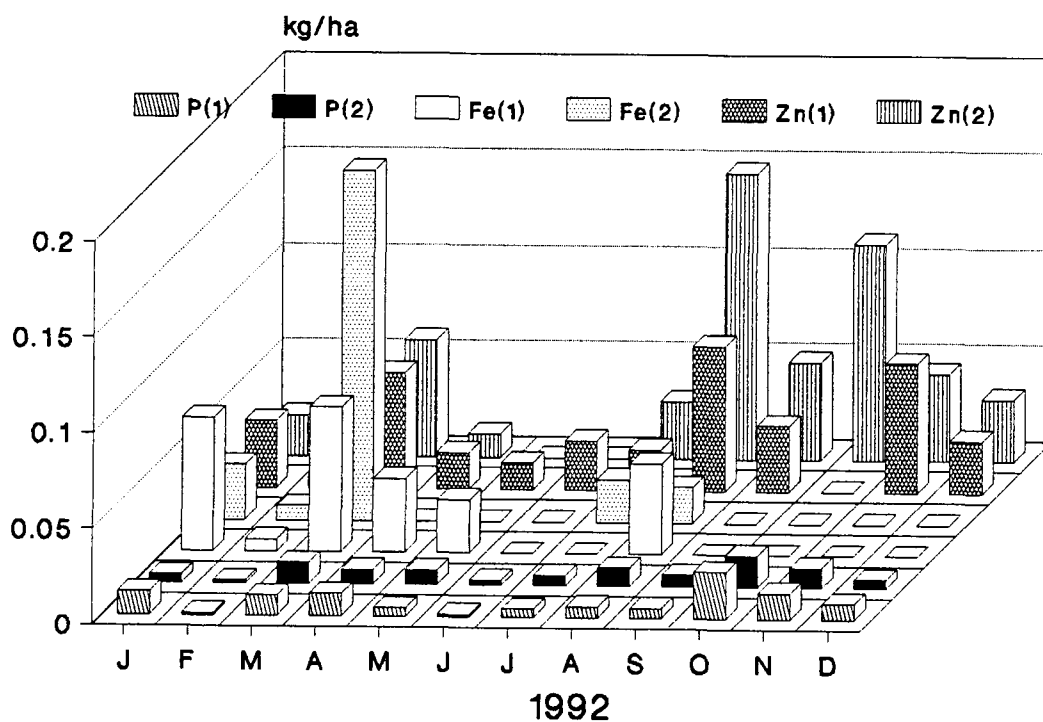


FIGURA 19 - Quantidades de P, Fe e Zn, em kg/ha, depositados no solo florestal da restinga baixa (1) e alta (2), através da precipitação interna, conforme Tabela 5 (p.61).

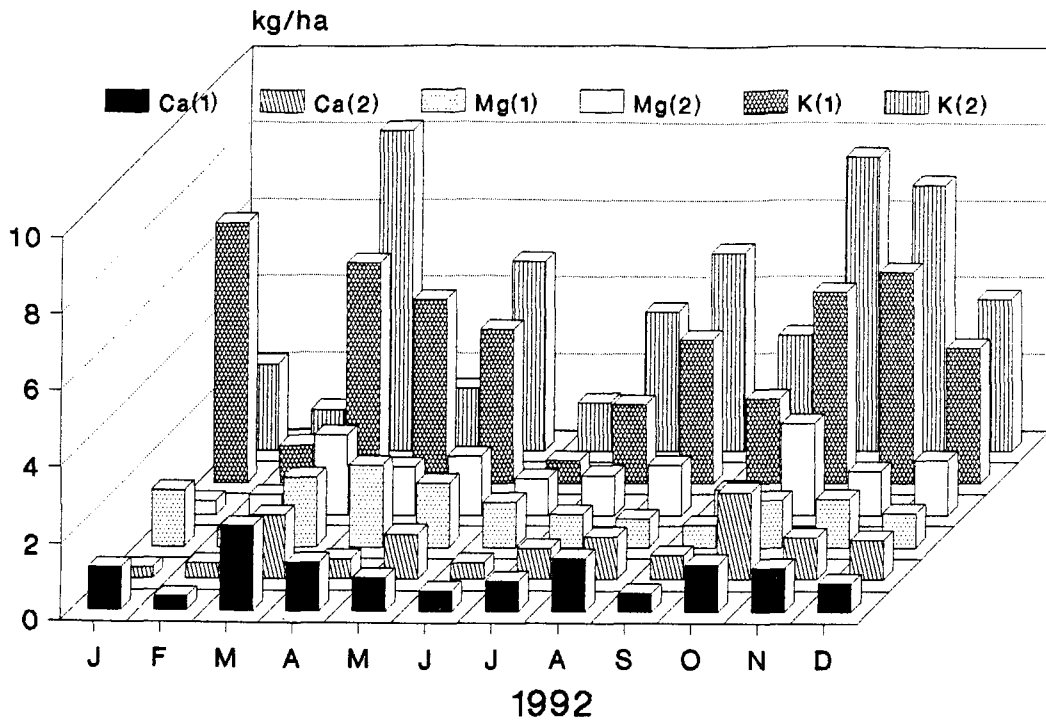


FIGURA 20 - Quantidades de Ca, Mg e K, em kg/ha, depositados no solo florestal da restinga baixa (1) e alta (2), através da precipitação interna, conforme Tabela 5 (p.61).

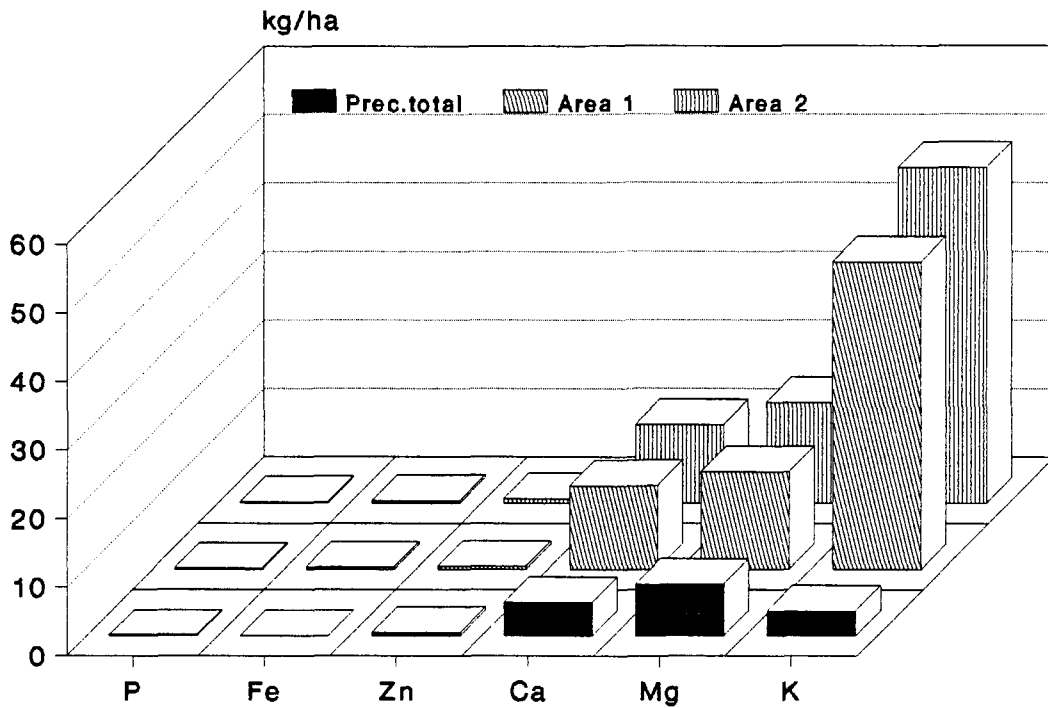


FIGURA 21 - Quantidades totais de nutrientes depositados através da precipitação total no dossel da floresta e precipitação interna nas restinga baixa e alta, para o ano de 1992, conforme Tabela 5 (p.61).

5.4 SERAPILHEIRA

5.4.1 PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA

Os resultados obtidos para a restinga alta encontram-se dentro da faixa prevista por BRAY e GORHAM (1964) de deposição de serapilheira entre 7 e 8 t/ha/ano (latitude de 25°) e BROWN (1980) citado por HAAG *et al.* (1985) de 8,82 t/ha/ano para as florestas pluviais tropicais. A restinga baixa embora com produção menor, situa-se dentro da faixa de variação aceita por estes autores.

Comparando-se os valores de produção de serapilheira deste estudo com outros trabalhos realizados em diversas formações florestais no Brasil condensados na TABELA A36 (p.207), constata-se que a deposição anual para a restinga alta, está dentro dos limites intermediários esperados para estas florestas, situando-se a restinga baixa nos limites inferiores.

Os estudos realizados nas planícies litorâneas são escassos, os existentes apresentam situações ambientais diversas. A restinga estudada por MORAES (1993) na Ilha do Cardoso, apresenta estrutura e composição florística similar, à restinga baixa deste estudo. Na Ilha do Cardoso, a altura da vegetação encontra-se entre 4 e 7 metros, na Ilha do Mel a altura média é de 7 metros variando de 2,3 à 15 metros. Em relação a densidade e área basal, na Ilha do Cardoso, os valores por hectare são respectivamente 8670 indivíduos e 23,25 m² (SUGYIAMA 1993, citado por MORAES 1993), e na Ilha do Mel são respectivamente 2796 indivíduos e 24,07 m² (SILVA *et al.*, 1994). Estes dados referentes a estudos fitossociológicos, diferem na altura da vegetação um pouco mais alta na Ilha do Mel e na densidade da vegetação bem mais alta na Ilha do Cardoso, apresentando área basal por hectare bastante próximas. Comparando-se os dados relativos a produção anual de serapilheira destas duas áreas, estes foram um pouco maiores neste estudo, sendo a produção da fração folhas bem próximas.

No que diz respeito à restinga alta, o estudo realizado na planície litorânea da Juréia (SP) por DELITTI (com. pessoal) citado por MORAES (1993), pode representar ambiente similar a esta área, em virtude das quantidades análogas de deposição de serapilheira.

A maior produção de serapilheira na restinga alta em relação à restinga baixa, está relacionada a diferenças na estrutura da vegetação, onde a primeira, apresenta

vegetação mais alta, indivíduos de maior diâmetro, maior área basal por hectare e a ocorrência de dois estratos bem definidos.

As diferenças estruturais são reflexo das características ambientais principalmente relativas ao binômio solo/lençol freático (itens 5.2 e 5.3, p.110 e 118), que refletem no funcionamento do sistema, proporcionando uma maior produtividade primária líquida para a restinga alta.

O contribuição percentual da fração folhas da serapilheira, 61,5 % e 59,3 % na restinga baixa e alta, respectivamente, está dentro da faixa encontrada na maior parte dos estudos realizados no Brasil, situados entre 55 e 75 %. O mesmo ocorreu com as demais frações da serapilheira.

Não ocorreram diferenças significativas nos percentuais das frações entre as duas formações vegetais, com exceção da fração miscelânea, que obteve um percentual duas vezes maior na restinga alta (FIGURA 22). Analisando o material desta fração, a maior deposição desta na restinga alta, pode estar relacionada à estrutura mais desenvolvida da floresta, que possibilita maior área para estabelecimento de animais e uma maior atividade de herbívoros. Em alguns coletores foram encontrados pedaços de cupinzeiros. Em muitas situações as folhas de *Tapirira guianensis* a espécie que mais depositou folhas nesta área, encontravam-se completamente atacadas por herbívoros, depositando-se nos coletores já bastante danificadas.

Comparando-se a ordenação das espécies na análise fitossociológica (TABELA A08, p.170) e a deposição de folhas por espécie, constatou-se a existência de uma relação entre estes dois parâmetros. Das dez espécies mais importantes na estrutura da floresta (pela ordenação do valor de importância), oito na restinga baixa, e sete na restinga alta, encontram-se também entre as dez de maior deposição de folhas.

Observou-se, que as espécies dos estratos inferiores depositaram menos folhas nas duas áreas, sendo mais representativo na restinga alta, onde existe uma estratificação melhor definida.

Na restinga alta, as espécies do estrato inferior, *Faramea marginata*, *Myrcia racemosa* e *Eugenia sulcata*, encontravam-se respectivamente em 3°, 4°, e 9° lugares, na ordenação pelo valor de importância na análise fitossociológica, e 14°, 13° e 15° na ordenação da deposição de folhas. JANZEN (1980) salientou que espécies do subosque adaptadas à baixa intensidade de luz, substituem suas folhas mais lentamente, desenvolvendo mecanismo de proteção contra herbivoria, ação mecânica e acúmulo de epífilas. O mesmo padrão foi encontrado para as espécies do estrato inferior em floresta com Araucária (SPVS,1991).

5.4.2 VARIAÇÃO ESTACIONAL DA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA

A maior deposição total de serapilheira ocorreu na mesma época nas duas formações deste estudo, em dezembro para o primeiro ano e novembro para o segundo ano, no início da estação úmida. Isto indica que as diferenças florísticas, estruturais, e edáficas existentes entre as duas áreas não interferiram no padrão sazonal de queda de serapilheira. Embora pela análise de variância (TABELA A13, p.175), as médias mensais de deposição total de serapilheira entre as duas áreas apresentassem diferença estatisticamente significativa para o segundo ano, observa-se pela FIGURA 23, que ocorre um padrão semelhante de deposição para os dois anos. O mesmo ocorreu com as demais frações da serapilheira, ilustrado na FIGURA 24.

As diferenças sazonais entre os anos amostrados estão relacionadas a fatores climáticos. A deposição sazonal de serapilheira total, e conseqüentemente da fração folhas, apresentou correlação com a temperatura (TABELA A11, p.174). Isto sugere a possibilidade de ocorrer uma relação entre diminuição do fotoperíodo e da temperatura com a queda de folhas (MORELLATO-FONZAR, 1987; MATTHES, 1980).

A mesma correlação ocorreu com a fração miscelânea e flores/frutos, a primeira por acompanhar a deposição da serapilheira total, e a segunda porque tanto o surgimento de flores como o amadurecimento dos frutos e sua queda, podem estar relacionados à temperatura (MORELLATO-FONZAR, 1987). Por outro lado os trabalhos de PAGANO (1985), CEZAR (1988) e SANTOS (1989), não apresentaram significância estatística na correlação entre os fatores climáticos e a queda de serapilheira. Já, FASBENDER & GRIMM (1981) e KOEHLER (1989) encontraram correlação entre umidade relativa e peso de serapilheira produzida.

A queda da fração galhos, não apresentou correlação com os fatores climáticos, embora não tenham sido correlacionados com medições de velocidade de ventos e ocorrência de tempestades, fatores estes possivelmente importantes na queda desta fração. GOSZ *et al.* (1972), indicaram como fator de grande importância na deposição da serapilheira a ocorrência de tempestades.

Outra variável importante no sistema que não apresentou correlação com a deposição de serapilheira, foi a precipitação. OLIVEIRA & LACERDA (1993) correlacionaram a deposição da fração folhas com precipitação e água presente no solo, não encontraram coeficientes significativos. Estes autores explicam que considerando a irregularidade anual de precipitação e os picos de alta intensidade de chuvas, na formação

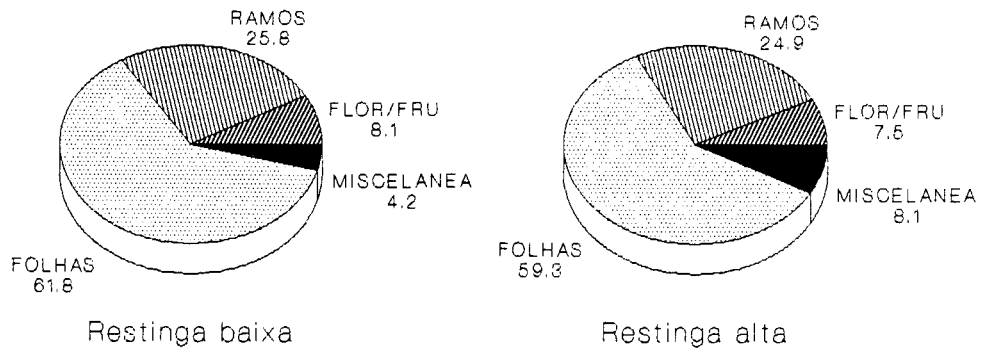


FIGURA 22 - Percentuais médios das frações da serapilheira nas duas áreas de amostragem.

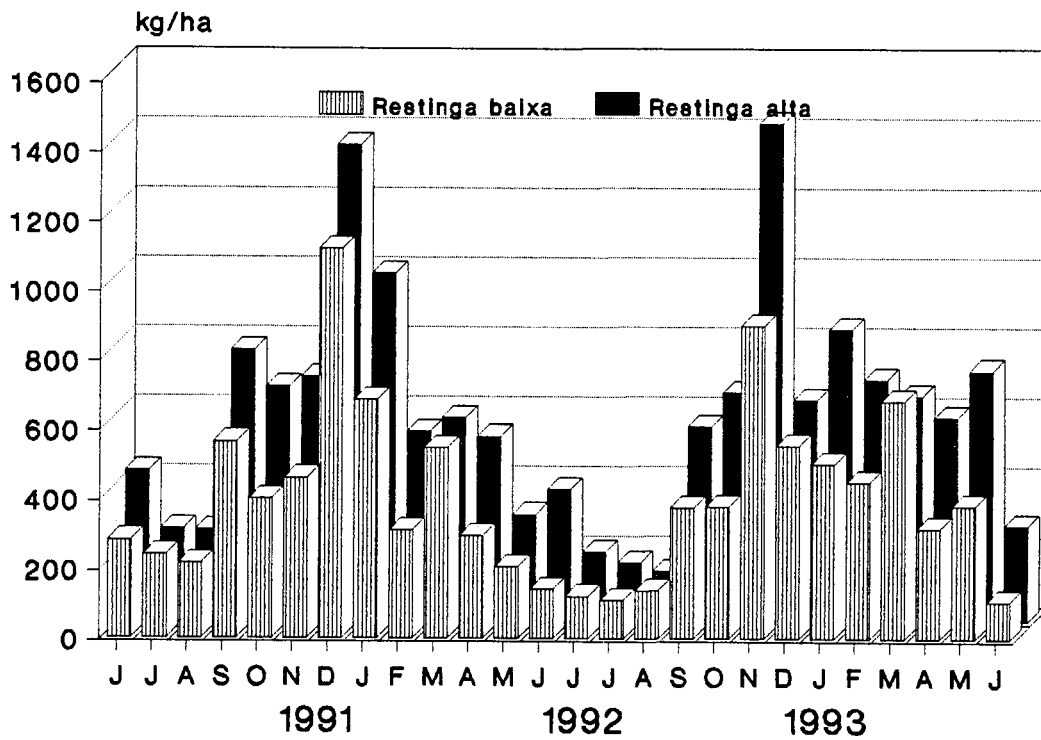
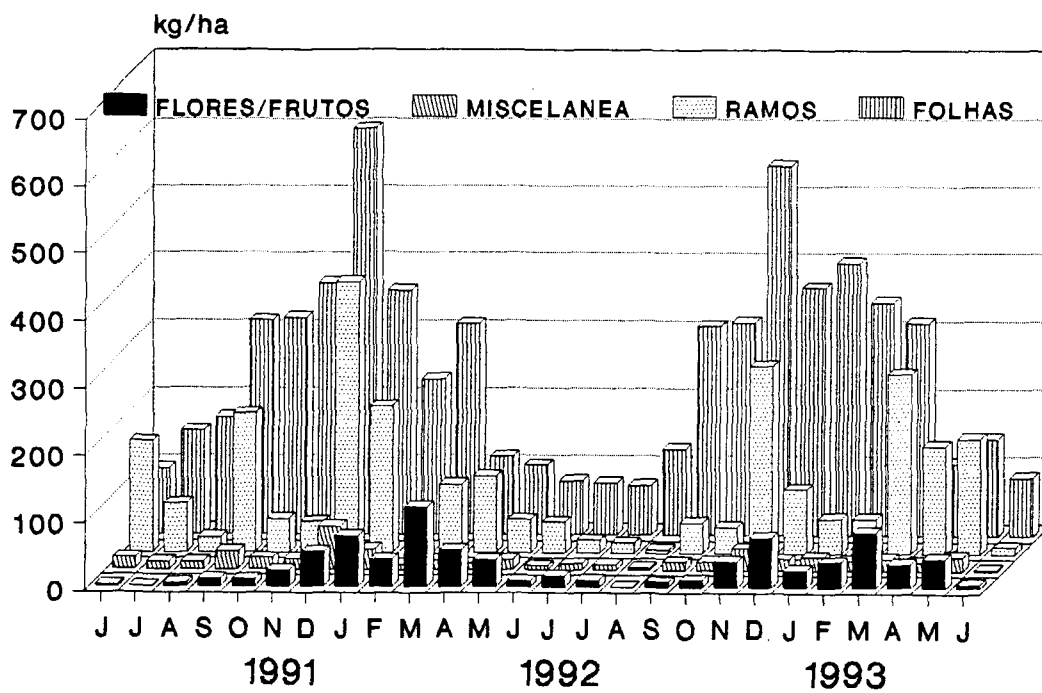


FIGURA 23 - Deposição sazonal de serapilheira, em kg/ha, no período de 2 anos, nas duas áreas de amostragem, conforme Tabela 6 (p.63).

Restinga baixa



Restinga alta

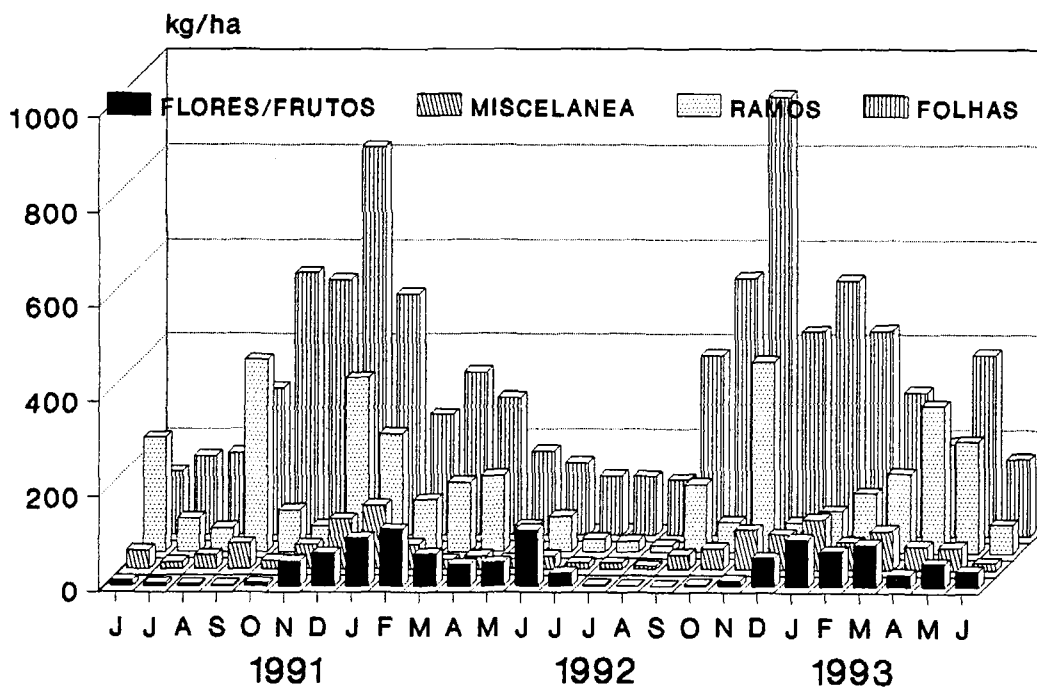


FIGURA 24 - Deposição mensal das frações da serapilheira, em kg/ha, nas duas áreas amostradas, conforme Tabelas 7,8,9,10 (p.64-69).*

por eles estudada, impossibilitaram o estabelecimento de uma relação efetiva de causa e efeito entre estas variáveis.

JACKSON (1978), DELITTI (1992) e MORAES (1993) salientaram que o pico de deposição de serapilheira na floresta atlântica e em matas de restinga, ocorre no início do período de máxima precipitação, indicando uma estratégia de renovação de folhas e uma atividade biológica mais intensa, simultânea à queda de serapilheira, aproveitando o período de maior disponibilidade de água e radiação.

O aumento na necessidade de nutrientes das plantas neste período, implica que os mesmos estejam disponíveis em um curto espaço de tempo, simultaneamente à queda de folhas.

O aumento na umidade no solo, da temperatura e da quantidade de serapilheira no início do verão, incrementa a atividade dos organismos do solo e conseqüentemente aumenta a velocidade de decomposição e a disponibilidade de nutrientes (MAIA, 1983).

Nas duas áreas estudadas o comportamento sazonal na deposição foliar por espécie (FIGURAS 8 e 9, p.72 e 74), apresentou padrões individuais diferenciados, embora a maior parte das espécies tenha perdido suas folhas com maior intensidade, na faixa compreendida entre os meses de outubro e janeiro, correspondente a época de maior deposição de folhas na análise geral da formação.

Na restinga alta os picos de queda de folhas por espécie, apresentaram-se mais próximos a deposição geral da fração folhas. Na restinga baixa ocorreu uma maior descontinuidade, onde algumas espécies não apresentaram um padrão bem definido de deposição e outras divergiram nos picos de queda de ano para ano. Esta descontinuidade, pode estar relacionada à maior suscetibilidade das espécies em relação à disponibilidade de água, diferindo para cada uma a capacidade de suportar a deficiência hídrica.

Em síntese, os aspectos regionais e circunstanciais (temperatura, precipitação, vento e outros) e a característica da espécie, interagem no sentido da definição do padrão de queda da serapilheira.

5.4.3 CONCENTRAÇÕES E TRANSFERÊNCIA DE NUTRIENTES AO SOLO FLORESTAL

As duas áreas estudadas apresentaram comportamento semelhante em relação aos teores de macronutrientes nas frações da serapilheira, como pode ser observado na FIGURA 25 .

As maiores concentrações de N foram encontradas na fração miscelânea, devido a participação de material proveniente de restos e fezes de animais.

O P e K, apresentaram as maiores concentrações na fração flores/frutos, o primeiro por integrar a fitina, que acumula-se nas sementes e frutos (MENGEL & KIRKBY, 1987) e o segundo, por participar no metabolismo dos meristemas em crescimento e na ativação de enzimas, portanto acumulando-se em tecidos jovens de metabolismo intenso, de processos metabólicos que ocorrem nas flores e nos frutos.

O Ca, acumula-se nas folhas mais velhas das plantas e nos tecidos lenhosos; por sua baixa mobilidade ele não é redistribuído quando da abscisão foliar, justificando suas altas concentrações nas frações folhas e ramos. O Mg apresenta maiores teores nas folhas, devido a sua ocorrência no centro da estrutura molecular da clorofila, além de sua participação no metabolismo basal (LARCHER 1986).

Na seqüência decrescente de concentrações de macronutrientes da fração folhas, o N apresentou as maiores concentrações, seguido do Ca, K, Mg e P. Esta é uma tendência comum nos ecossistemas tropicais onde o N ocorre em maiores concentrações na fração folhas na maior parte dos trabalhos, sendo em alguns casos superado pelo Ca, elemento que geralmente apresenta a segunda maior concentração. Este aspecto é compreensível, uma vez que o N é um elemento altamente redistribuído e o Ca acumulado nos tecidos mais velhos, como consequência de sua absorção ser altamente influenciada pelo fluxo de massa. O K e Mg se alternam nos diferentes locais, ora sendo terceiro ora sendo o quarto em concentração, e o P sempre apresenta as menores concentrações.

Os valores encontrados para os macronutrientes da fração folhas neste estudo, estão dentro dos teores médios encontrados na literatura para as florestas tropicais, que estão em uma faixa de 0,5 a 3,0 para o N, 0,02 à 0,41 para o P, 0,16 à 1,00 para o K, 0,22 à 3,10 para o Ca, e 0,20 a 0,54 para o Mg (valores em g/100g M.S.), com exceção do N e P, que encontram-se dentro de uma faixa inferior de concentração.

JORDAN (1985) afirmou que embora as florestas tropicais tendem a ter concentrações mais altas de N e P no sistema, os ecossistemas oligotróficos apresentam teores menores destes elementos. Este autor, definiu vários parâmetros para designar um gradiente de oligotrófico para eutrófico de quatro formações distintas de estudos realizados por, PROCTOR *et al.* (1983 a,b) e ANDERSON *et al.* (1983) no Gunung Mulu National Park, Sarawak. Designando como característicos dos sistemas oligotróficos, as florestas terem altas relações entre biomassa e quantidades de N e P foliar, quantidades maiores N total no solo, menores quantidades de Ca trocável no solo, diminuindo o pH e a disponibilidade de P. Na vegetação de restinga da Ilha do Cardoso estudada por MORAES (1993), os teores de P e N, foram próximos aos obtidos para a restinga baixa, indicando uma similaridade na ciclagem destes elementos entre as duas fitocenoses.

A concentração de macronutrientes nas duas áreas estudadas, não apresentou diferenças significativas, com exceção do N e P, maiores na restinga alta (FIGURA 25 a 29). Os teores maiores destes elementos nesta área e conseqüente acúmulo na fitomassa, possivelmente está relacionado à maior produção de serapilheira, menor insolação e maior umidade no piso florestal, condições que propiciam uma maior atividade microbiana. As altas temperaturas e índices pluviométricos proporcionam nos trópicos uma alta atividade biológica, ocasionando altas taxas de produção e consumo de nutrientes e altas taxas de decomposição do material orgânico; concomitantemente, os solos também apresentam taxas elevadas de lixiviação e imtemperização das rochas (JORDAN, 1985; DALE JONHSON *et al.*, 1975). A entrada do N no sistema é proveniente de duas fontes, a primeira através da água das chuvas (amônia, óxidos de nitrogênio), e a segunda e mais importante, a fixação de nitrogênio por microorganismos de vida livre e simbiótica. As perdas deste elemento pela lixiviação são pequenas, se a vegetação e o solo não forem perturbados. O N retirado do solo pelas plantas é incorporado a fitomassa, e mais tarde é devolvido ao solo (LARCHER, 1986). Com o desenvolvimento da vegetação e o conseqüente aumento de biomassa, ocorre a acumulação de N, aumentando as quantidades deste elemento no sistema (BORMANN & LIKENS, 1981).

Da mesma forma que o N, o P é armazenado e reciclado na biomassa vegetal. A principal fonte de entrada de P na ciclagem de nutrientes, é através da imtemperização do material de origem do solo, sendo a entrada via água de chuva muito pequena. Como não foi constatado P no material de origem dos solos na área estudada, provavelmente parte do P encontrado no solo é de origem marinha, oriundo de carapaças de animais. Desta forma, as micorrizas desempenham um papel importante na absorção do P através do aumento na disponibilidade deste elemento para as plantas (BOLAN, 1991). MEIJER (com. pessoal), salientou a maior ocorrência destes fungos na restinga alta.

Em relação as variações sazonais nos teores de macronutrientes das frações da serapilheira (FIGURAS 26 à 29), apenas o K e o N apresentaram algum indício de sazonalidade, indicando um aumento nos teores no início da estação úmida, provavelmente devido a intensa atividade fisiológica das plantas neste período. As variações sazonais no teor de K, foram constatadas também por CESAR (1993), LEITÃO FILHO *et al.* (1993), PAGANO (1985; 1989), BRASSELL *et al.* (1980), SILVA (1984), SCOTT *et al.* (1992) e DOMINGOS *et al.* (1990). Os autores indicam como principal fator desta variação a lavagem deste nutriente pelas precipitações. Já as variações sazonais do N são menos freqüentes, tendo sido constatadas apenas por CEZAR (1993) e PAGANO (1985).

MORAES (1993) não encontrou variação sazonal para os macronutrientes na restinga da Ilha do Cardoso.

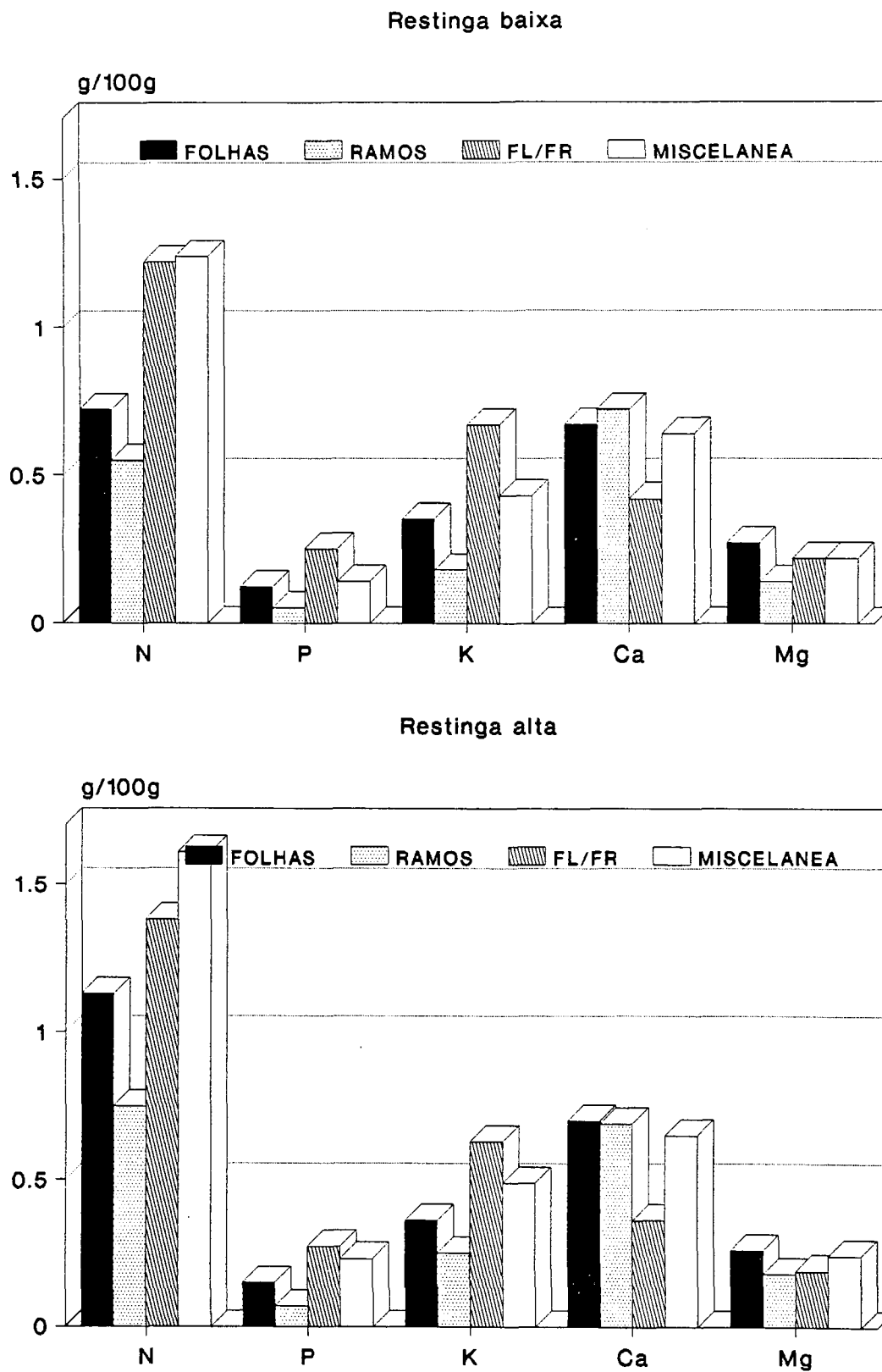


FIGURA 25 - Teores médios de nutrientes, em g/100g M.S., nas frações da serapilheira nas duas áreas amostradas.

FOLHAS

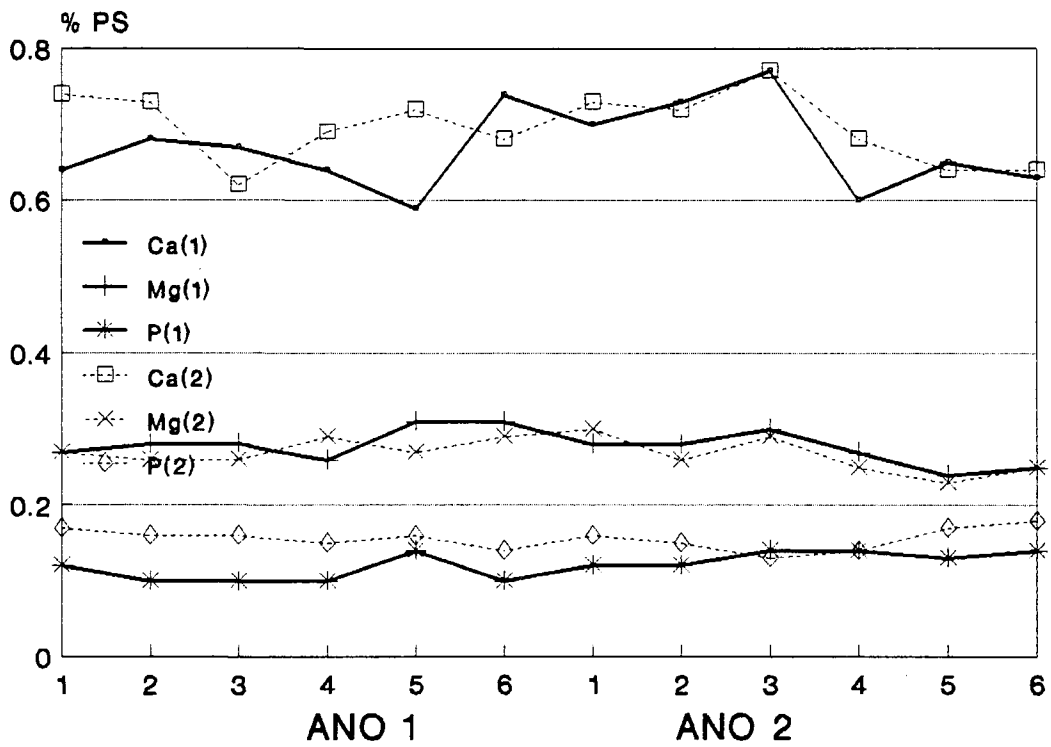
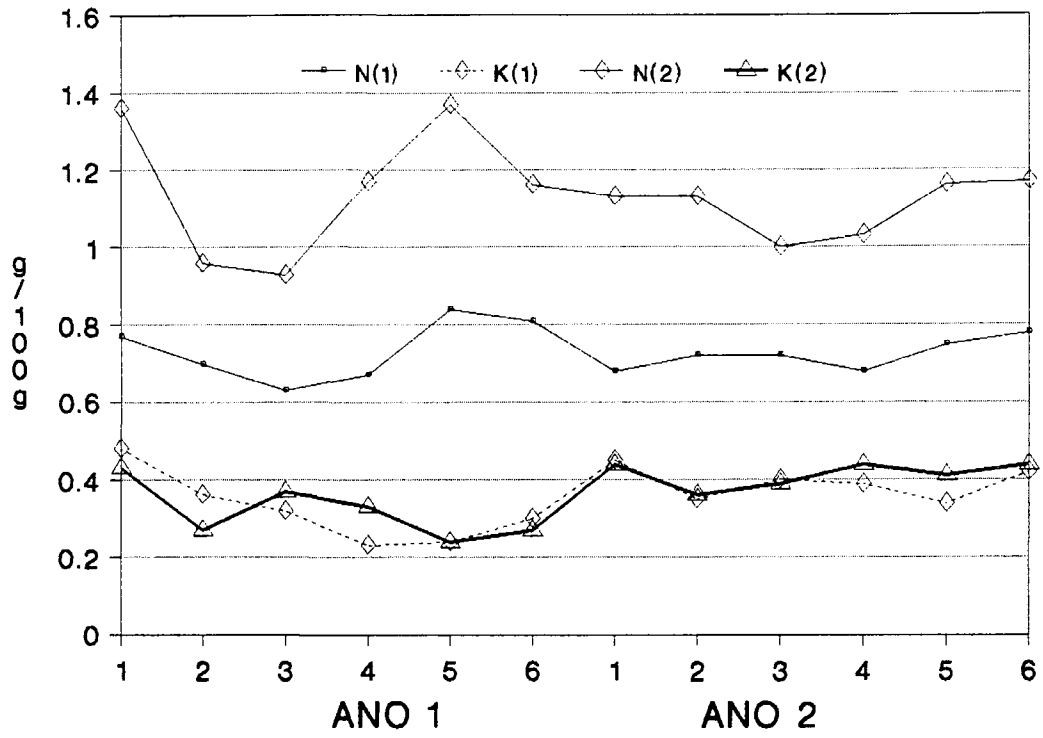


FIGURA 26 - Variação bimestral dos teores de macronutrientes, em g/100g M.S., da fração folhas, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme TABELA A14 (p.176).

RAMOS

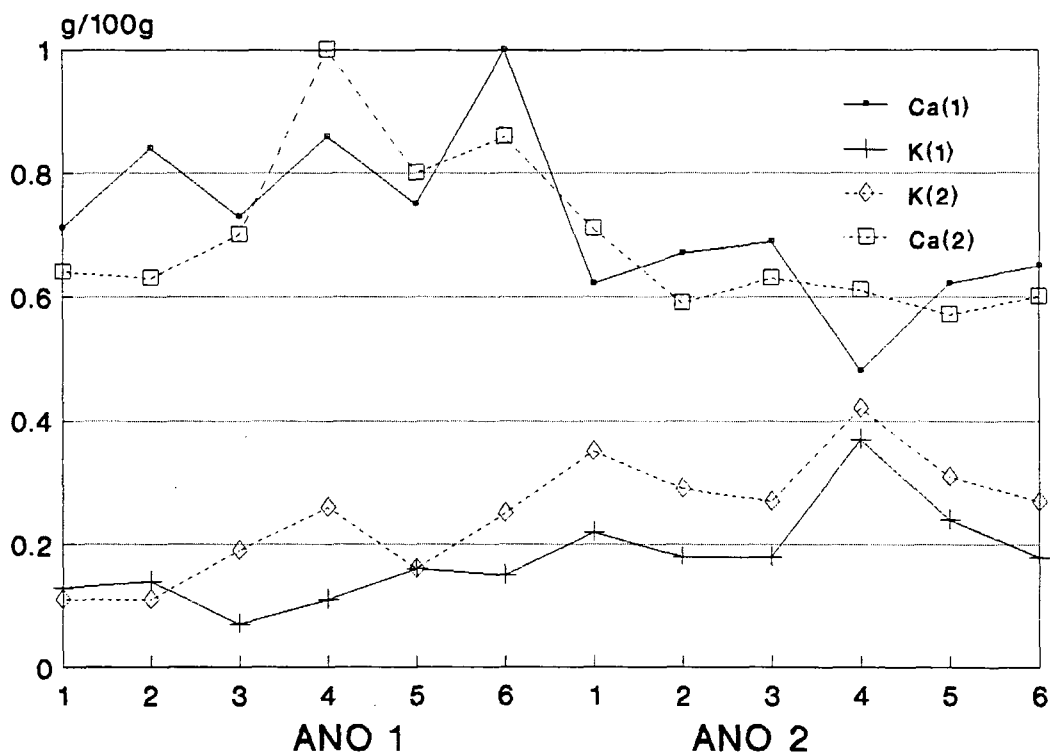
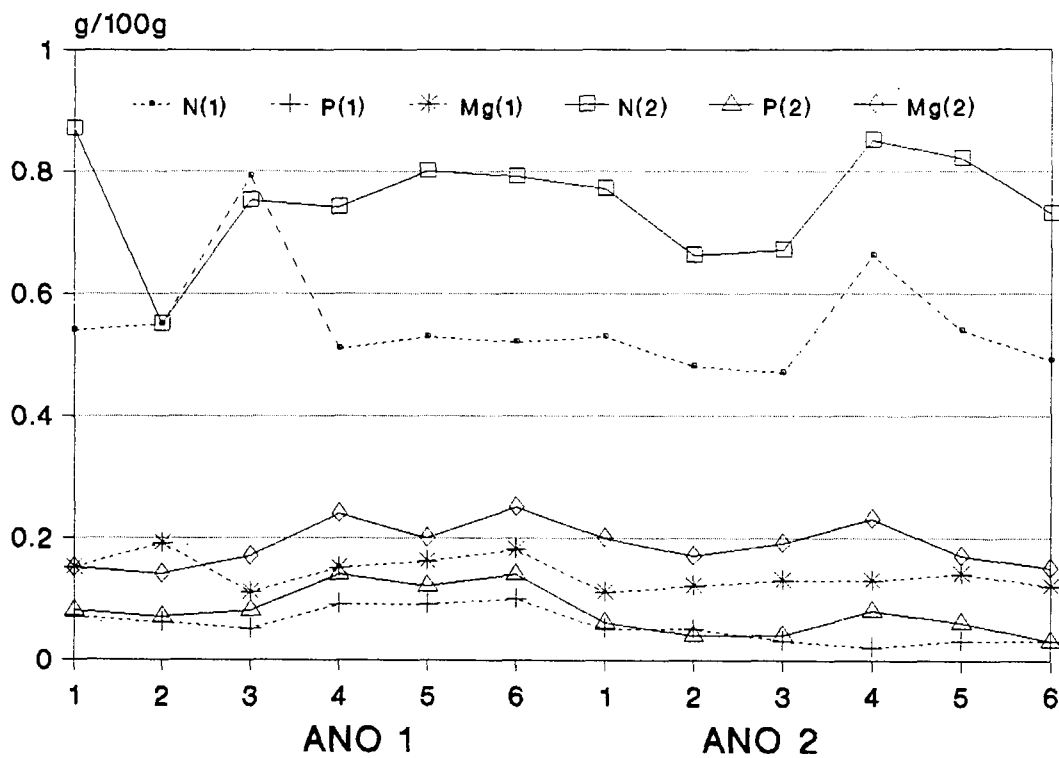


FIGURA 27 - Variação bimestral dos teores de macronutrientes, em g/100g M.S., da fração ramos, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme TABELA A15 (p.178).

FLORES/FRUTOS

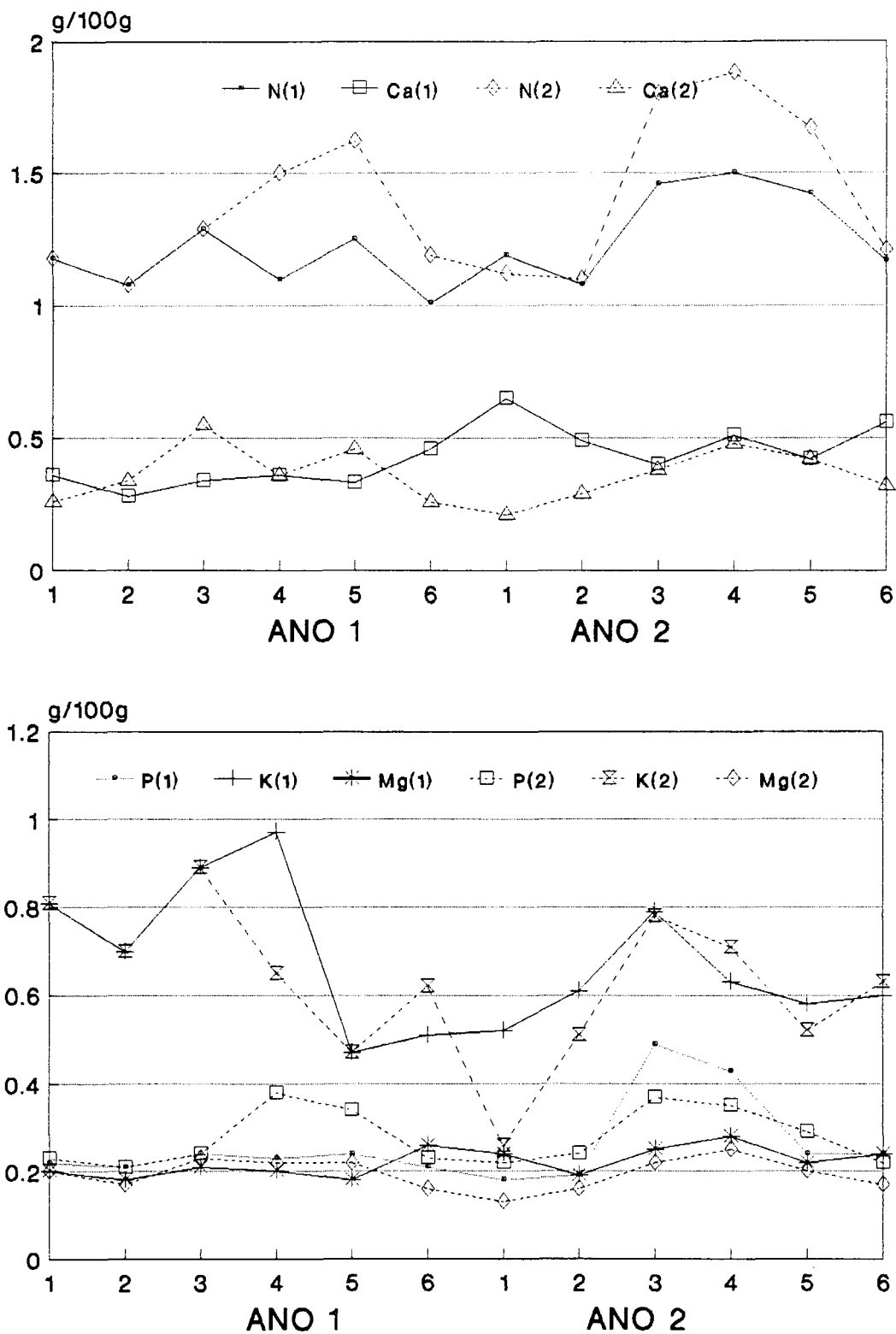


FIGURA 28 - Variação bimestral dos teores de macronutrientes, em g/100g M.S., da fração flores/frutos, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme TABELA A16 (p.180).

MISCELANEA

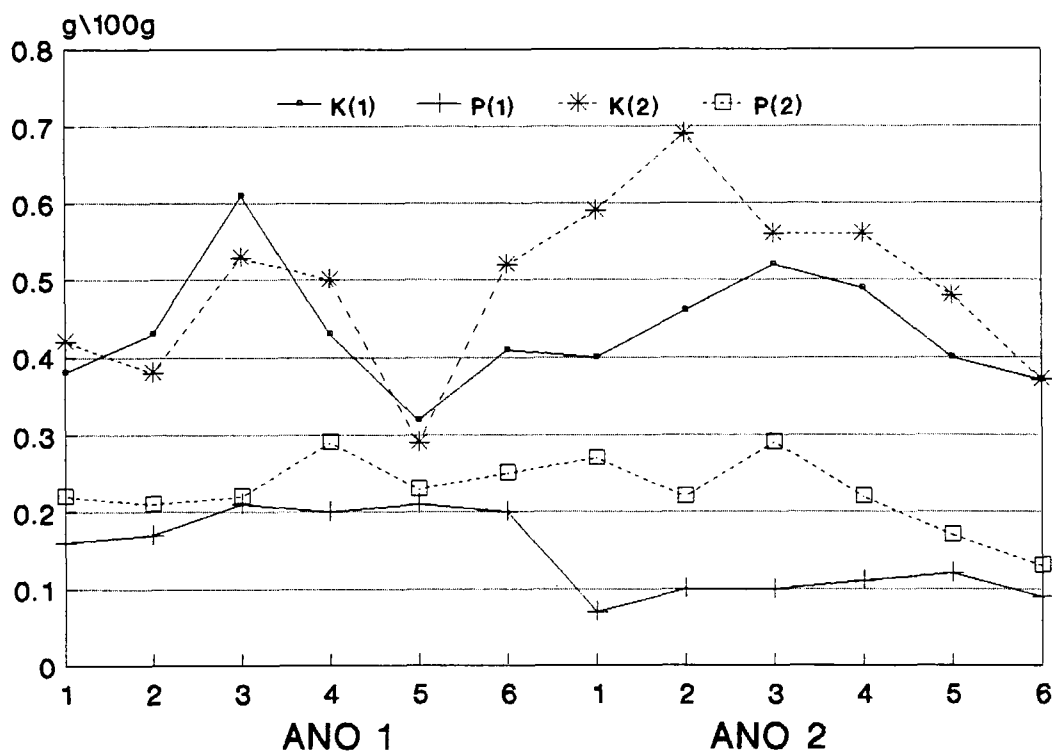
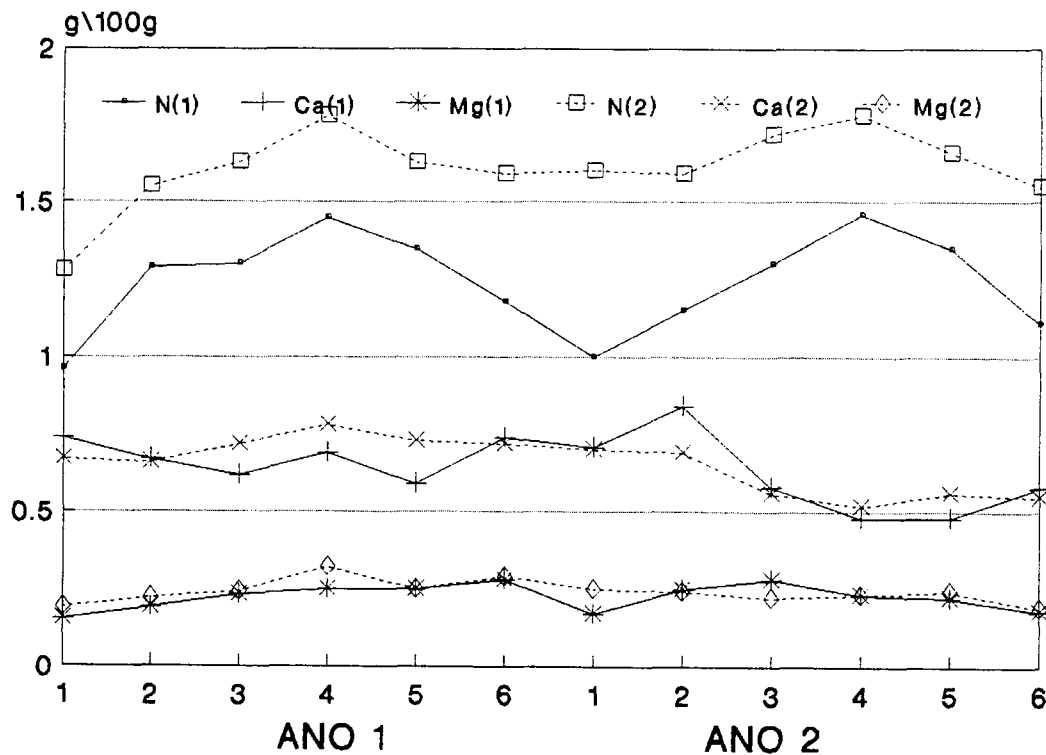


FIGURA 29 - Variação bimestral dos teores de macronutrientes, em g/100g M.S., da fração miscelânea, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme TABELA A17 (p.182).

Dados referentes à concentração dos micronutrientes em ecossistemas tropicais são escassos (TABELA A37, p.209). Os teores de micronutrientes são mais variáveis que as dos macronutrientes, variando tanto de local para local como em relação as diversas frações da serapilheira. Na FIGURA 30 são mostrados os teores de micronutrientes nas frações da serapilheira, referente a média dos dois anos amostrais.

As concentrações de ferro analisadas neste estudo, apresentam teores abaixo dos constatados em outras fitocenoses, embora mais próximos aos valores obtidos em vegetação similar na Ilha do Cardoso (MORAES, 1993). Este elemento caracteriza-se por ter pouca mobilidade na planta, acumulando-se nos tecidos lenhosos, e apresentando concentrações mais elevadas na fração ramos em relação à fração folhas. A fração miscelânea apresenta os maiores teores, provavelmente relacionado ao material de origem animal contido nesta fração.

Os elementos Cu, Mn e Zn, estão dentro da faixa inferior em relação aos teores encontrados por outros estudos. Estes elementos apresentam concentrações mais elevadas na fração ramos em relação a fração folhas, estando também relacionado a baixa mobilidade dos mesmos.

Os teores de B apresentam valores próximos aos encontrados em outras florestas tropicais, provavelmente não sendo limitante neste sistema devido a sua presença na turmalina que faz parte do material formador dos solos da área estudada.

As FIGURAS 31 a 34, ilustram a variação sazonal dos teores de micronutrientes, Al e Si nas frações da serapilheira e a comparação dos teores entre as áreas. De forma geral os micronutrientes são bastante variáveis em seus teores nos bimestres, não apresentando um padrão sazonal definido. PAGANO (1989) encontrou diferenças significativas entre médias mensais para todos os micronutrientes e Al, com exceção do B. CEZAR (1993) encontrou variação considerável durante os meses, com exceção do Zn e do Cu. DOMINGOS *et al.* (1990) encontraram diferenças nos teores de Mn e B entre estações.

Padrões de sazonalidade de nutrientes são de difícil entendimento, pois vários fatores podem influenciar os teores contidos nas frações da serapilheira, tais como: diferentes concentrações tanto para as espécies quanto para os indivíduos do material que à compõe, diferentes períodos de deposição, local da árvore de onde é proveniente o material (posição na copa), lavagem das folhas, entre outros.

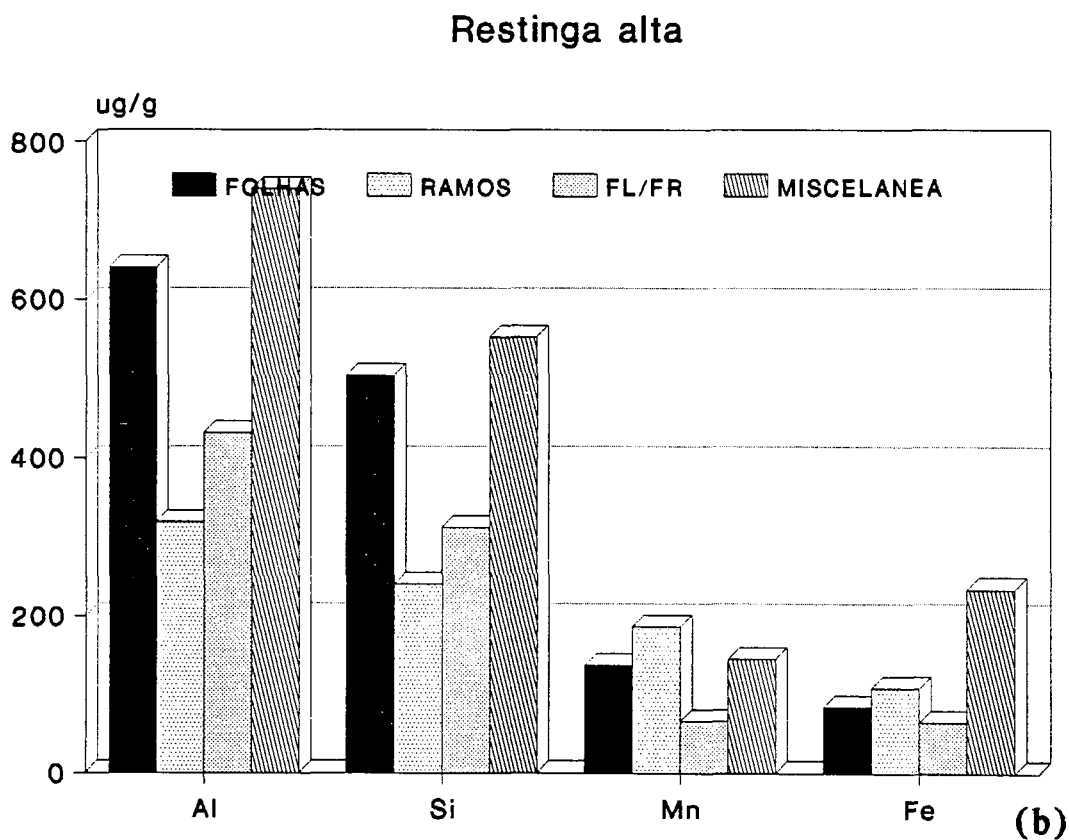
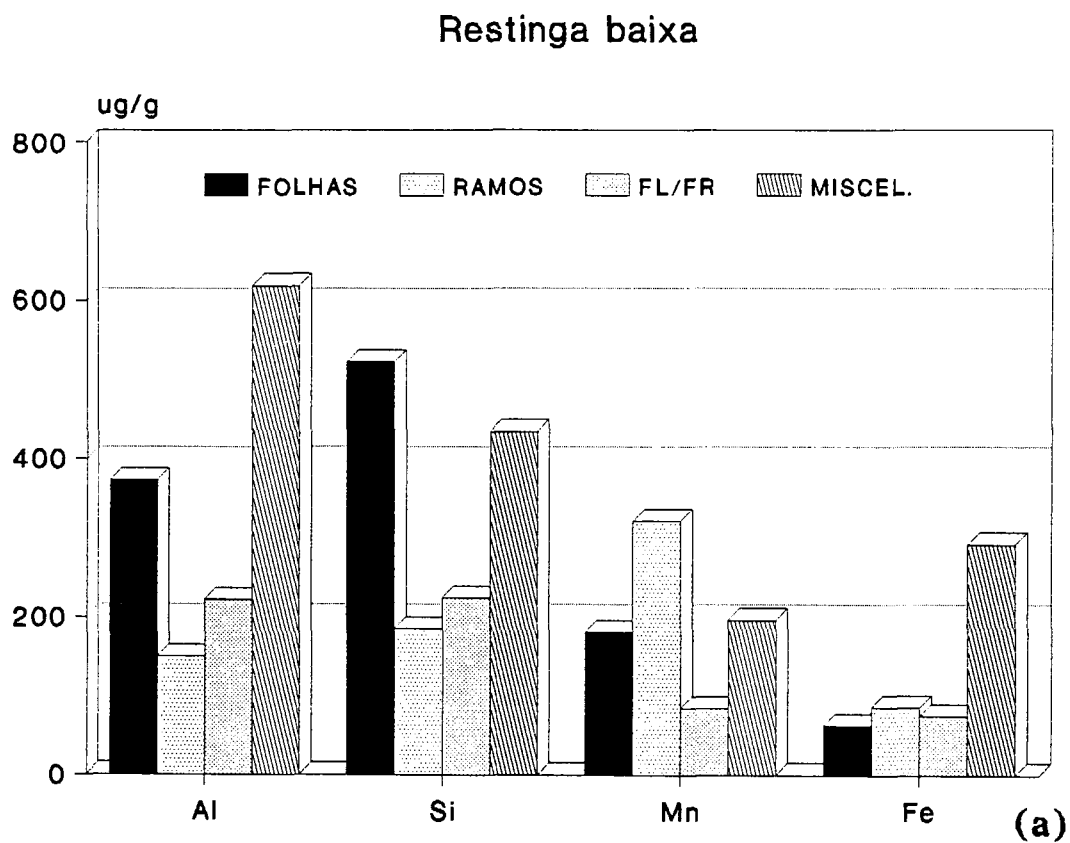
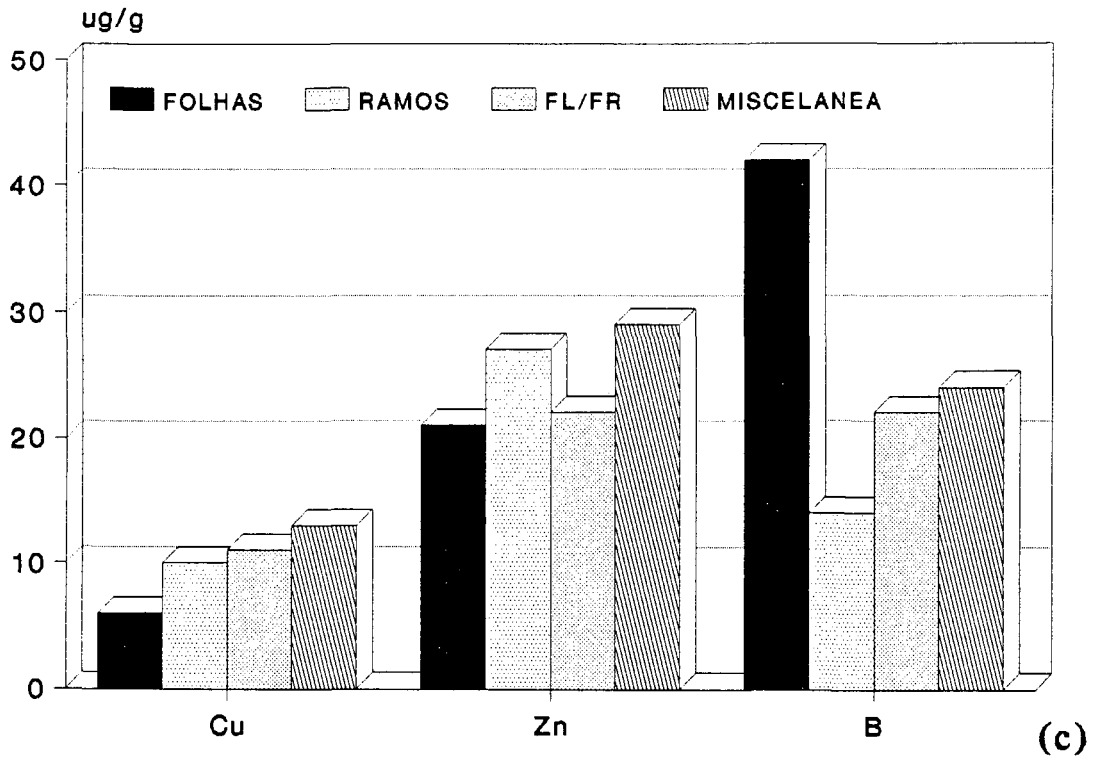


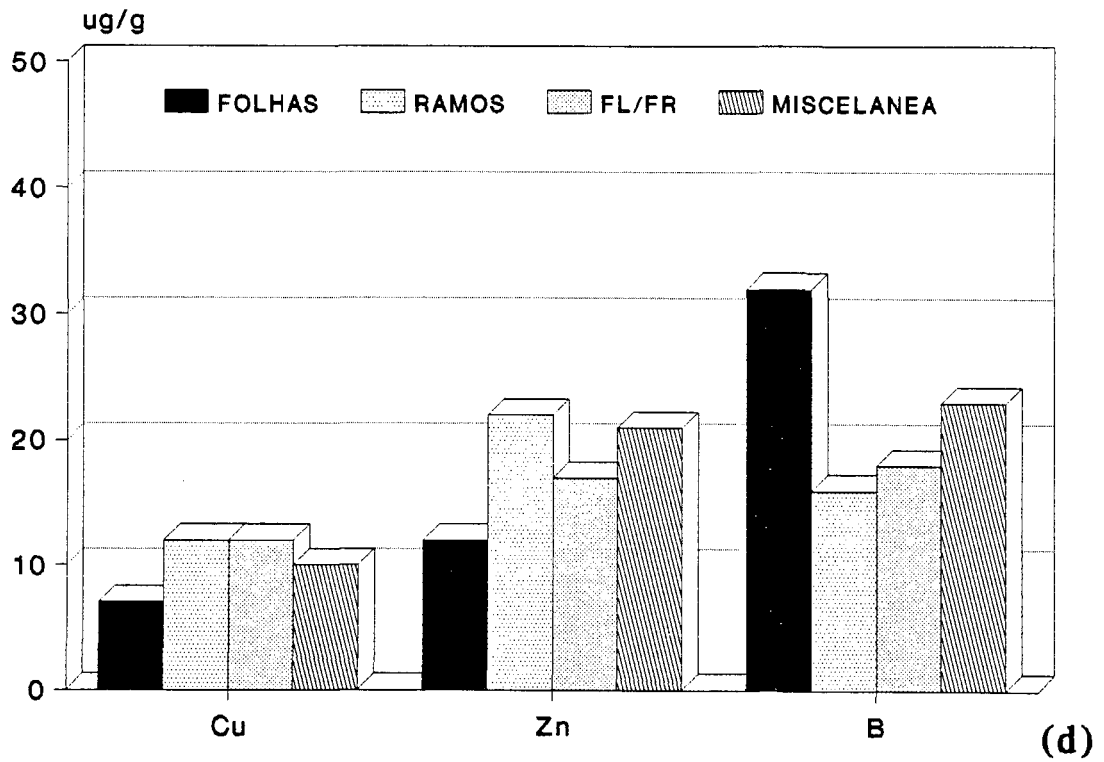
FIGURA 30 (a,b,c e d) - Teores médios de micronutrientes, Al e Si, em ug/g M.S., nas frações da serapilheira nas duas áreas amostradas.

FIGURA 30 - Continuação

Restinga baixa



Restinga alta



FOLHAS

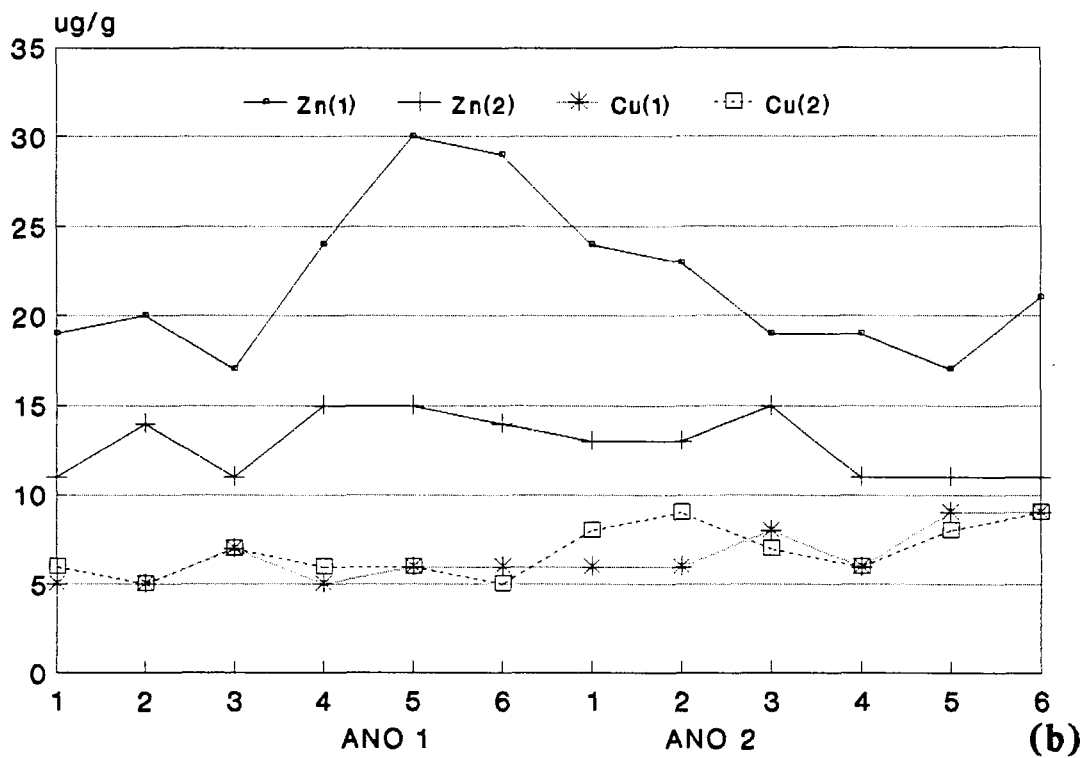
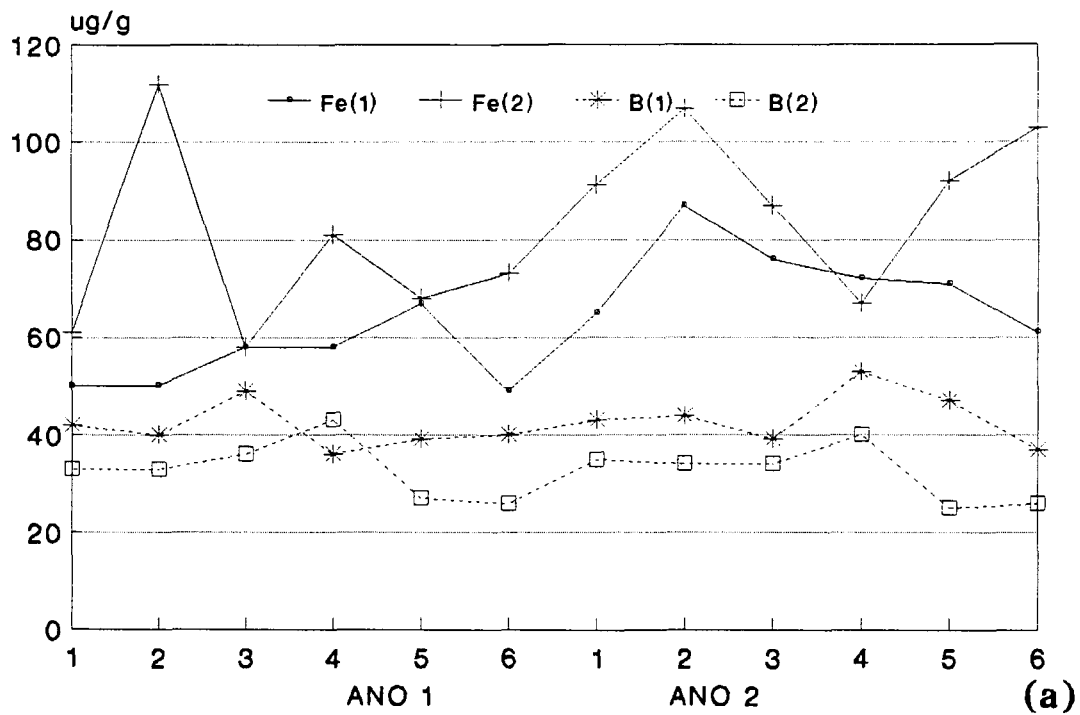
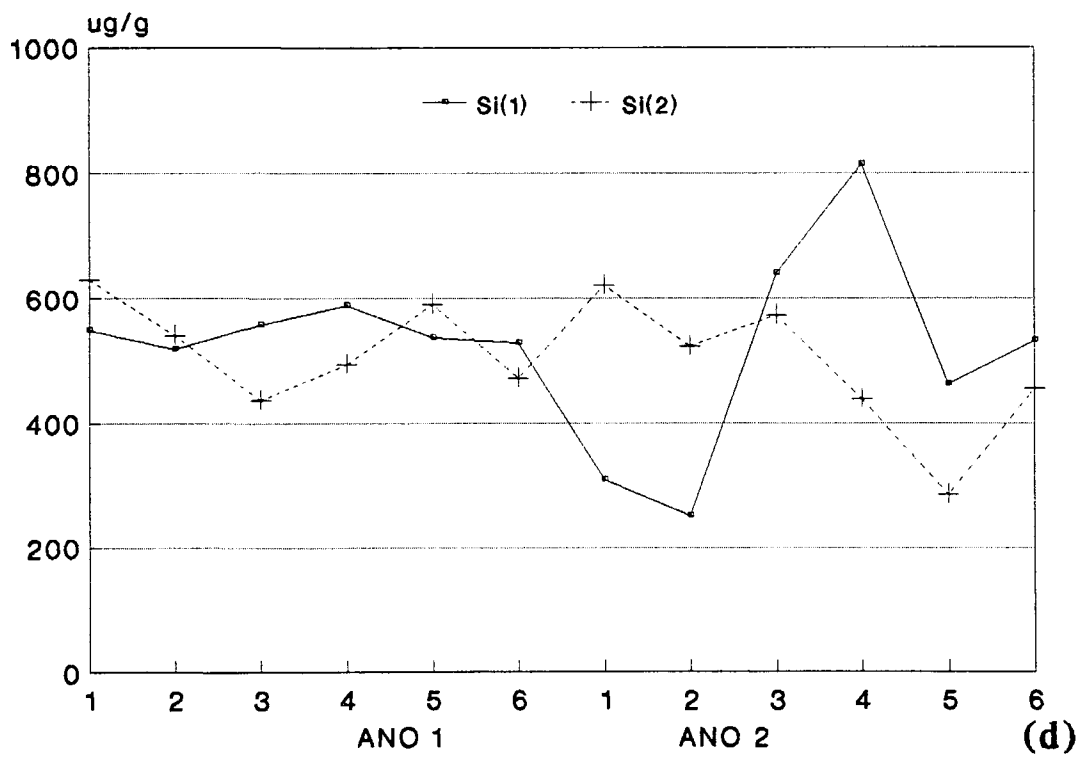
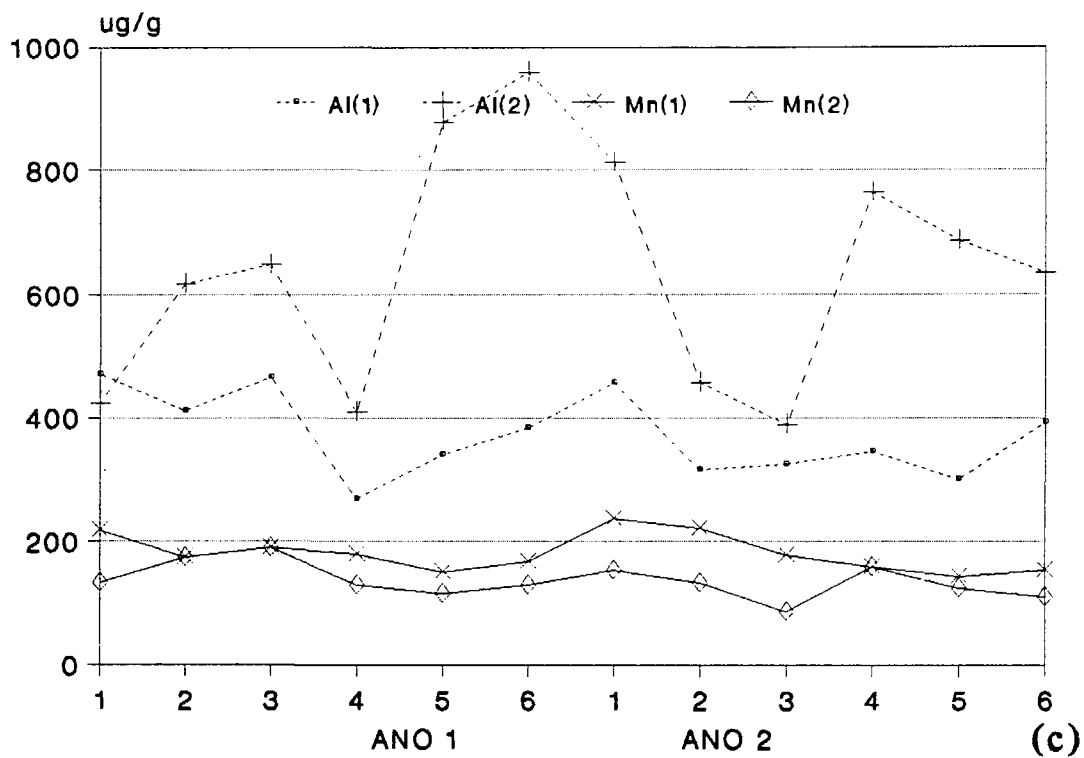


FIGURA 31 (a,b,c e d) - Variação bimestral dos teores de micronutrientes, Al e Si, em ug/g M.S., da fração folhas, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme a TABELA A19 (p.185).

FIGURA 31 - Continuação



RAMOS

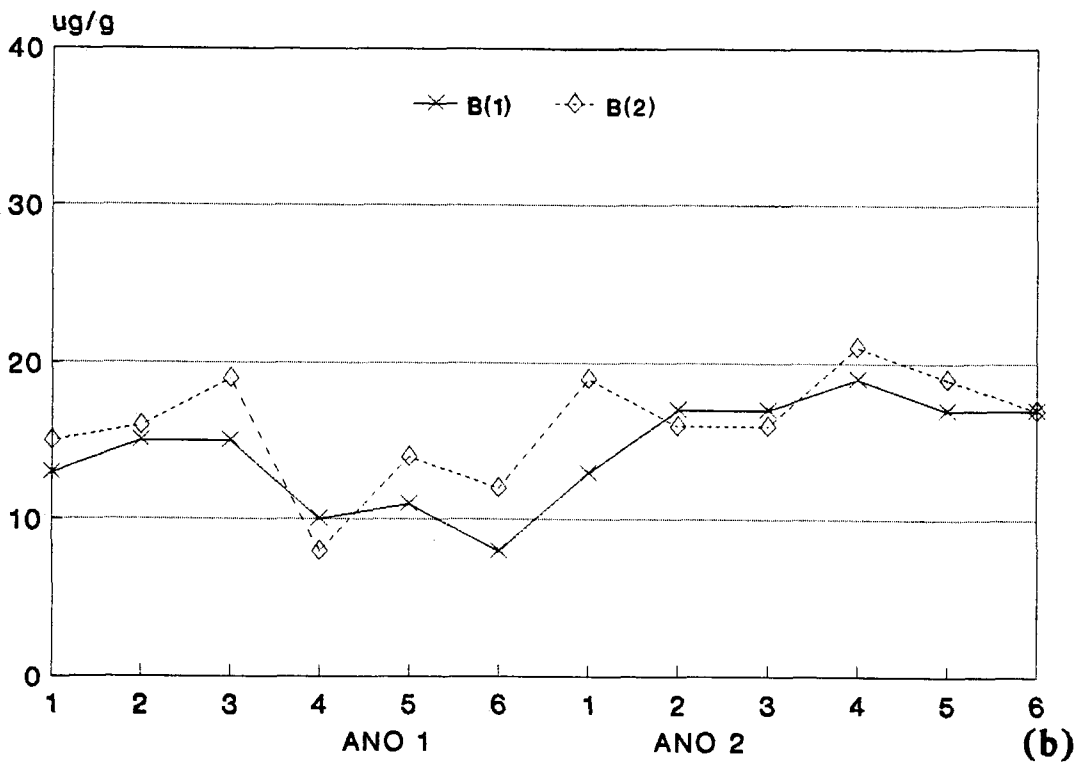
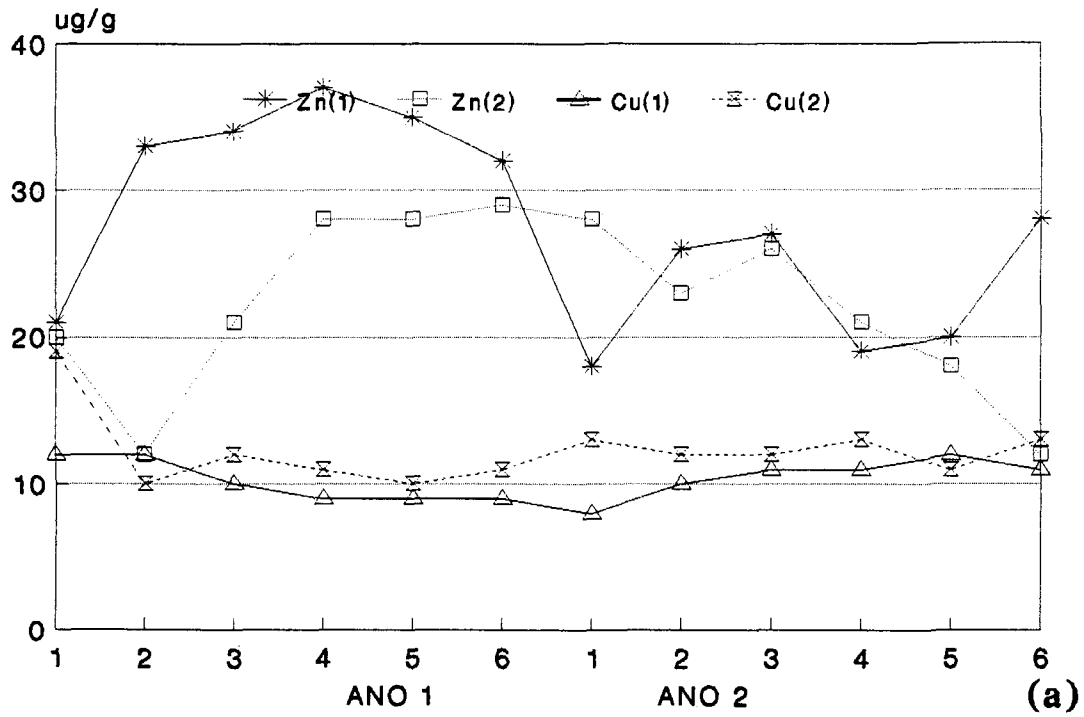
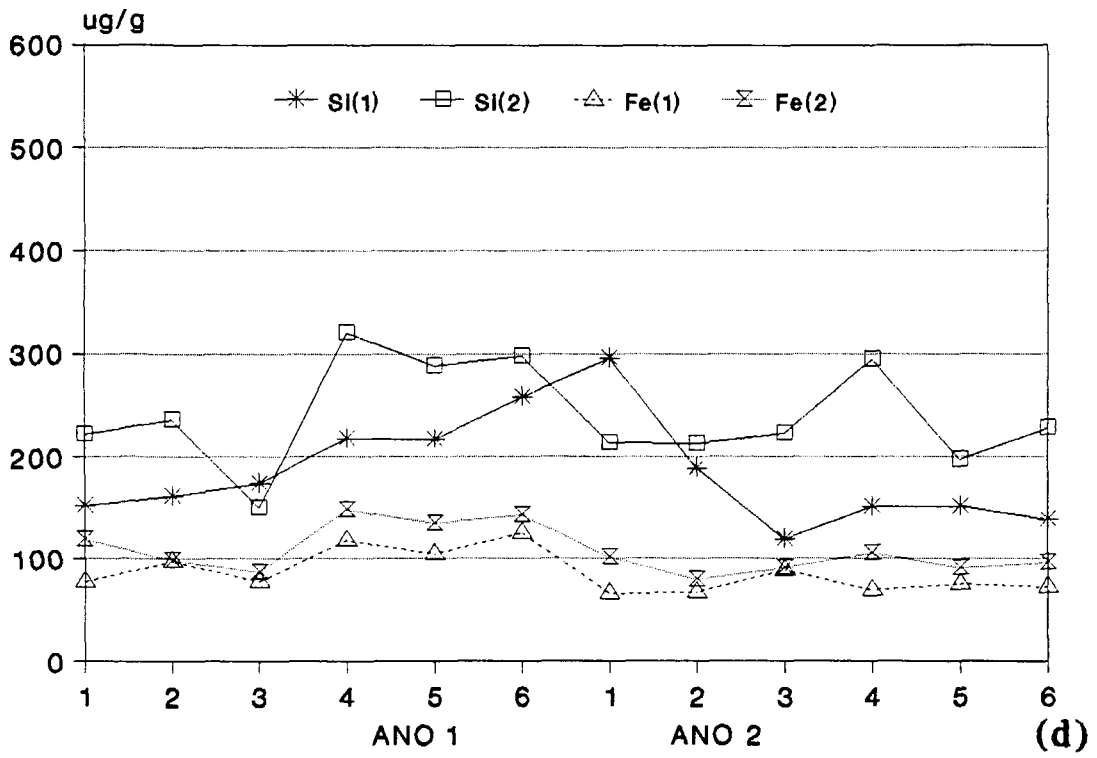
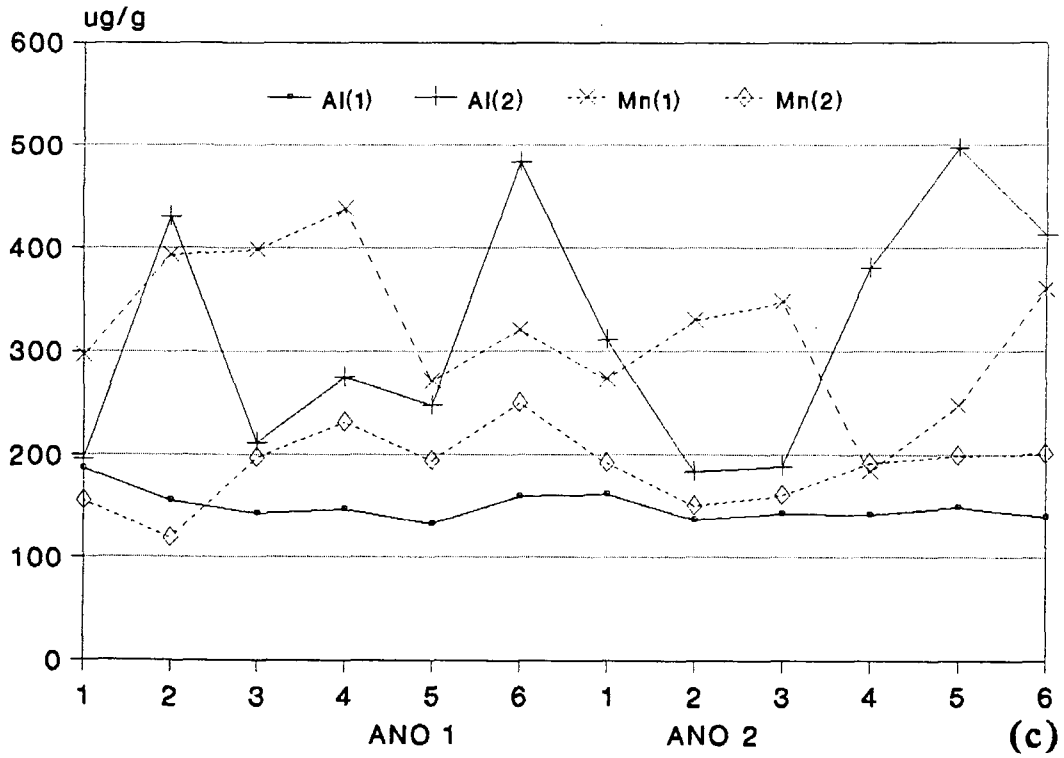


FIGURA 32 (a,b,c e d) - Variação bimestral dos teores de micronutrientes, Al e Si, em ug/g M.S., da fração ramos, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme a TABELA A20 (p.189).

FIGURA 32 - Continuação



FLORES/FRUTOS

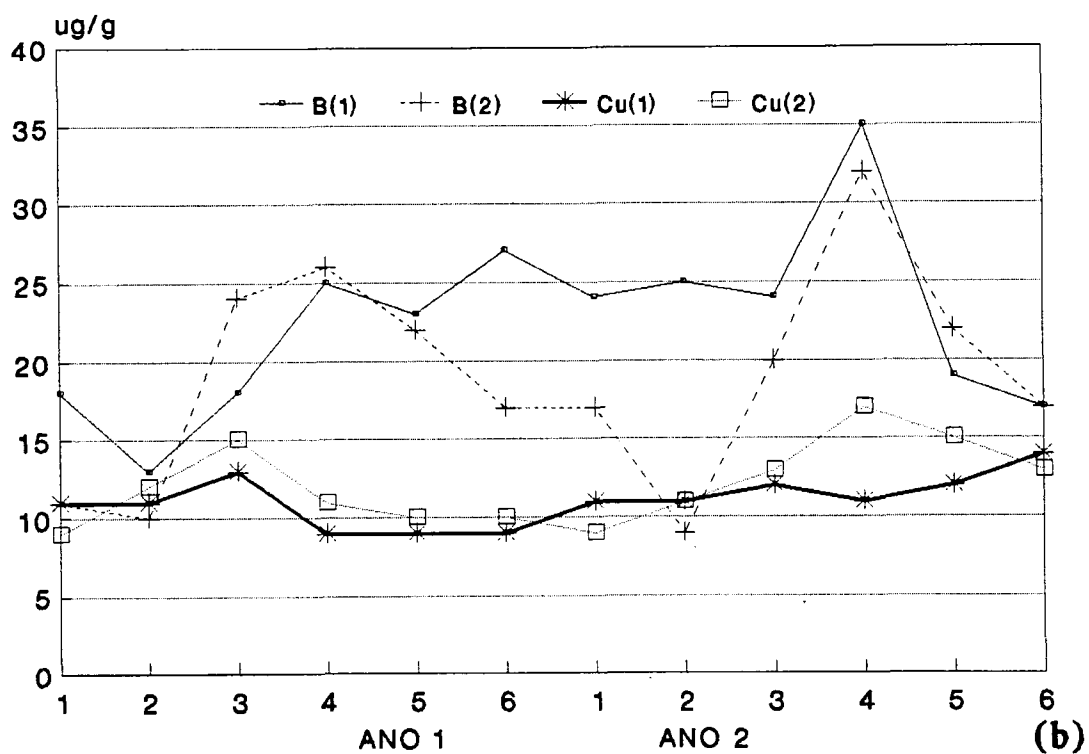
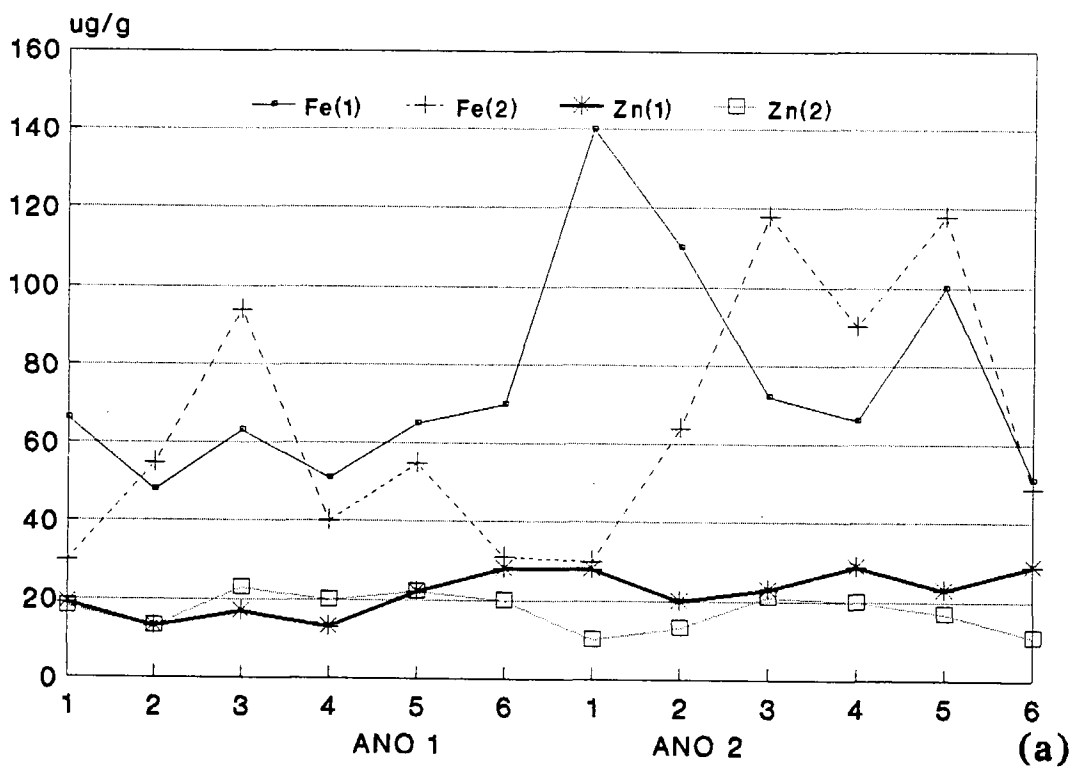
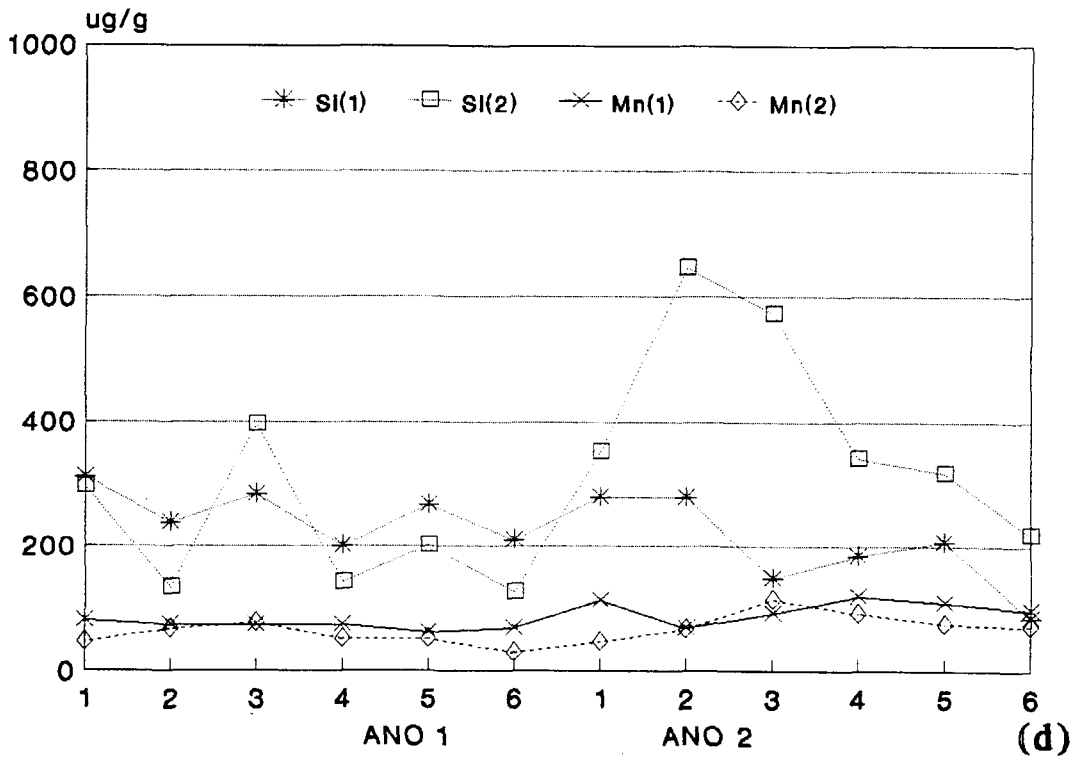
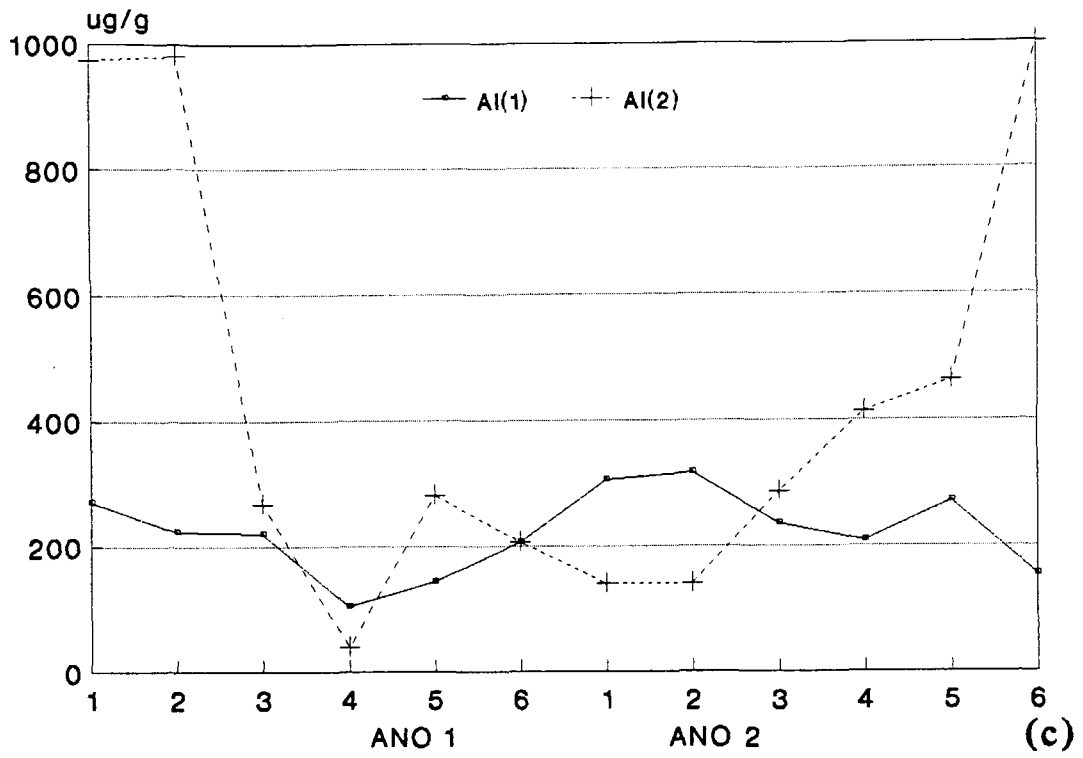


FIGURA 33 (a,b,c e d) - Variação bimestral dos teores de micronutrientes, Al e Si, em ug/g M.S., da fração flores/frutos, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme TABELA A21 (p.196).

FIGURA 33 - Continuação



MISCELANEA

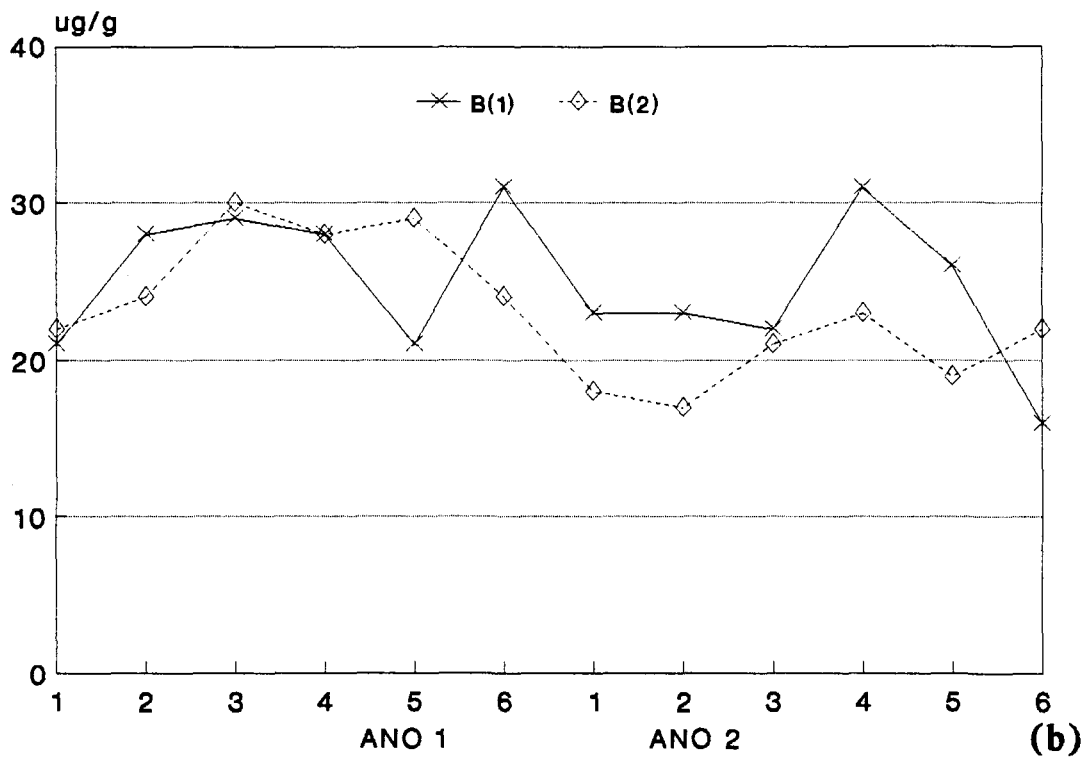
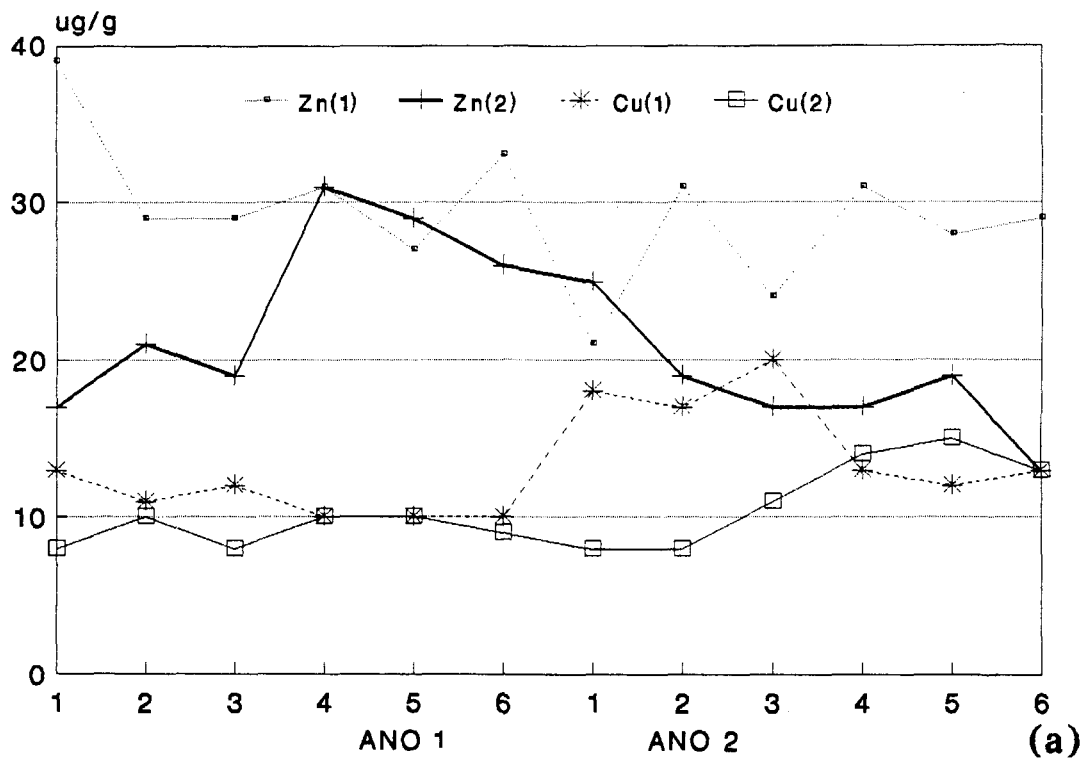
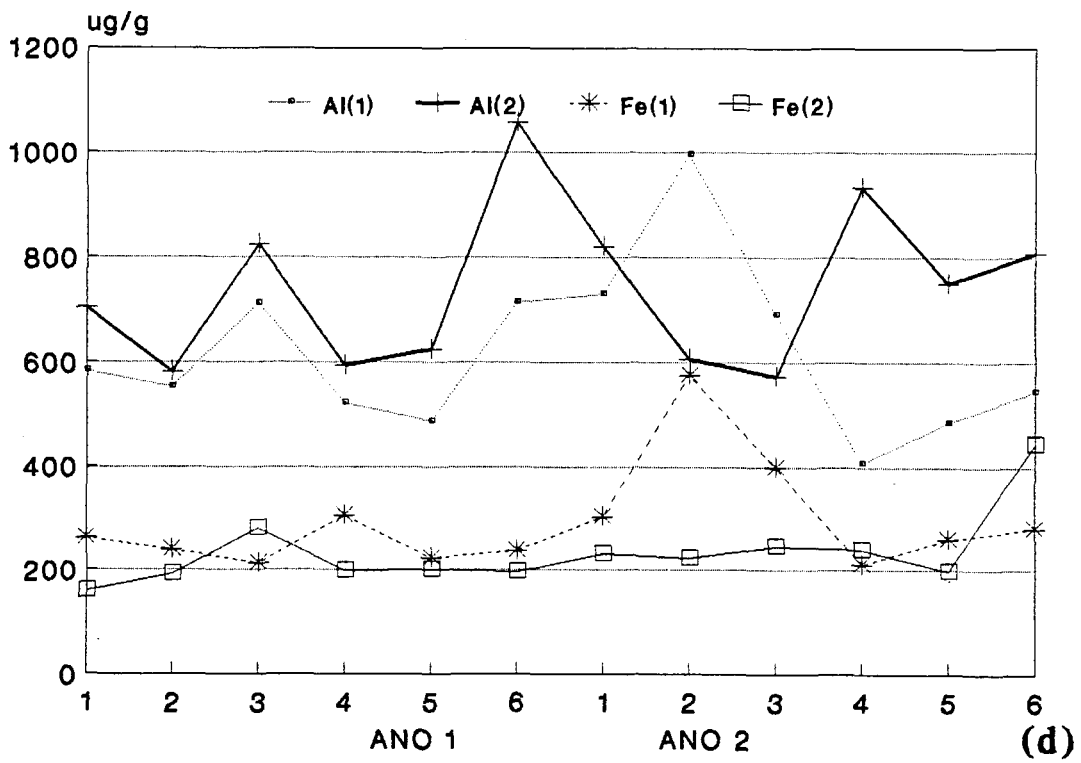
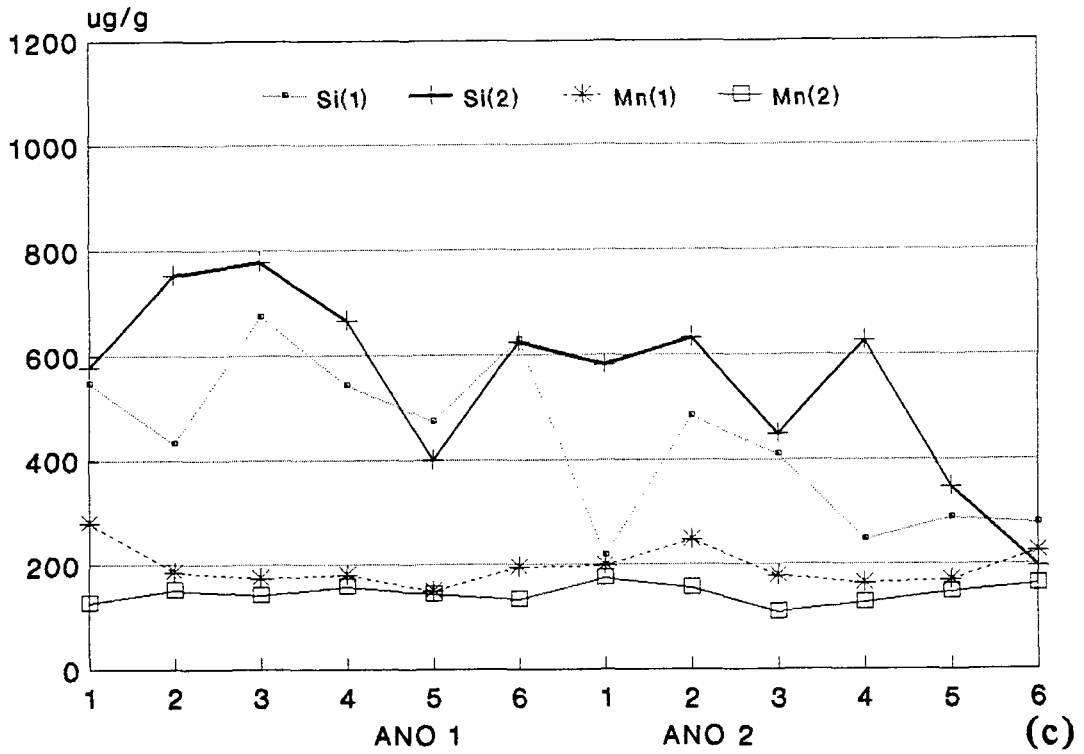


FIGURA 34 (a,b,c e d) - Variação bimestral dos teores de micronutrientes, Al e Si em ug/g M.S., da fração miscelânea, na restinga baixa (1) e alta (2), conforme TABELA A22 (p.191).

FIGURA 34 - Continuação

MISCELANEA



5.4.4 QUANTIDADES DE NUTRIENTES MINERAIS TRANSFERIDOS PELA SERAPILHEIRA

Comparando os dados de deposição de macronutrientes deste estudo com outras florestas brasileiras (TABELA A36, p.207), observa-se que os valores obtidos para K, Ca e Mg, embora menores na restinga baixa, estão dentro da faixa inferior, e os valores de N e P estão bem abaixo do encontrado para outras formações. Já a restinga alta esta dentro da faixa intermediária.

A restinga alta depositou anualmente (média de 2 anos) uma maior quantidade de nutrientes que a restinga baixa (FIGURA 35), com exceção do Mn, que devido a maior concentração deste elemento na fração ramos, retornou em quantidades maiores na restinga baixa. O Zn, apresentou valores praticamente iguais nas duas áreas, sendo as quantidades depositadas pela fração folhas na restinga baixa, superiores à restinga alta.

A deposição de N e P foi cerca de 2 vezes maior, em função da maior concentração destes elementos na serapilheira da restinga alta, enquanto para os demais macronutrientes foi em torno de uma vez e meia.

O retorno sazonal de macro e micronutrientes obedece a curva de produção de serapilheira (FIGURAS 36 e 37), ou seja, com a transferência maior de nutrientes nos bimestres de novembro/dezembro no primeiro ano, e outubro/novembro no segundo ano.

As quantidades depositadas de micronutrientes são bem variáveis nos diversas fitocenoses brasileiras, como pode ser observado no TABELA A39 (p.215), a deposição de Fe, Mn, Zn e Al nas duas florestas estudadas, são bem menores que as de outros ecossistemas. Cu e B estão dentro dos limites encontrados para a floresta Atlântica.

Na média dos dois anos de amostragem, a fração folhas foi a maior responsável pela transferência dos elementos minerais ao solo das áreas estudadas, o que pode ser observado nas FIGURAS 38 e 39.

A fração ramos, têm papel importante na transferência de Ca, Mn, Cu e Zn. Na fração flores/frutos destaca-se a deposição de N e K e na fração miscelânea o retorno de Fe, Si e Al.

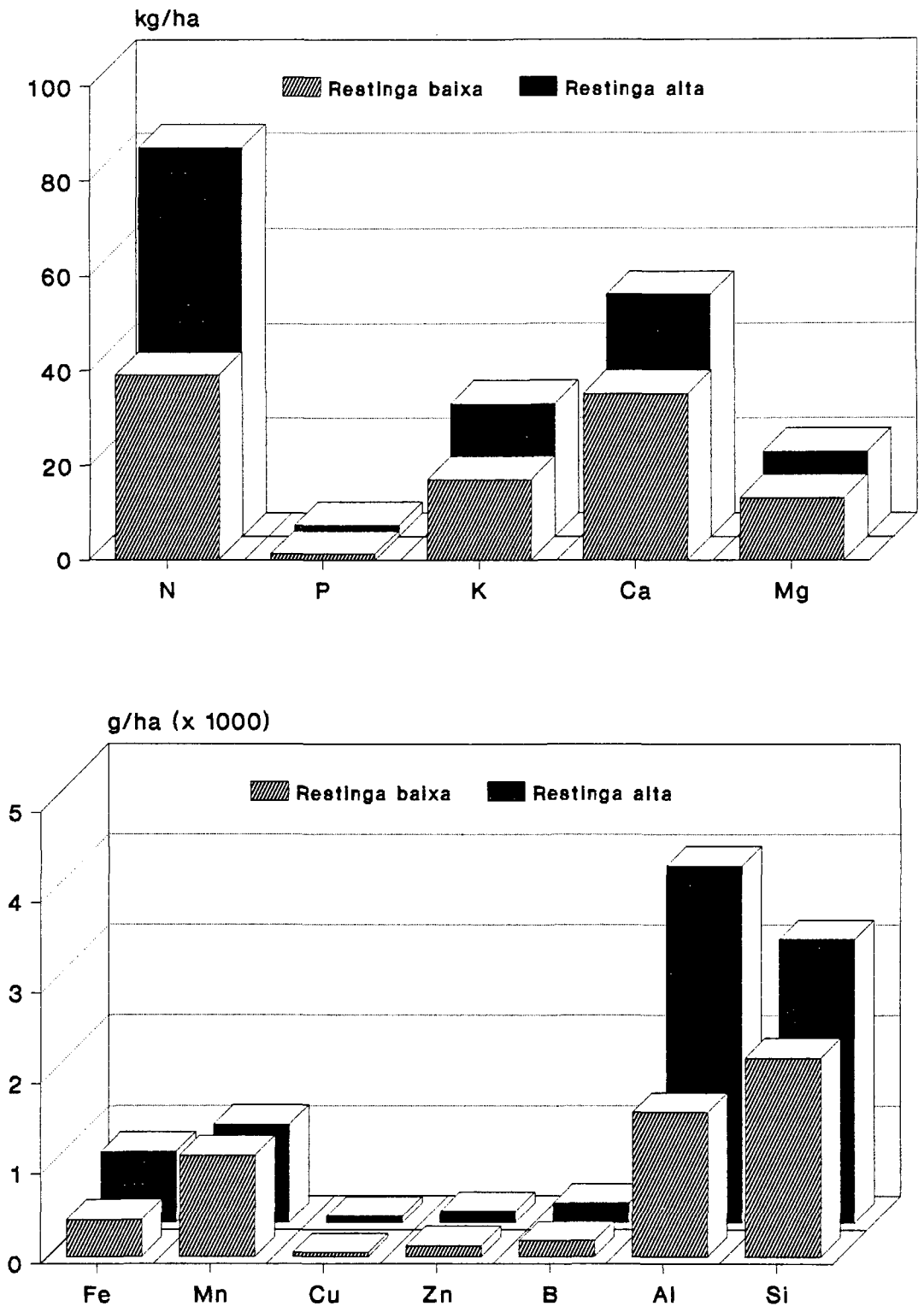
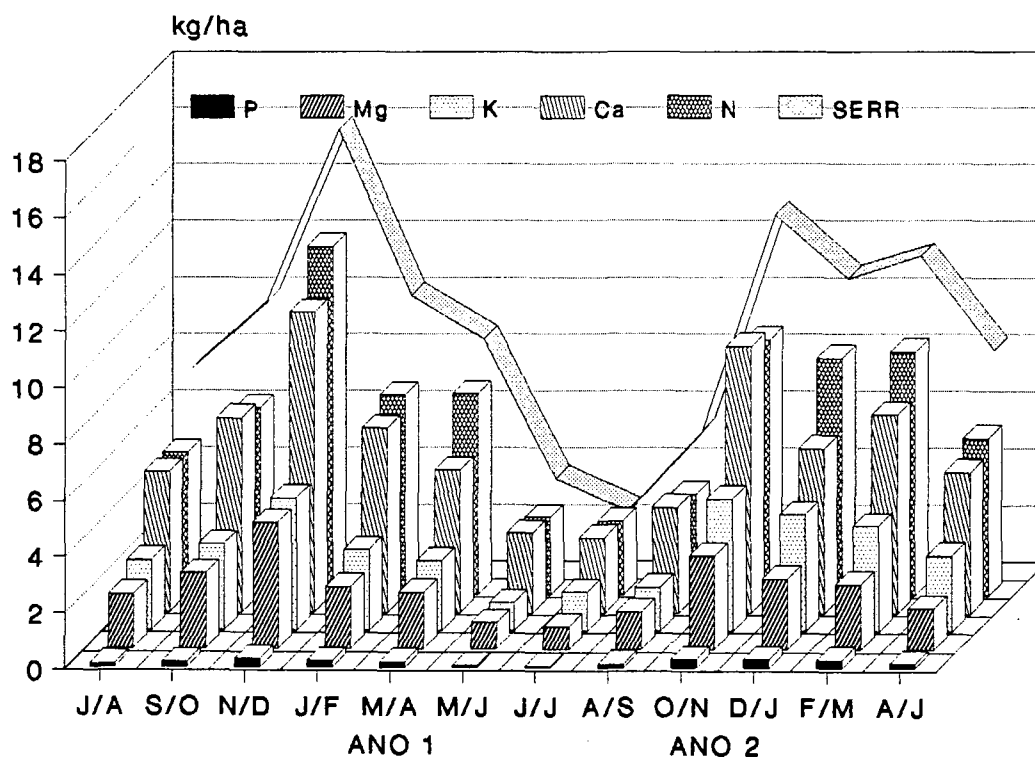


FIGURA 35 - Quantidades anuais de macronutrientes, em kg/ha, e micronutrientes, em g/ha, depositadas no solo das duas áreas estudadas.

Restinga baixa



Restinga alta

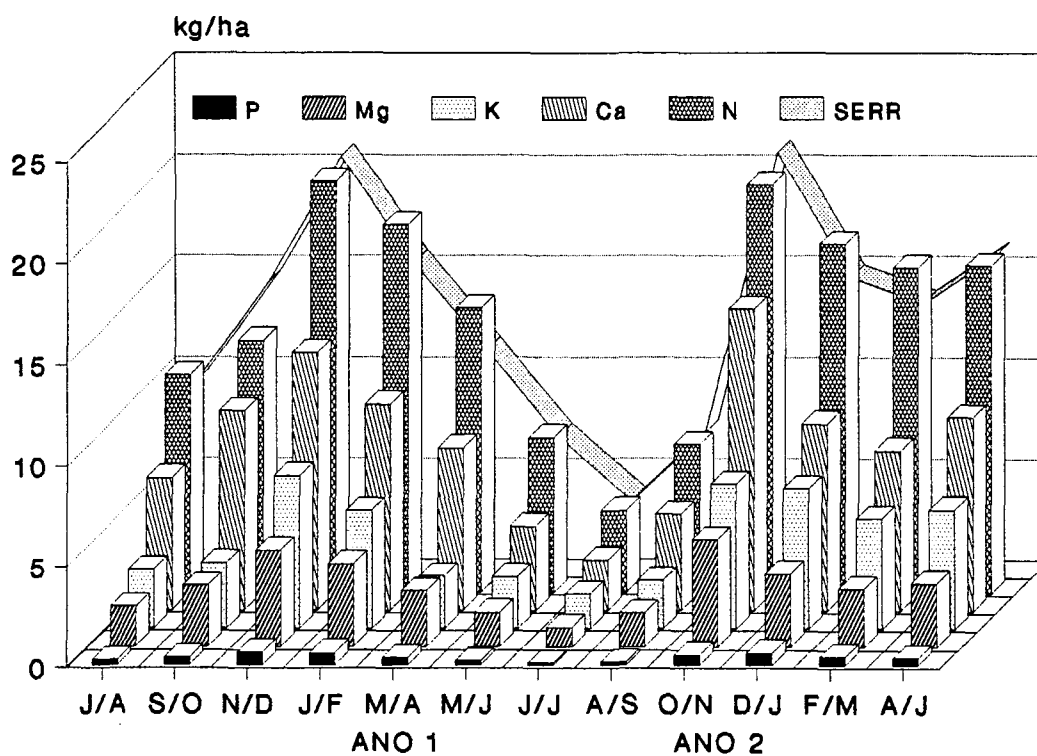


FIGURA 36 - Quantidades bimestrais de macronutrientes, em kg/ha, e curva de deposição de serapilheira, depositadas no solo das duas áreas estudadas, conforme TABELA A28 (p.198).

Restinga baixa

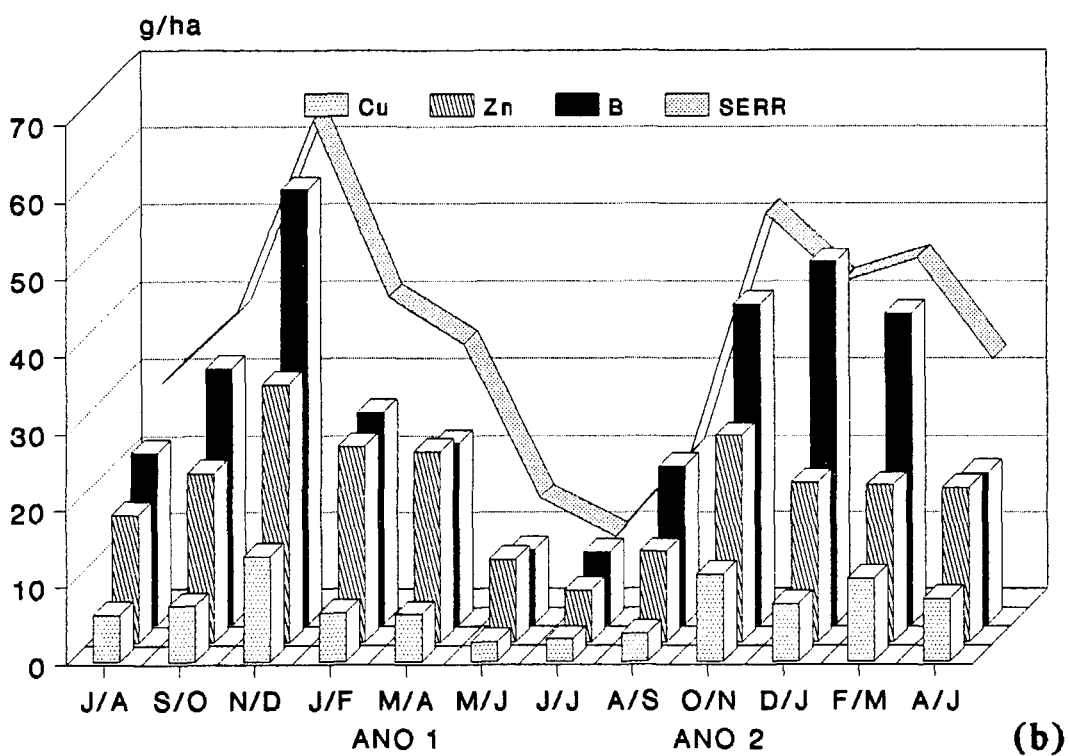
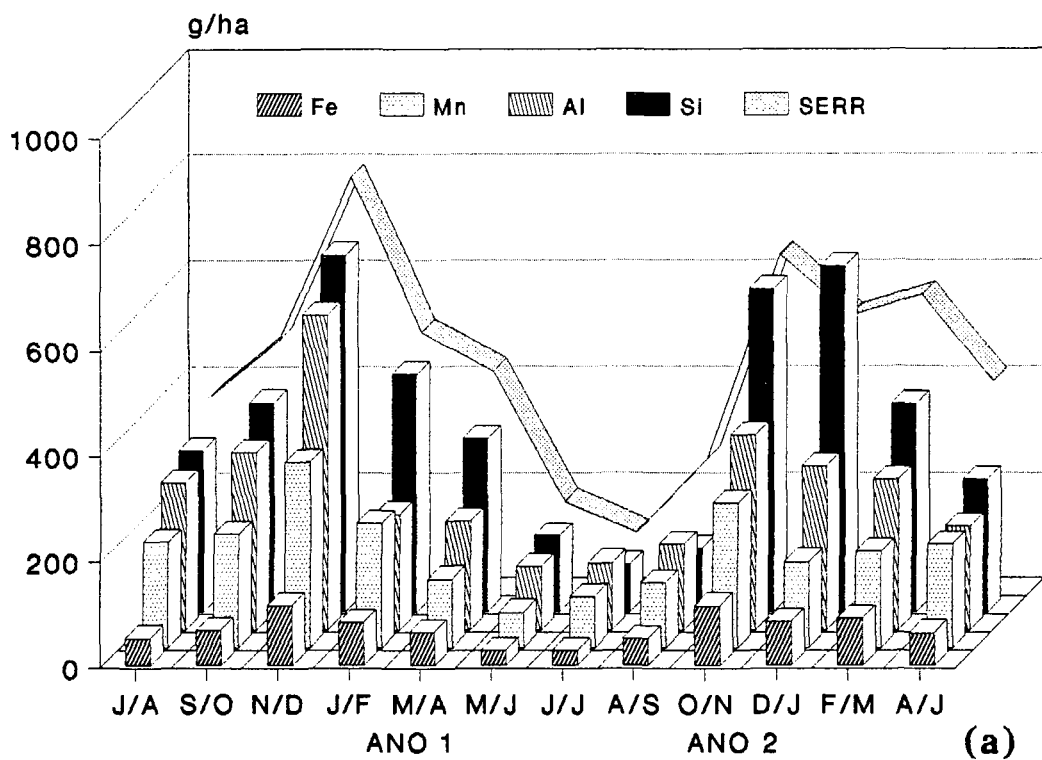
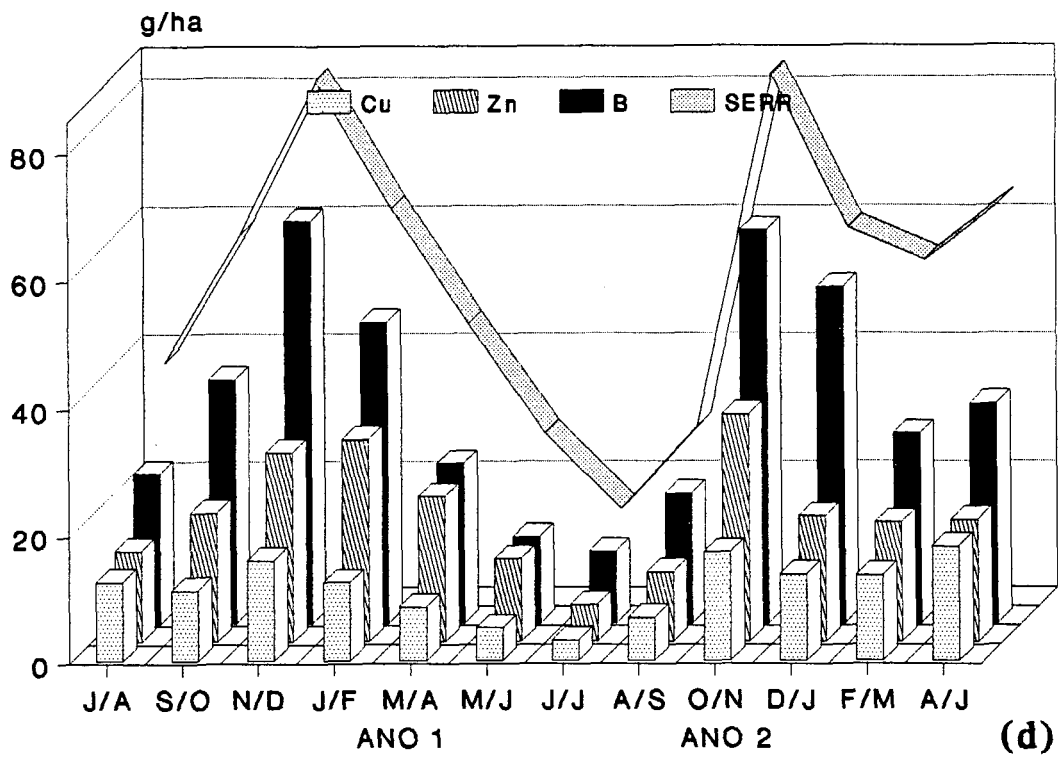
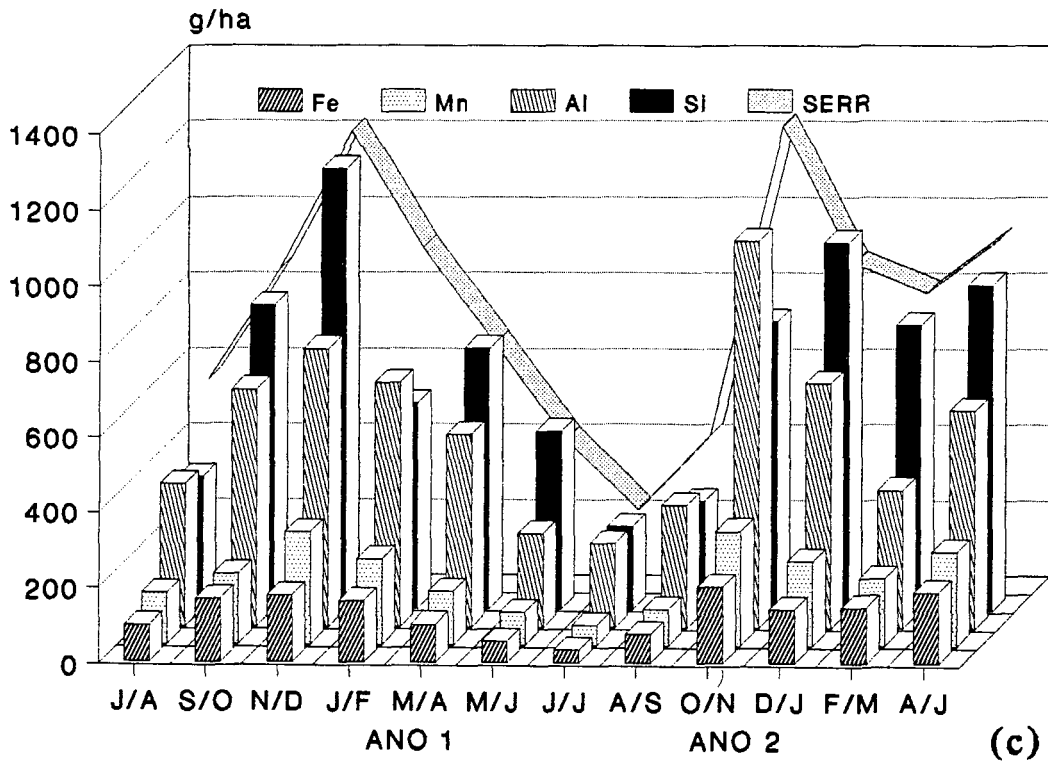


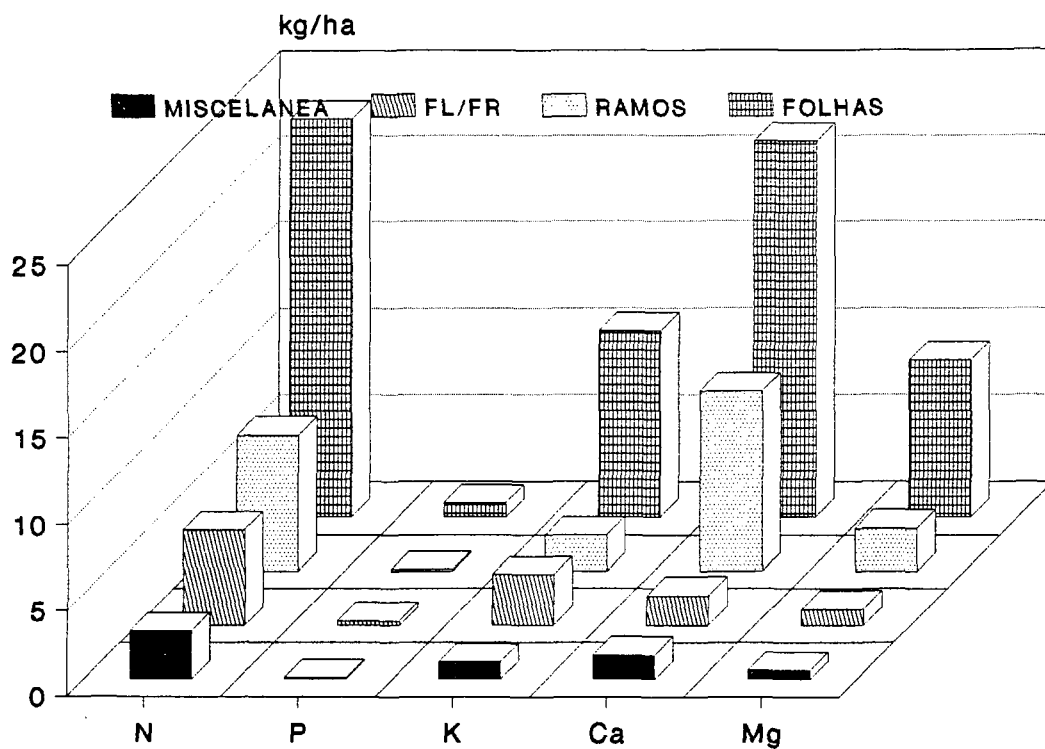
FIGURA 37 (a,b,c e d) - Quantidades bimestrais de micronutrientes, Al e Si, em g/ha, e curva de deposição de serapilheira, depositadas no solo das duas áreas estudadas, conforme TABELA A33 (p.203).

FIGURA 37 - Continuação

Restinga alta



Restinga baixa



Restinga alta

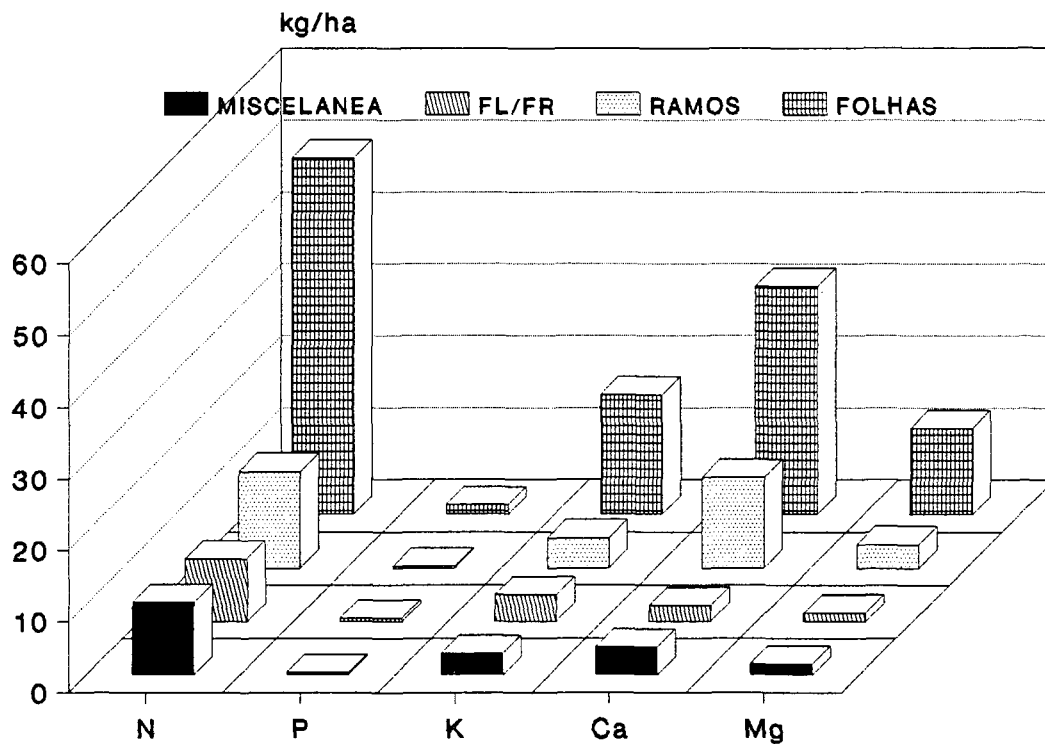


FIGURA 38 - Quantidades de macronutrientes depositados anualmente pelas frações da serapilheira nas duas áreas estudadas, conforme Tabela 14 (p.80).

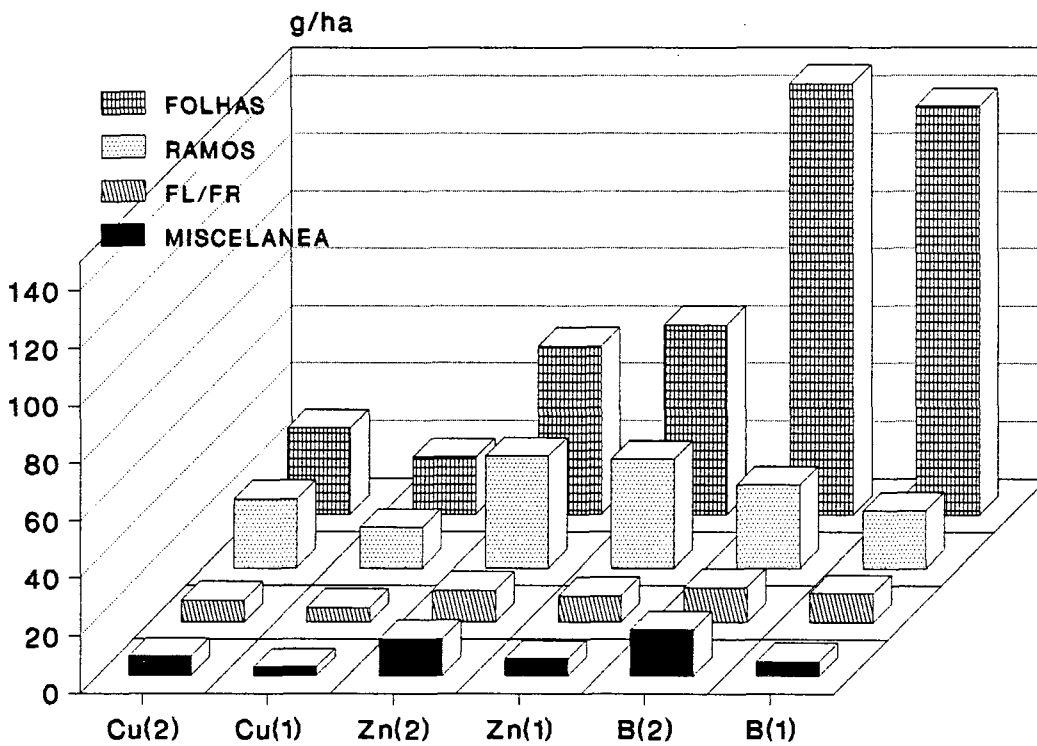
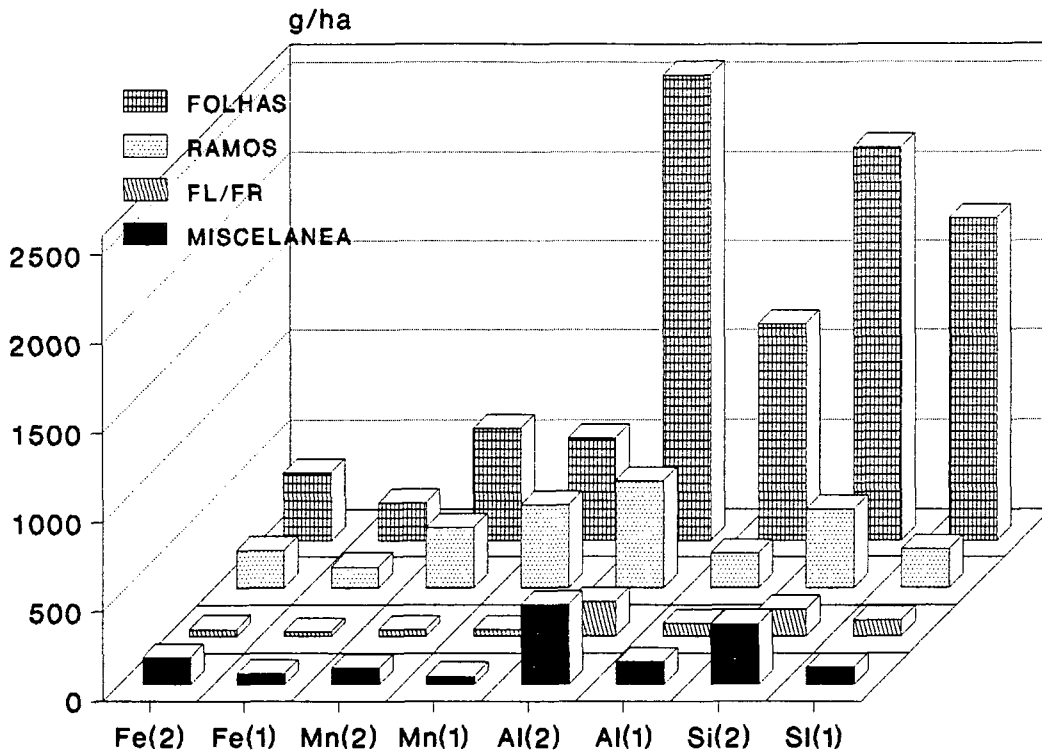


FIGURA 39 - Quantidades de micronutrientes, Al e Si depositados anualmente pelas frações da serapilheira na restinga baixa (1) e alta (2), conforme Tabela 15 (p.81).

Na tentativa de comparar a eficiência na utilização dos nutrientes em diversos ecossistemas são propostos alguns índices na literatura. CHAPIN (1980) citado por VITOUSEK (1982), sugere um índice de eficiência em relação ao uso dos nutrientes pelas plantas, através da relação entre a quantidade de matéria orgânica produzida por unidade de nutriente absorvida. VITOUSEK (1982), utilizou-se deste índice para interpretar os modelos de eficiência de nutrientes na produção de serapilheira, através da relação entre quantidades de serapilheira produzida e a respectiva quantidade do nutriente.

Os índices entre serapilheira produzida e as quantidades de nitrogênio nela contida, variam nas florestas amazônicas (TABELA A36, p.207) de 53 a 107, nas matas mesófilas de 43 a 56, nos cerrados de 76 a 123, na floresta atlântica de 38 a 46 e nas florestas de restinga de 93 a 139. Estes índices evidenciam uma maior eficiência do N nas restingas e cerrados, sítios considerados de solos oligotróficos, e uma menor eficiência na floresta Atlântica de encosta. Neste estudo a restinga baixa apresentou um índice de 133 e a restinga alta de 93. A restinga alta apresentou um menor índice, devido a maior concentração deste elemento nas espécies desta floresta.

Segundo VITOUSEK (1984), as florestas tropicais são mais eficientes na utilização do P que as florestas temperadas, salientando a extrema eficiência da vegetação que ocorre em solos podzóis. Este autor concluiu que o índice de eficiência do P é provavelmente controlada pela sua disponibilidade.

Os valores encontrados para os índices de eficiência de P para a floresta de restinga da Ilha do Mel são bastante elevados, 4333 para a restinga baixa e 3208 para a restinga alta.

No Brasil, vários autores (PAGANO 1989, DELITTI 1984, MORAES 1983) consideraram a soma das quantidades de macronutrientes da serapilheira, como um bom índice para comparação entre ecossistemas. De acordo com os dados da TABELA A36 (p.207), as matas mesófilas apresentam somatórios que variam de 355 a 559, as florestas amazônicas de 119 a 261, os cerrados de 30 a 119, a floresta atlântica de 79 a 247 e as restingas de 77 a 181. A restinga baixa neste estudo obteve uma somatória de 105, enquanto a restinga alta, foi de 181.

Os resultados das quantidades de macronutrientes depositados nas florestas brasileiras, indicam uma estreita relação entre solos e quantidades depositadas. As matas mesófilas com solos bastante férteis, contribuem com uma quantidade de nutrientes bem mais elevada do que as demais, chegando a deposição de Ca ser quatro vezes maior. Em seguida as florestas Amazônicas, que embora apresentem diversos tipos de solos, estes

estão sujeitos a uma intensa lixiviação e intemperização, devido as altas temperaturas e pluviosidades, apresentando fertilidade mais baixa

em relação as matas mesófilas.

A floresta Atlântica de encosta apresenta em algumas situações deposição maior de macronutrientes que a floresta Amazônica, em outras menor, dependendo de diferentes fatores como declividade do terreno, altitude, posição da vertente, entre outros.

Os cerrados em relação a outras fitocenoses, apresentam deposição ainda menor, devido aos solos de baixa fertilidade sujeitos a profundo intemperismo, porosos, ácidos e ricos em óxidos de ferro e alumínio. Segundo PERES (1983), o aporte de nutrientes via serapilheira varia conforme as diferentes fisionomias (campo sujo, campo cerrado, cerrado, e cerradão). Estas por suas vez, estão relacionadas às diferentes condições de fertilidade do solo.

A vegetação arbórea da planície litorânea, com o substrato oriundo da deposição de sedimentos de origem marinha e solos de baixa fertilidade, apresenta várias fisionomias que variam conforme a distância do mar e o regime hídrico dos solos. Sua estrutura e composição florística estão intimamente relacionadas a profundidade do lençol freático, que também irão determinar a deposição de diferentes quantidades de nutrientes. Assim como os cerrados, estes ecossistemas contribuem com as menores quantidades de macronutrientes na serapilheira.

Na restinga baixa deste estudo, a rápida drenagem dos solos e a menor cobertura das copas (permitindo uma maior insolação), diminuem a umidade do solo, provocando deficiência hídrica em determinados períodos, impedindo o melhor desenvolvimento das plantas e afetando a produtividade primária líquida deste sistema. O mesmo processo foi constatado por SOBRADO & MEDINA (1980), citado por JORDAN (1985), nos solos Podzóis das caatingas amazônicas, onde a alta porosidade e a baixa retenção de água, não permitem manter a umidade na zona superficial das raízes, provocando um estresse hídrico quando do intervalo entre as chuvas. Desta forma, a vegetação adaptou-se aos solos de baixa fertilidade e falta de água, tendo como consequência a esclerofilia. A restinga alta é suprida de água pelo lençol freático, o que lhe proporciona uma vegetação mais desenvolvida e uma maior produtividade primária líquida.

5.5 TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DAS ESPÉCIES VEGETAIS

A diminuição nos teores de N, P e K nas folhas da serapilheira em relação às folhas verdes, é devida a mobilidade destes elementos, ocorrendo sua redistribuição antes da abscisão foliar. O K além da redistribuição, ficou sujeito à lavagem durante o tempo que a serapilheira permaneceu nos coletores. A concentração de Ca aumentou devido a sua baixa mobilidade, enquanto que os teores de Mg permaneceram estáveis, embora este seja um elemento móvel no floema.

A variação sazonal nos teores de nutrientes nas folhas de espécies florestais é resultado de mudanças no metabolismo, transporte na planta e lavagem pela chuva (ERNST, 1975).

O aumento nas concentrações de K, Ca e Mg nas folhas verdes no período de maior deposição de serapilheira, pode estar relacionado a maior disponibilidade destes nutrientes no solo. O aumento da atividade metabólica das árvores concomitante ao período mais úmido e quente, favorece tanto a decomposição da serapilheira quanto a absorção de nutrientes pelas plantas, o que se reflete no grande número de espécies em brotação nesta época.

A média dos teores de macro e micronutrientes das espécies que foram analisadas separadamente na serapilheira nas duas áreas

estudadas, é próxima a calculada pela média anual dos teores da fração folhas, com exceção do Al e Si.

Na relação dos teores de nutrientes foliares com tipos de solo sintetizados por VITOUSEK & SANFORD (1986), juntamente com os valores encontrados nas duas áreas estudadas na Ilha do Mel (TABELA A38, p.213), os elementos Mg, Ca, P e o N da restinga baixa obtiveram valores próximo aos encontrados nos spodosols (podzóis), e K e N da restinga alta alcançaram valores mais próximos aos oxisols/ultisols.

Em relação aos micronutrientes, comparando-se a média das amostras das folhas verdes com a da serapilheira, houve aumento nos teores de Fe, e Mn na serapilheira, este último mais notadamente na restinga alta. Os demais elementos, Cu, Zn e B, apresentaram valores próximos nos dois tipos de amostra, indicando uma baixa capacidade de redistribuição destes elementos (TIFFIN, 1983; LARCHER, 1986).

Tanto nas folhas verdes como da serapilheira, a concentração dos micronutrientes não apresentou diferenças nas duas épocas do ano em que foram realizadas a coleta de material.

Na restinga baixa, o desvio padrão do Mn e Al foi maior que as médias, devido a grande variabilidade dos teores destes elementos nas espécies coletadas, tanto na vegetação quanto na serapilheira. Como exemplo, o acúmulo de Mn em *Clusia criuva* com valores maiores que 700 ug/g, e o acúmulo de Al em *Terstroemia brasiliensis* com teores próximos a 1000 ug/g. O mesmo ocorreu na restinga alta, com Al e Si, onde em *Faramea marginata* (Rubiaceae) os teores chegaram a 20000 ug/g e 6000 ug/g, respectivamente. GOLLEY *et al.* (1980) encontraram uma média para folhas verdes da família Rubiaceae em floresta de terra firme (Manaus), de 17.536 ug/g para o Al e 1.504 ug/g para o Si.

5.6 QUANTIDADE DE NUTRIENTES DEPOSITADOS NO SOLO DA FLORESTA

Os nutrientes depositados no solo florestal foram calculados somando-se as quantidades depositadas pela serapilheira e pela precipitação interna. Deste total, a contribuição percentual das quantidades de nutrientes contidas na água da chuva, foi para a restinga baixa de 11,9 % e 9,3 % na restinga alta. Estes resultados estão de acordo com ANDERSON e SPENCER (1991), que indicam uma faixa de 7 a 11 % de deposição de elementos minerais via atmosfera. Estes percentuais representam apenas a contribuição da deposição úmida, não representando o total de nutrientes que entram via atmosfera, visto que os pluviômetros totais não quantificam a deposição seca.

Os valores encontrados para a contribuição percentual da precipitação interna em relação ao total de nutrientes que chega ao solo (P, K, Ca, Mg, Fe e Zn), foi de 52,5 % para a restinga baixa e 43,8 % para a restinga alta. Estes valores estão superestimados, devido a ausência do N, não medido nas precipitações, que provavelmente teria uma contribuição bem maior na serapilheira do que na água de precipitação interna, principalmente na restinga alta. Entretanto, observa-se que a restinga baixa, apresenta uma dependência maior do fluxo da precipitação interna em relação a restinga alta.

O fluxo predominante de deposição no solo florestal para o P e Ca é via serapilheira; para o Mg, os dois componentes contribuem de forma equivalente, e para o K, a água de precipitação interna contribuiu com as maiores quantidades (FIGURA 40).

Os valores da literatura contidos no TABELA A40 (p.217), são referentes à soma das quantidades dos elementos provenientes da precipitação interna com a deposição de serapilheira, em kg/ha/ano. Os percentuais da precipitação total, foram calculados

separadamente dos outros dois componentes, visto que as quantidades de nutrientes contidos na precipitação interna, implicam em quantidades já depositadas pela água da

chuva. Embora em pequenas quantidades pode ter havido absorção de alguns elementos, principalmente N pelas folhas (CARLISLE, *et al.*, 1966).

Observa-se que na maior parte dos estudos, o P e o Ca (acima de 50 %) são depositados através da serapilheira, o Mg permanece em posição intermediária, ora sendo depositado em maior proporção pela chuva que lava a copa das árvores, ora pela serapilheira, e o K, têm uma contribuição bem maior da água de precipitação interna.

A entrada de nutrientes pela água da chuva (deposição úmida e seca) influenciam igualmente as duas áreas estudadas, embora a restinga alta, devido a maior área de recepção, pudesse apresentar valores mais elevados, o que não foi constatado.

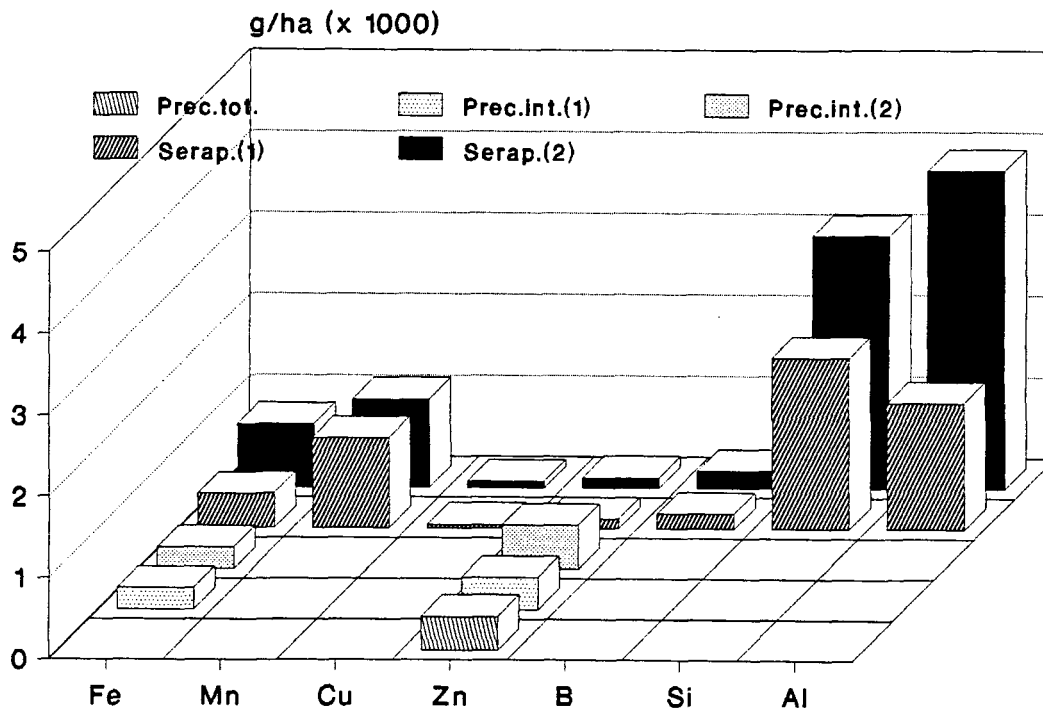
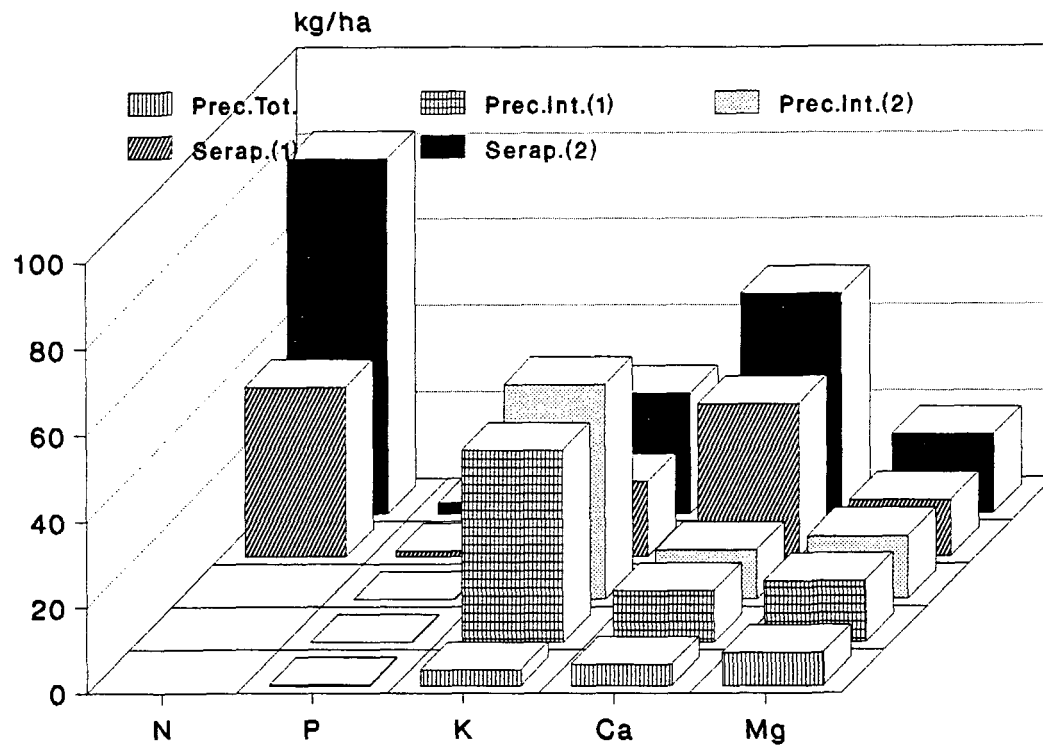


FIGURA 40 - Deposição anual de macro e micronutrientes, em kg/ha/ano, da precipitação total, precipitação interna e serapilheira na restinga baixa (1) e alta (2).

5.7 HORIZONTES ORGÂNICOS

A matéria orgânica do solo é parte essencial para a nutrição do ecossistema florestal. A deposição de serapilheira, é a principal fonte desta matéria orgânica, que ao depositar-se gradativamente no solo irá compor os horizontes orgânicos.

Em ecossistemas como os das restingas, onde o solo é extremamente pobre, e os nutrientes fornecidos através da intemperização das rochas é quase insignificante, a reciclagem dos nutrientes contidos no material orgânico é o principal mantenedor das florestas no substrato arenoso.

5.7.1 MORFOLOGIA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS

Os horizontes orgânicos em florestas tropicais e subtropicais, devido a rápida decomposição, são normalmente de pequena espessura (TREVISAN, 1992), o que dificulta a sua mensuração.

Nos cortes feitos na serapilheira para o estudo do perfil do horizonte orgânico, não foram feitas medidas de espessura pois além de pequena, em um mesmo perfil a rápida decomposição/incorporação apresentava um horizonte descontínuo. Além disto, ocorre uma variabilidade muito grande no material proveniente da deposição das diferentes espécies da floresta e variações no microrelevo. Outro fator agravante, é a intrincada malha de raízes que forma um tapete separando o horizonte orgânico do primeiro horizonte mineral do solo, envolvendo completamente o material em decomposição. Outro aspecto que precisa ser considerado é que em muitos casos temos horizontes orgânicos dependentes de uma espécie em particular e que isto precisa ser caracterizado de forma estratificada, merecendo um estudo à parte.

Desta forma, optou-se por representar o material através de pesagem, onde a distinção dos horizontes se deu através da separação morfológica dos resíduos.

Basicamente foram distinguidos 3 horizontes: o L, F e H (em apenas um ponto amostral) e os subhorizontes Ln, Lv, Fr, Fm e Hr. A restinga baixa, apresentou uma maior variabilidade do peso total das amostras em relação a restinga alta, provavelmente relacionada a fatores como menor deposição de serapilheira, distribuição espacial das árvores mais heterogênea propiciando a deposição de serapilheira de forma irregular no solo e grande variabilidade no microrelevo.

Nas duas áreas reconhece-se a existência de um tapete de raízes no subhorizonte Fr, desta forma este foi dividido em Fr/folhas e Fr/raízes. Na restinga baixa, somente 2

amostras apresentaram esta subdivisão, enquanto na restinga alta esta ocorreu em todas as amostras, indicando uma maior homogeneidade na distribuição das raízes da restinga alta.

A existência de micorrizas nas áreas de restinga da Ilha do Mel foi comprovada por MELJER (com. pessoal) constatando espécies de endo e ectomicorrizas. TRUFEM *et al.* (1989), TRUFEM (1990a,b), na vegetação da Ilha do Cardoso, incluindo a vegetação da planície litorânea, verificaram intensa associação micorrízica. Estes autores salientaram ser raro a não ocorrência desta simbiose nas plantas superiores.

A restinga baixa, apresenta o desenvolvimento de um tapete de raízes menos contínuo em relação a restinga alta, devido ao menor porte dos indivíduos, a menor umidade no solo e a disposição dos indivíduos. Como já salientado por HERTEL (1959), as raízes se distribuem mais intensamente ao redor da copa, onde há maior deposição de folhas e maior proteção quanto a perda de umidade por insolação. Já a restinga alta, apresenta um tapete contínuo de raízes, com a presença de raízes maiores sobre o solo.

A cobertura de raízes nos horizontes orgânicos do solo nas duas áreas estudadas, possivelmente associadas à micorrizas, indica um mecanismo eficiente no sentido de evitar perdas de nutrientes neste sistema.

Embora grande parte da literatura indique uma alta taxa de decomposição para as florestas tropicais, nos ecossistemas de restinga estudados por HAY e LACERDA (1984) e REBELO *et al.* (1992), este processo é lento, sendo indicado como um importante mecanismo de retenção de nutrientes no ecossistema.

A restinga baixa, provavelmente apresenta uma decomposição mais lenta comparada a restinga alta, devido a menor umidade, menor aporte de matéria orgânica, maior oscilação nas temperaturas do solo devido a maior exposição ao sol, e presença de espécies com folhas esclerófilas. Desta forma, o retardamento na decomposição compensa o menor desenvolvimento das raízes com uma liberação mais lenta de nutrientes.

Nas duas áreas a decomposição é acelerada no período do verão, quando ocorre um aumento no aporte de serapilheira, na umidade, e possivelmente na atividade biológica do solo.

O processo de decomposição inicia-se ainda na planta viva, pela atividade de herbívoros e fungos. Observa-se por exemplo, que a espécie mais importante da restinga alta, com a maior deposição de folhas, *Tapirira guianensis*, o material recém caído encontrava-se em estágio inicial de decomposição com a maior parte das folhas já fragmentadas por herbívoros, apresentando-se bastante quebradiças. Casos similares foram observados por KENDRICK e BURGESS (1962), DICKINSON (1967), HAYES (1965), citados por MAIA (1983), demonstrando a existência de uma complexa comunidade

fúngica saprofítica nas folhas vivas das plantas, sendo que em muitos casos irão determinar o padrão subsequente de decomposição.

5.7.2 NUTRIENTES NOS HORIZONTES ORGÂNICOS

A concentração de nutrientes no horizonte orgânico, é dependente dos teores e quantidades individuais depositados pelas espécies que constituem o material da serapilheira, da água de lavagem da vegetação, de detritos de origem animal, do material proveniente do solo transportado por animais e dos diversos fatores que influenciam o processo de decomposição.

A coleta de material dos horizontes orgânicos foi realizada no mês de fevereiro, época em que maior parte das espécies já havia derrubado seu material foliar.

Comparando-se os teores provenientes da serapilheira foliar com o horizonte orgânico L, os valores dos dois componentes apresentaram-se bastante próximos, acompanhando as variações ocorridas nas concentrações de cada área amostrada.

Os teores de N, P, Mg, Cu e B, tiveram uma pequena diminuição em seus valores em relação a amostragem de deposição de serapilheira. Como estes nutrientes apresentam teores mais baixos na fração galhos da serapilheira (com exceção do Cu), o acúmulo desta fração neste horizonte pode ter provocado esta diminuição nos teores. O K teve uma diminuição mais drástica, devido a sua alta solubilidade é lixiviado pouco tempo depois de ter sido depositado no solo. Os elementos Fe, Zn, Mn e Al tiveram seus teores aumentados nos horizontes orgânicos, devido à baixa mobilização destes elementos, tendo os três primeiros maiores teores na fração ramos, que também deve ter contribuído para este aumento. O Ca teve um aumento nos seus teores na restinga baixa e uma diminuição na restinga alta.

Analisando o comportamento dos nutrientes durante o processo de decomposição, em estudos que se utilizam de metodologias diversas, como sacos de decomposição, anéis de decomposição, horizontes orgânicos, dentre outros, observa-se variações neste comportamento no piso da vegetação de local para local.

Neste estudo os elementos que tiveram aumento nos seus teores no horizonte F das duas áreas, foram N, Fe, Cu e Al.

A justificativa para o aumento nos teores de N pode ser encontrada em vários trabalhos da literatura. ABER e MELILLO (1980) revisaram 63 trabalhos relacionando matéria orgânica e N em solos florestais, verificaram que na maioria ocorre uma relação inversa entre biomassa remanescente e concentração de N. Várias são as razões atribuídas

por diferentes autores em relação ao aumento e acumulação do N. BOCOCK (1973) indicou a precipitação atmosférica e a contaminação por insetos. PETERSON e ROLF (1982) sugeriram que sua retenção está relacionada a organismos heterotróficos decompositores que assimilam o N e eliminam CO₂. ANDERSON (1973) salientou a imobilização por fungos. WARING e SCHLESINGER (1985) indicaram como principais razões a imobilização do N por fungos e bactérias e a fixação do N. Salienta-se que este elemento é muito pouco hidrossolúvel, portanto de difícil lixiviação.

O aumento nos teores de Fe e Al estaria relacionado a sua pouca mobilidade no material em decomposição, além de sua complexação na matéria orgânica. TREVISAN (1992) encontrou enriquecimento do Fe nos horizontes orgânicos inferiores, obtendo correlação entre Fe e espessura do horizonte. LUIZÃO (1982) e SANTOS (1989), encontraram um acúmulo destes elementos durante o processo de decomposição, indicando como possíveis motivos; a contaminação proveniente do solo causada por animais e a acumulação do Al devido a retenção nas raízes para evitar a toxidez. PRITCHET (1979), afirma que o aumento na concentração destes elementos pode estar relacionado a contaminação do solo.

O P, apresentou um pequeno aumento nos teores médios no horizonte F da restinga baixa em relação ao horizonte L. Na restinga alta, houve um aumento no F correspondente a fração raízes e diminuição na fração folhas. O comportamento do P na decomposição é sugerido por muitos autores como semelhante ao N, atribuindo as mesmas razões para o aumento nos teores destes elementos (PETERSON e ROLF, 1982). REISSMANN (1983) e TREVISAN (1992), encontraram um aumento nas concentrações de P e N do horizonte L para o Fr, em povoamentos de coníferas. Considerando que o horizonte F já apresenta um grau considerável de decomposição, os resultados divergem com aqueles obtidos em estudos de decomposição como LUIZÃO (1982) e SANTOS (1989) que obtiveram uma diminuição na concentração de P durante a decomposição, o primeiro autor, atribuiu a esta diminuição, a perda por lixiviação deste elemento. MEGURO *et al.* (1980) e MAHESWARAN e GUNATILLEKE (1988) obtiveram resultados diferentes conforme a espécie analisada. DEVLIN (1975) citado por BABBAR e EWEL (1989) atribuíram as diferentes taxas de desprendimento do P nos distintos ecossistemas à acumulação deste elemento em substâncias de resistência variável a decomposição, como ácidos nucleicos, enzimas, fitinas e compostos energéticos. A razão destas divergências pode estar relacionada ao próprio P, às espécies ou as interações entre ambos, além das diferenças nos métodos utilizados.

O cobre também apresenta comportamento bastante variável nos diferentes trabalhos que enfocam este elemento no processo de decomposição. SANTOS (1989) e DE VUONO *et al.*(1989), encontraram aumento nos teores deste elemento durante a decomposição. Já LUIZÃO (1982), encontrou uma diminuição. TREVISAN (1992) encontrou valores variáveis nos sítios estudados. GOSZ *et al* (1973), ROCHA FILHO *et al.* (1978) e REISSMANN (1981), citados por TREVISAN (1992), encontraram aumento nos teores. Estes autores apenas descrevem o comportamento do elemento não dando indicações sobre as razões de sua variação. O acúmulo nos horizontes inferiores pode ser atribuído ao elevado grau de complexação com a matéria orgânica (MENGEL e KIRKBY, 1979).

Os elementos K, Ca, Mg, B e Zn, apresentaram uma diminuição em seus teores médios do horizonte Fr em relação ao L.

O potássio por ser altamente solúvel é facilmente lixiviado, como anteriormente constatado na comparação entre os teores dos horizontes orgânicos superficiais e o material coletado da deposição de serapilheira. Nas duas áreas estudadas, este elemento apresentou teores baixos no horizonte L, diminuindo ainda mais no Fr/folhas, e havendo um pequeno aumento no Fr/raízes.

O aumento nos teores no horizonte Fr/raízes pode estar relacionado à concentração deste elemento próximo às raízes em função da sua absorção, bem como, a existência de micorrizas e raízes vivas que influenciaram nos teores.

A fácil mobilização e lixiviação deste elemento é observada em vários trabalhos em diferentes condições de clima e substrato (BABBAR e EWEL, 1989). GOSZ *et al.* (1973), DE VUONO *et al.* (1989), SANTOS (1989), LUIZÃO (1982), REISSMANN (1982), DAY (1982), entre outros, encontraram uma forte diminuição nos estádios iniciais de decomposição e uma posterior estabilização. Na maioria dos casos esta estabilização é devida ao esgotamento das reservas deste elemento (TREVISAN, 1992).

O cálcio apresentou uma diminuição de F em relação ao L nas duas áreas estudadas, sendo que na restinga alta esta foi mais acentuada e com teores menores que a restinga baixa. Assim como o P, o Ca se apresenta com uma série de informações divergentes na literatura. SCHLESINGER (1985) e PETERSON e ROLFE (1982), indicaram este elemento como constituinte da parede celular das células, estando relativamente protegido da lixiviação, sendo suas perdas correlacionadas com a diminuição do peso seco. SANTOS (1989) e LUIZÃO (1982), observaram um aumento no teor de Ca mais intenso no início da decomposição e uma posterior estabilização. REISSMANN *et al.* (1982) e DE VUONO *et al.* (1989), encontraram tendências de

acúmulo quanto maior o grau de decomposição. BABBAR e EWEL (1989) encontraram tendências de aumento em uma monocultura e uma alta variância nos dados, sugerindo a possível contaminação por hifas de fungos. DAY (1982), TREVISAN (1992), GOSZ *et al.* (1973) e MAHESWARAN e GÜNATILLEKE (1988), apresentaram uma diminuição nos teores de Ca durante a decomposição, atribuindo a diminuição a perda de peso seco e a lixiviação.

O magnésio, em grande parte dos trabalhos, apresentou diminuição nos teores no decorrer da decomposição, sendo comparado inclusive com o comportamento do K (PETERSON e ROLF, 1982). A razão desta diminuição está relacionada a suscetibilidade deste elemento a lixiviação. BABBAR e EWEL (1989) salientam que em algumas espécies, o Mg pode ser um componente estrutural acumulando-se nas paredes celulares como pectato de Mg, desempenhando função semelhante a do Ca, em outras espécies ele encontra-se fundamentalmente na molécula de clorofila, desprendendo-se com relativa facilidade.

O boro diminuiu seus teores de F em relação a L na restinga baixa. Na restinga alta, teve uma pequena diminuição em F para Fr/folhas e um grande aumento em Fr/raízes. LUIZÃO (1982) e DE VUONO *et al.* (1989) obtiveram uma diminuição nos teores destes elementos com o decorrer da decomposição, atribuindo a este fato a perda por lixiviação. SANTOS (1989) encontrou um pequeno aumento no início da decomposição e uma estabilização posterior, à semelhança do observado para o Ca.

Os teores de zinco aumentaram do material proveniente da queda de serapilheira em relação aos horizontes orgânicos superficiais, provavelmente devido a sua baixa mobilidade. Já nos horizontes orgânicos este decresceu em F, contrariando a maioria dos trabalhos que analisam este elemento na decomposição. LUIZÃO (1982), DE VUONO *et al.* (1989) e SANTOS (1989), encontraram um aumento nos teores deste elemento com o decorrer da decomposição. No entanto este decréscimo observado no horizonte F pode estar relacionado ao seu deslocamento, MALAVOLTA (1980) salientou que 60 % do Zn solúvel no solo é proveniente de complexos orgânicos solúveis sujeitos a lixiviação.

Os elementos Mn e Si apresentaram comportamentos variáveis dentro do horizontes orgânicos estudados.

A grande variação destes dois elementos, tanto nas folhas das espécies quanto nos galhos, provavelmente influenciou na diferença dos teores encontrada de amostra para amostra, necessitando de uma amostragem maior para estabelecer um padrão.

Frente a diversidade de fatores que influenciam o processo de decomposição da serapilheira no piso florestal, e a dificuldade de amostragem em condições naturais,

estudos comparativos entre os vários métodos de pesquisa sobre decomposição (bolsas, anéis, folhedo acumulado, dentre outros) e o estudo dos horizontes orgânicos, serão de grande valia para a aferição dos resultados destas pesquisas, principalmente no que diz respeito a velocidade e o comportamento dos nutrientes durante o processo de decomposição em condições naturais.

6 CONCLUSÕES

- As temperaturas médias anuais durante o período deste estudo são próximas as calculadas para um período de 40 anos. Já a pluviosidade foi mais elevada nos anos de 1991 e 1993 e menor para o ano de 1992. Julho de 1991, ocorreu a menor pluviosidade dos últimos 45 anos (1,1 mm).

- O balanço hídrico seqüencial apresentou a maior deficiência hídrica em janeiro de 1992 (44 mm). Quanto ao excedente hídrico ele variou de 707 mm em 1992 a 1380 mm em 1993.

- Os solos das áreas estudadas foram classificados como Podzol de textura arenosa. A profundidade do horizonte B iluvial está relacionada a faixa de oscilação do lençol freático. A restinga baixa tem um menor aproveitamento dos nutrientes translocados para este horizonte, ao contrário da restinga alta em que este horizonte está mais próximo da superfície.

- A matéria orgânica é a principal responsável pela retenção de cátions no solo; no horizonte A1 ocorre uma quantidade maior de nutrientes disponíveis. Também neste horizonte ocorrem as menores relações C/N, bastante baixas se comparadas a outros ecossistemas, indicando uma intensa atividade biológica.

- As médias anuais dos valores de interceptação das chuvas para as duas áreas estudadas, estão dentro da faixa encontrada para as florestas tropicais. A maior interceptação na restinga alta é devido a estrutura mais desenvolvida da vegetação.

- A altura do lençol freático apresentou correlação significativa com as precipitações, com médias de profundidades maiores na restingas baixa (94 cm) em relação a restinga alta (40 cm).

- A seqüência decrescente dos teores de nutrientes na precipitação total foi, $Mg > Ca > K > Zn > P$, na precipitação interna $K > Mg > Ca > P > Zn > Fe$ e no lençol freático $Ca > Si > Mg > Al > Fe > Zn > P$.

- Comparando-se as quantidades de nutrientes depositadas na precipitação total e interna com os dados da literatura, o P apresenta valores bem mais baixos, o K e Ca estão em uma faixa intermediária, e o Mg apresenta valores elevados.

- A quantidade de nutrientes que chega ao solo pelas precipitações é próxima entre as duas áreas.

- O lençol freático além de representar uma via de saída de nutrientes do sistema, também representa uma via de entrada.

- Ocorreram diferenças significativas nas quantidades depositadas de serapilheira entre as duas áreas amostradas; na restinga baixa foi de 5.235 kg/ha/ano, e na restinga alta 7.673 kg/ha/ano. Constatou-se que a deposição anual para a restinga alta está dentro da faixa intermediária esperada para as florestas brasileiras, e a restinga baixa na faixa inferior.

- A deposição sazonal de serapilheira é bem definida e semelhante para as duas áreas, com picos ocorrendo em dezembro para o primeiro ano, e novembro para o segundo ano, sendo menor nos meses de junho, julho e agosto para os dois anos. A deposição sazonal de serapilheira total e das frações folhas, miscelânea e flores/frutos apresentaram correlação com a temperatura.

- As cinco espécies que depositaram a maior quantidade de folhas na restinga baixa representaram cerca de 65 % do total de folhas depositadas. Na restinga alta, as três espécies com maior queda de folhas e a "fração folhas diversas" e "fração trepadeiras", perfizeram um total de 66 % do total de folhas depositadas. As espécies dos estratos inferiores depositaram menos folhas principalmente na restinga alta, onde existe uma estratificação melhor definida. A ordenação das espécies na análise fitossociológica e a deposição de folhas por espécie, indicou a existência de uma relação entre estas variáveis.

- As concentrações de macronutrientes nas duas áreas estudadas não apresentaram diferenças significativas, com exceção do N e P, maiores na restinga alta, provavelmente relacionados a maior atividade biológica no solo desta área, favorecidos pela maior quantidade de material orgânico e umidade.

- Comparando-se as médias dos teores de macronutrientes das folhas verdes com as coletadas na serapilheira, observou-se a redistribuição de N, P e K, em relação aos micronutrientes esta não foi detectada.

- Ocorreu um aumento nas concentrações de K, Ca e Mg nas folhas verdes, no período de maior deposição de folhas, concomitante ao período mais úmido, quente e de maior atividade metabólica das árvores.

- Algumas espécies apresentaram acúmulo de nutrientes nas folhas verdes e na serapilheira tais como, Mn em *Clusia criuva* (700 ug/g), de Al em *Terstroemia brasiliensis* (1000 ug/g), de Al e Si, em *Faramea marginata* (20000 ug/g e 6000 ug/g).

- Na média entre os dois anos amostrados, retornaram por hectare através da serapilheira as seguintes quantidades de nutrientes para a restinga baixa: 39,3 kg de N, 1,2 kg de P, 17,4 kg de K, 35,4 de Ca, 12,9 kg de Mg, 414 g de Fe, 1119 g de Mn, 42,9 g de Cu, 120 g de Zn, 175 g de B, 1601 g de Al e 2203 g de Si.

•Na restinga alta retornaram por hectare 82,4 kg de N, 2,4 kg de P, 27,7 kg de K, 50,7 kg de Ca, 18,1 kg de Mg, 782 g de Fe, 1085 g de Mn, 69,2 g de Cu, 121,5 g de Zn, 210 g de B, 3931 g de Al e 3130 g de Si.

•As baixas quantidades depositadas de N e P são compensadas pela alta eficiência na utilização destes elementos, com índices para as restingas baixa e alta de, respectivamente, 133 e 93 para o N e 4333 e 3208 para o P.

•A fração folhas foi a maior responsável pela transferência dos elementos minerais ao solo das áreas estudadas, tendo a fração ramos, papel importante na transferência de Ca, Mn, Cu e Zn, a fração flores/frutos na deposição de N e K e a fração miscelânea pela deposição de Si, Fe e Al.

•A contribuição percentual da água da chuva no total de nutrientes que chega ao solo, foi de 11,9 % para a restinga baixa e 9,3 % para a restinga alta. Na restinga baixa a precipitação interna contribuiu com 52,5 % do total de nutrientes depositados no solo e a restinga alta com 43,8 %. O fluxo predominante de deposição no solo florestal para o P e Ca é via serapilheira, para o Mg, os dois componentes contribuem de forma equivalente, para o K, a água de precipitação interna contribuiu com as maiores quantidades. Estes dados são concordantes com os encontrados na literatura.

•Os horizontes orgânicos encontrados na restinga baixa foram; Ln, Ln/Lv, Lv/Fr, Fr e Fm/Hr, e na restinga alta; Ln, Ln/Lv, Lv/Fr e Fr. Nas duas áreas reconhece-se a existência de um manto de raízes no subhorizonte Fr, sendo este dividido em Fr/folhas e Fr/raízes.

•Comparando-se os teores provenientes da serapilheira foliar com o horizonte orgânico L, os valores dos dois componentes apresentaram-se bastante próximos, acompanhando as variações ocorridas nas concentrações de cada área amostrada, com exceção do K, que teve seus teores diminuídos em virtude de sua alta solubilidade.

•Os elementos que tiveram aumento nos seus teores no horizonte F, tanto na restinga baixa quanto na alta, foram N, Fe, Cu e Al. O P apresentou um pequeno aumento nos teores médios no horizonte F da restinga baixa em relação ao horizonte L. Na restinga alta, houve um aumento no F correspondente a fração raízes e diminuição na fração folhas. K, Ca, Mg, B e Zn apresentaram uma diminuição em seus teores médios dos horizontes L em relação ao Fr. Mn e Si apresentaram comportamentos variáveis dentro do horizontes orgânico estudados.

•A ciclagem de nutrientes é semelhante nas duas áreas, evidenciado pelo comportamento bastante próximo no que diz respeito a sazonalidade da deposição de serapilheira e dos valores nos teores de nutrientes, próximos em todos os compartimentos estudados. A diferença entre as áreas está relacionada a maior produtividade primária líquida da restinga alta, o que se reflete na deposição mais elevada de serapilheira e conseqüentemente de nutrientes.

Devido a formação recente da planície costeira da área estudada na Ilha do Mel (menos de 5.000 anos), tanto a restinga baixa quanto a alta, devem ter sido formadas simultaneamente, somente que num processo sucessional diverso, onde a restinga alta desenvolveu-se mais rapidamente devido a maior umidade do solo, tendo provavelmente sido caracterizada como uma hidrosere, ou seja, seu processo sucessional iniciou-se na água, quando ainda da formação dos cordões litorâneos, que representava nas partes mais baixas, rios que serviam de barreiras para a deposição de areia. Já a restinga baixa, formada nestes depósitos de areia, iniciou seu processo sucessional em locais mais secos (xerosere), apresentando um desenvolvimento mais lento devido a menor disponibilidade de água.

Entre os fatores que determinam a produtividade do ecossistema (energia, água e nutrientes), a água influenciou de maneira significativa na maior produtividade primária líquida da restinga alta. A proximidade do lençol freático à superfície, propicia uma maior disponibilidade de água e nutrientes, em contrapartida a restinga baixa é freqüentemente influenciada pelo estresse hídrico entre os períodos de ocorrência de precipitações.

7. ANEXOS

TABELA A01 - MÉDIAS MENSAS E ANUAIS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS COMPENSADAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS (°C), PARA A REGIÃO DE PARANAGUÁ.

MESES	MÉDIA COMPENSADA				MÁXIMA/MÍNIMA			
	1948-1988	1991	1992	1993	1948-1988	1991	1992	1993
JAN	24,94	24,4	26,0	26,0	35,1/18,7	32,2/18,0	37,2/18,8	35,0/19,8
FEV	25,14	24,8	25,9	24,4	35,6/18,3	33,8/17,4	36,6/19,7	33,5/18,7
MAR	24,26	24,2	24,6	23,3	35,6/18,4	31,4/16,1	33,8/18,2	--/17,1
ABR	21,86	23,0	23,3	22,5	32,2/14,4	35,0/15,6	31,6/16,1	--/16,3
MAI	19,58	20,7	20,7	19,2	30,1/10,5	31,6/14,6	31,3/12,5	--/11,6
JUN	17,76	18,4	20,0	16,0	29,2/ 8,6	31,1/ 9,8	--/14,0	--/ 8,3
JUL	17,76	16,9	16,1	15,6	39,9/ 8,4	31,7/ 9,6	--/ 6,8	--/ 5,2
AGO	17,72	18,4	17,1	15,0	30,7/ 9,0	27,8/ 4,9	--/ 6,6	--/ 6,3
SET	18,62	19,6	18,2	16,7	29,9/10,8	31,0/12,2	--/13,9	--/ 8,7
OUT	20,14	21,1	21,7	20,0	32,4/12,6	38,2/13,1	33,3/14,7	--/11,4
NOV	22,16	23,3	22,4	22,8	33,1/14,9	38,2/16,7	33,6/15,1	--/16,7
DEZ	23,73	25,9	23,9	23,2	34,9/16,3	34,8/17,7	36,1/17,3	--/17,6
MÉDIA ANUAL	21,09	21,7	21,7	20,4	32,3/13,3	33,1/13,8	34,1/14,5	34,2/13,1

FONTE: 1948 à 1988 - SILVA (1990), 1991 e 1992 - 7° DISME / INMET, 1993 - 8° DISME/INMET.

TABELA A02 - MÉDIAS MENSAS E ANUAIS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm) NO PERÍODO DE 1948 A 1988, E TOTAIS MENSAS E ANUAIS PARA OS ANOS DE 1989 A 1993, PARA A REGIÃO DE PARANAGUÁ.

MESES	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)					
	1948-1988	1989	1990	1991	1992	1993
JAN	282,64	558,3	473,7	130,0	84,7	283,1
FEV	286,19	305,1	153,4	322,6	155,2	568,3
MAR	272,15	300,2	366,2	329,8	283,7	138,7
ABR	154,29	168,3	281,7	111,5	111,5	234,2
MAI	121,75	159,9	127,0	97,3	270,7	150,0
JUN	103,10	58,1	80,9	162,5	68,0	95,4
JUL	73,61	152,5	290,7	1,1	160,1	128,5
AGO	72,61	40,6	143,8	46,2	114,9	24,8
SET	119,53	259,2	120,8	108,7	82,6	342,0
OUT	153,42	164,8	154,1	223,8	126,6	80,0
NOV	161,63	91,8	136,5	403,8	154,6	60,6
DEZ	188,27	272,6	105,5	340,9	123,7	236,5
TOTAL	1959,02	2569,4	2434,3	2278,2	1736,3	2342,1

FONTE: 1948 à 1988 - SILVA (1990), 1989 à 1992 - 7° DISME/INMET, 1993 - 8° DISME/INMET

TABELA A03 - MÉDIAS MENSIS E ANUAIS PARA A UMIDADE RELATIVA DO AR (%) E EVAPORAÇÃO À SOMBRA (EVAPORÍMETRO DE PICHE, mm) NO PERÍODO DE 1948 À 1988 E UMIDADE RELATIVA DO AR PARA OS ANOS DE 1991 À 1993, PARA A REGIÃO DE PARANAGUÁ.

MESES	UMIDADE RELATIVA				EVAPORAÇÃO À SOMBRA
	1948-1988	1991	1992	1993	1948-1988
JAN	82,22	82	90	94	83,04
FEV	84,12	90	91	94	68,91
MAR	84,59	87	93	95	67,76
ABR	85,02	86	94	94	59,08
MAI	85,57	86	96	94	53,37
JUN	86,07	88	96	96	45,79
JUL	85,47	82	97	94	50,27
AGO	86,27	86	96	92	50,48
SET	86,31	86	97	94	53,44
OUT	84,92	84	95	93	63,35
NOV	82,41	81	95	91	76,91
DEZ	81,54	84	96	69	84,72
MÉDIA ANUAL	84,54	85	95	92	63,09

FONTE: 1948 à 1988 - SILVA (1990), 1991 e 1992 - 7º DISME/INMET -1993 - 8º DISME/INMET

TABELA A04 - MINERAIS OCORRENTES NOS SEDIMENTOS ARENOSOS DA ILHA DO MEL, SEGUNDO ANGULO *et al.* (1994) - COMPOSIÇÃO QUÍMICA SEGUNDO DANA (1965).

MINERAL	COMPOSIÇÃO QUÍMICA
Turmalina -	$XY_3Al_6(BO_3)_3(Si_6O_{18})(OH)_4$ X= Na, Ca, Mg - Y= Al, Fe ³ , Li
Zircão -	ZrSiO ₄
Pistacita -	Ca ₂ (Al,Fe)Al ₂ O(SiO ₄)(Si ₂ O ₇)(OH)
Estaurolita -	Fe ₂ Al ₉ O ₇ (SiO ₄) ₄ (OH)
Kianita -	Al ₂ SiO ₅
Silimanita -	Al ₂ SiO ₅
Hornblenda -	Ca ₂ Na(Mg,Fe ²) ₄ (AlFe ³ ,Ti) ₃ Si ₈ O ₂₂ -(O,OH) ₂
Magnetita -*	Fe ₂ O ₄
Ilmenita - *	FeO.TiO ₂

* - RESULTADO DE ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS REALIZADAS POR ANGULO *et al.* (comunicação pessoal), DE AMOSTRAS DO PERFIL DO SOLO.

TABELA A05 - DESCRIÇÃO GERAL DOS PERFIS DE SOLO.

Restinga baixa - Perfil 1

CLASSIFICAÇÃO - Podzol distrófico A fraco textura arenosa fase floresta não hidrófila de restinga com relevo plano.

LOCALIZAÇÃO - Ilha do Mel, Município de Paranaguá, Paraná.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Planície arenosa quaternária.

MATERIAL DE ORIGEM - Sedimentos marinhos depositados no período Quaternário.

RELEVO - Plano.

DRENAGEM - Excessivamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta não hidrófila de restinga.

USO ATUAL - área de Preservação Permanente.

Descrição morfológica

A1 - 0-12 cm, cinza escuro (5 YR 4/1, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

A21 - 12-25 cm, cinza (5 YR 6/1, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

A22 - 25-74 cm, cinza claro (5 YR 7/1, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

Bir1 - 74-98 cm, bruno (7,5 YR 5/4, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

Bir2 - 98-120 cm, bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4, úmido); areia; fraca pequena granular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Bir3 - 120 -138 cm, bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); areia; fraca pequena granular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Bir 4 - 138 - 161+ cm, bruno escuro (7,5 YR 3/4, úmido); areia; fraca pequena granular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Restinga baixa - Perfil 2

CLASSIFICAÇÃO - Podzol distrófico A moderado textura arenosa fase floresta não hidrófila de restinga com relevo plano.

LOCALIZAÇÃO - Ilha do Mel, Município de Paranaguá, Paraná.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Planície arenosa quaternária.

MATERIAL DE ORIGEM - Sedimentos marinhos depositados no período Quaternário.

RELEVO - Plano.

DRENAGEM - Excessivamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta não hidrófila de restinga.

USO ATUAL - área de Preservação Permanente.

Descrição morfológica

A1 - 0-13 cm, cinza (10 YR 5/1, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

A12 - 13-20 cm, bruno (7,5 YR 5/2, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

A2 - 20-93 cm, cinzento rosado (7,5 YR 7/2, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

Bh1 - 93-106 cm, bruno (7,5 YR 5/4, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

Bh2 - 106-125 cm, bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); areia; grãos simples; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Bh3 - 125 -153 cm, preto (10 YR 2/1, úmido); areia; fraca pequena granular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Bir - 153 - 169+ cm, bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); areia; fraca pequena granular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

TABELA A05 - Continuação

Restinga alta - Perfil 3

CLASSIFICAÇÃO - Podzol distrófico A moderado textura arenosa fase floresta hidrófila de restinga com relevo plano.

LOCALIZAÇÃO - Ilha do Mel, Município de Paranaguá, Paraná.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Planície arenosa quaternária.

MATERIAL DE ORIGEM - Sedimentos marinhos depositados no período Quaternário.

RELEVO - Plano.

DRENAGEM - Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta hidrófila de restinga.

USO ATUAL - área de Preservação Permanente.

Descrição morfológica

A1 - 0-18 cm, cinza muito escuro (5 YR 3/1, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

A2 - 18-32 cm, bruno acinzentado (10 YR 5/2, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

Bir - 32-61 cm, bruno amarelado (10 YR 5/4, úmido); areia; grãos simples; solto, não plástico e não pegajoso.

Bir - 61-80 cm, bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido); areia; fraca pequena granular solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Bir - 80-93 cm, bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); areia; fraca pequena granular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

C - 93 - 118+ cm, bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido); areia; fraca pequena granular; solto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

TABELA A06 - CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS E PROFUNDIDADE DOS HORIZONTES.

HORIZONTE	Símbolo	Profundidade (cm)	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)					
			Areia grossa	Areia fina	Areia	Silte	Argila	
PERFIL 1	A 1	0-12	2.0	72.0	74.0	20.0	6.0	
	A21	12-25	2.0	86.0	88.0	10.0	2.0	
	A22	25-74	2.0	96.0	98.0	0.0	2.0	
	Rest.baixa	Bir1	74-98	2.0	94.0	96.0	2.0	2.0
	Bir2	98-120	0.0	98.0	98.0	0.0	2.0	
	Bir3	120-138	2.0	96.0	98.0	0.0	2.0	
	Bir4	138-161+	0.0	98.0	98.0	0.0	2.0	
PERFIL 2	A11	0-13	0.0	80.0	80.0	16.0	4.0	
	A12	13-20	2.0	94.0	94.0	0.0	4.0	
	Rest baixa	A2	20-93	0.0	98.0	98.0	0.0	2.0
		Bh1	93-106	0.0	98.0	98.0	0.0	2.0
	Bh2	106-125	2.0	94.0	96.0	0.0	4.0	
	Bh3	125-153	0.0	98.0	98.0	0.0	2.0	
	Bir1	153-169+	4.0	94.0	98.0	0.0	2.0	
PERFIL 3	A 1	0-18	2.0	78.0	80.0	16.0	4.0	
	A 2	18-32	2.0	94.0	96.0	0.0	4.0	
	Rest. alta	Bir1	32-61	2.0	92.0	94.0	2.0	4.0
		Bir2	61-80	2.0	92.0	94.0	2.0	4.0
	Bir3	80-93	2.0	96.0	98.0	0.0	2.0	
	C	93-118+	2.0	94.0	96.0	2.0	2.0	

TABELA A07 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS.

HORIZONTE	C	pH	Ca	Mg	K	S	Al	H	T	V	m	P		
													(%)	CaCl
PERFIL 1	A 1	2.6	3.4	0.4	0.5	0,06	0.96	0.7	5.1	6.8	14.2	42.2	3.0	
	A21	0.4	3.7	0.2	0.2	---	0.4	0.2	2.3	2.9	14.1	32.8	1.0	
	Rest baixa	A22	0.1	4.1	0.2	0.3	---	0.5	0.2	1.8	2.5	20.3	28.2	1.0
		Bir1	0.1	3.7	0.2	0.2	---	0.4	0.2	2.3	2.9	14.1	32.8	1.0
	Bir2	0.3	3.6	0.4	0.3	---	0.7	0.5	4.1	5.3	13.4	41.3	1.0	
	Bir3	0.6	3.7	0.2	0.3	0.01	0.51	0.9	4.1	5.5	9.3	63.8	1.0	
	Bir4	0.5	3.6	0.2	0.2	---	0.4	0.9	4.1	5.4	7.6	68.7	1.0	
PERFIL 2	A11	3.5	3.4	0.3	0.7	0,09	1.09	0.7	7.7	9.5	11.5	39.1	3.0	
	A12	1.0	3.6	0.4	0.3	0.01	0.71	0.4	2.6	3.7	19.1	36.0	1.0	
	Rest baixa	A2	0.1	4.1	0.2	0.2	---	0.4	0.2	2.2	2.8	14.6	32.8	1.0
		Bh1	0.3	3.8	0.3	0.5	---	0.8	0.5	2.7	4.0	20.2	38.2	1.0
	Bh2	0.9	3.4	0.2	0.6	---	0.8	1.2	3.6	6.6	12.3	59.7	1.0	
	Bh3	1.4	3.5	0.3	0.4	---	0.7	1.8	6.0	8.5	8.3	71.7	1.0	
	Bir1	1.0	3.6	0.4	0.2	---	0.6	1.2	5.0	6.8	9.0	66.3	1.0	
PERFIL 3	A 1	4.0	3.4	0.3	0.6	0,12	1.02	1.4	9.0	11.4	8.9	57.9	7.0	
	A 2	0.4	3.7	0.2	0.2	---	0.4	0.5	2.7	3.6	11.4	54.9	1.0	
	Rest alta	Bir 1	0.2	4.0	0.2	0.2	---	0.4	0.6	3.1	4.1	10.0	59.4	1.0
		Bir 2	0.1	4.2	0.2	0.3	---	0.5	0.4	2.6	3.5	14.5	44.0	1.0
	Bir 3	0.2	4.1	0.3	0.3	---	0.6	0.8	2.6	4.0	15.2	56.7	4.0	
	C	0.1	4.2	0.2	0.2	---	0.4	0.6	2.1	3.1	13.2	59.4	1.0	

TABELA A08 - ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES AMOSTRADAS NA RESTINGA BAIXA E ALTA E SEUS PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS EM ORDEM DECRESCENTE DE VI. N° IND. = número de indivíduos; N°PARC. = número de parcelas de ocorrência; FA = frequência absoluta; AB = área basal; DR = densidade relativa; DOR = dominância relativa; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Restinga baixa

	N°IND	N°PARC	FA	AB	DR	DOR	FR	VI
<i>Ocotea pulchella</i>	190	30	100	1.70	22.6	23.5	9.5	55.7
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	133	29	96	1.16	15.8	16.1	9.2	41.1
<i>Ilex pseudobuxus</i>	108	27	90	1.03	12.8	14.3	8.5	35.7
<i>Clusia parviflora</i>	50	24	80	0.50	5.9	6.9	7.6	20.5
<i>Calophyllum brasiliense</i>	60	22	73	0.45	7.1	6.3	6.9	20.4
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	49	22	73	0.50	5.8	6.9	6.9	19.7
<i>Psidium cattleianum</i>	54	28	93	0.29	6.4	4.1	8.8	19.4
<i>Myrcia multiflora</i>	36	20	66	0.28	4.3	3.9	6.3	14.5
<i>Guapira opposita</i>	30	16	53	0.17	3.6	2.4	5.0	11.1
<i>Tapirira guianensis</i>	21	14	46	0.26	2.5	3.7	4.4	10.6
<i>Ilex theezans</i>	23	15	50	0.21	2.7	2.9	4.7	10.4
<i>Ilex dumosa</i>	19	12	40	0.12	2.3	1.7	3.8	7.8
<i>Rapanea venosa</i>	14	12	40	0.04	1.6	.62	3.8	6.1
<i>Andira fraxinifolia</i>	8	7	23	0.14	.95	2.0	2.2	5.2
<i>Calyptanthes rubella</i>	8	7	23	0.04	.95	.58	2.2	3.7
<i>Maytemus alaternoides</i>	7	6	20	0.03	.83	.52	1.9	3.2
<i>Pera grablata</i>	7	6	20	0.03	.83	.46	1.9	3.2
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	6	4	13	0.07	.72	1.1	1.2	3.0
<i>Pouteria beaurepairei</i>	2	2	6	0.05	.24	.72	.63	1.6
<i>Eugenia catharinae</i>	3	3	10	0.01	.36	.15	.95	1.4

Restinga alta

	N°IND	N°PARC	FA	AB	DR	DOR	FR	VI
<i>Tapirira guianensis</i>	45	21	70	2.46	9.0	22.6	6.9	38.6
<i>Calophyllum brasiliense</i>	20	16	53	2.62	4.0	24.0	5.3	33.3
<i>Faramea marginata</i>	46	23	76	0.34	15.2	3.1	7.6	25.9
<i>Myrcia racemosa</i>	63	24	80	0.35	12.6	3.2	7.9	23.8
<i>Ocotea pulchella</i>	24	13	43	0.73	4.8	6.7	4.3	15.8
<i>Alchornea triplinervia</i>	25	16	53	0.46	5.0	4.3	5.3	14.6
<i>Scheffleria angustissimum</i>	25	12	40	0.40	5.0	3.7	3.9	12.7
<i>Myrcia insularis</i>	19	12	40	0.28	3.8	2.6	3.9	10.4
<i>Eugenia sulcata</i>	18	12	40	0.30	3.6	2.8	3.9	10.4
<i>Pera glabrata</i>	18	10	33	0.37	3.6	3.3	3.3	10.3
<i>Guarea macrophylla</i>	14	13	43	0.05	2.8	.51	4.3	7.6
<i>Marlieria tomentosa</i>	15	9	30	0.07	3.0	.72	3.0	6.7
<i>Sloanea guianensis</i>	9	6	20	0.13	1.8	1.3	1.9	5.0
Indeterminadas	6	5	16	0.21	1.2	1.9	1.6	4.8
<i>Calyptanthes eugeniopsoides</i>	8	7	23	0.03	1.6	.28	2.3	4.2
<i>Eugenia</i> sp.	4	3	10	0.25	.80	2.4	1.0	4.1
<i>Guatteria dusenii</i>	7	7	23	0.04	1.4	.45	2.3	4.1
<i>Myrcia glabra</i>	6	6	20	0.08	1.2	.82	1.9	4.0
<i>Gomidesia shaueriana</i>	5	5	16	0.13	1.0	1.2	1.6	3.9
<i>Amaioua guianensis</i>	7	5	16	0.05	1.4	.47	1.6	3.5

TABELA A09 - VALORES MÉDIOS QUINZENAIS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI), E INTERCEPTAÇÃO Í, EXPRESSOS EM mm, E PERCENTAGEM DE INTERCEPTAÇÃO EM RELAÇÃO A PRECIPITAÇÃO TOTAL. (DP- DESVIO PADRÃO, CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO).

DATA	PT	DP	CV	PI	DP	CV
ANO 1						
(Restinga baixa)						
16/11/92 (instalação)						
29/06/91	126,26	1,26	1,00	100,84	43,27	42,91
12/07/91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28/07/91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/08/91	57,08	0,54	0,95	39,51	19,19	48,57
24/08/91	14,10	0,73	5,20	9,90	2,42	24,43
07/09/91	20,05	0,37	1,85	10,31	4,02	38,98
22/09/91	26,76	0,56	2,08	20,09	7,81	38,85
05/10/91	144,99	1,01	0,70	99,83	25,50	25,54
19/10/91	92,46	1,82	1,96	62,14	30,77	49,52
02/11/91	39,44	1,26	3,19	27,70	8,96	32,35
15/11/91	181,28	1,80	0,99	140,85	47,27	33,56
30/11/91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14/12/91	67,94	2,87	4,22	39,22	23,64	60,28
31/12/91	142,67	12,85	9,01	120,71	36,39	30,15
11/01/92	28,33	2,51	8,87	25,78	11,27	43,73
25/01/92	74,40	4,28	5,75	61,12	12,05	19,72
08/02/92	38,11	2,55	6,70	22,04	12,43	56,41
22/02/92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08/03/92	172,99	16,88	9,76	123,54	38,43	31,11
21/03/92	29,00	6,06	20,90	27,17	12,53	46,12
04/04/92	179,62	16,08	8,95	164,56	40,82	24,80
19/04/92	32,64	4,00	12,25	26,42	14,57	55,13
01/05/92	57,33	0,69	1,21	31,48	8,86	28,14
16/05/92	135,05	1,17	0,87	107,62	34,02	31,61
30/05/92	67,94	0,83	1,22	56,61	12,41	21,91
14/06/92	73,24	1,91	2,60	72,08	22,79	31,62
TOTAL ANUAL	1801,67	82,03	4,55	1389,53	469,41	33,78
ANO 2						
(Restinga baixa)						
27/6/92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/07/92	102,40	5,06	4,94	71,04	18,38	25,87
25/07/92	77,05	1,55	2,01	60,07	24,55	40,87
08/08/92	46,06	0,45	0,99	34,22	10,18	29,74
22/08/92	42,46	2,18	5,13	29,99	8,43	28,10
05/09/92	33,76	0,79	2,35	27,06	5,04	18,64
19/09/92	41,01	4,81	11,72	32,00	13,93	43,52
10/10/92	71,75	9,99	13,92	50,62	19,33	38,18
17/10/92	31,48	1,55	4,92	26,14	8,18	31,29
31/10/92	20,05	4,44	22,14	13,44	5,75	42,79
15/11/92	21,71	2,58	11,89	19,22	4,68	24,36
28/11/92	129,25	2,27	1,76	93,10	15,90	17,08
11/12/92	45,57	6,60	14,49	38,99	8,23	21,12
28/12/92	35,46	2,83	7,99	29,20	6,20	21,21
07/01/93	57,66	2,16	3,75	47,80	11,78	24,64
24/01/93	166,20	1,61	0,97	123,86	42,21	34,08
06/02/93	59,24	2,19	3,70	47,59	13,61	28,60
17/02/93	108,20	1,61	1,49	88,74	22,81	25,70
06/03/92	265,62	5,99	2,26	205,26	29,97	14,60
20/03/93	51,57	2,38	4,61	35,90	14,03	39,08
03/04/93	244,90	6,10	2,49	174,22	91,67	52,62
17/04/93	75,06	0,45	0,60	62,85	30,31	48,23
01/05/93	254,35	4,17	1,64	225,12	92,31	41,00
16/05/93	115,37	4,51	3,91	103,56	19,55	18,88
29/05/92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/06/93	114,75	3,35	2,92	100,56	46,55	46,29
26/06/93	50,70	1,59	3,14	43,99	16,90	38,42
TOTAL ANUAL	2261,64	81,23	3,59	1784,57	580,47	32,53

TABELA A09 - Continuação

	PI	DV	CV	I	%	I	%
ANO 1	(Restinga alta)			(Restinga baixa)		(Restinga alta)	
16/11/92							
29/06/91	102,18	33,45	32,73	25,42	20,13	24,08	19,07
12/07/91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28/07/91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/08/91	34,96	10,21	29,20	17,57	30,79	22,12	38,75
24/08/91	8,66	3,78	43,66	4,20	29,79	5,44	38,60
07/09/91	13,92	4,40	31,65	9,74	48,58	6,13	30,58
22/09/91	21,13	4,71	22,31	6,67	24,92	5,63	21,05
05/10/91	112,57	24,75	21,98	45,15	31,14	32,42	22,36
19/10/91	62,41	16,62	26,63	30,32	32,80	30,05	32,50
02/11/91	24,23	8,30	34,25	11,74	29,77	15,20	38,55
15/11/91	92,38	37,40	40,48	40,43	22,30	88,90	49,04
30/11/91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14/12/91	35,38	13,63	38,53	28,72	42,28	32,56	47,93
31/12/91	106,46	29,45	27,66	21,96	15,39	36,21	25,38
11/01/92	25,10	9,12	36,35	2,56	9,03	3,23	11,40
25/01/92	46,40	14,49	31,24	13,27	17,84	28,00	37,64
08/02/92	24,19	10,50	43,41	16,07	42,17	13,92	36,52
22/02/92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08/03/92	106,15	51,31	48,33	49,45	28,59	66,84	38,64
21/03/92	15,65	4,44	28,36	1,82	6,29	13,35	46,03
04/04/92	104,10	47,02	45,16	15,06	8,38	75,52	42,04
19/04/92	20,44	8,14	39,84	6,22	19,06	12,21	37,39
01/05/92	30,01	10,53	35,08	25,85	45,09	27,32	47,66
16/05/92	78,87	34,14	43,29	27,42	20,31	56,17	41,60
30/05/92	42,44	0,00	0,00	11,32	16,67	25,50	37,53
14/06/92	43,08	18,28	42,43	1,16	1,58	30,16	41,18
TOTAL ANUAL	1150,72	394,67	34,30	412,15	22,88	29,59	35,52
ANO 2	(Restinga alta)			(Restinga baixa)		(Restinga alta)	
27/6/92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/07/92	74,15	18,52	24,97	31,36	30,62	28,25	27,59
25/07/92	57,40	17,73	30,89	16,98	22,04	19,65	25,50
08/08/92	35,83	10,34	28,87	11,85	25,72	10,23	22,21
22/08/92	26,18	9,39	35,87	12,47	29,37	16,28	38,34
05/09/92	24,86	7,89	31,72	6,70	19,84	8,91	26,38
19/09/92	31,48	16,94	53,79	9,01	21,97	9,53	23,23
10/10/92	52,89	5,90	11,16	21,13	29,45	18,86	26,29
17/10/92	24,03	8,79	36,59	5,34	16,96	7,46	23,68
31/10/92	17,40	14,87	85,48	6,61	32,97	2,65	13,22
15/11/92	17,23	5,36	31,11	2,49	11,45	4,47	20,61
28/11/92	96,20	27,14	28,21	36,14	27,96	33,05	25,57
11/12/92	45,15	30,22	66,94	6,58	14,44	0,41	0,91
28/12/92	19,61	6,35	32,37	6,26	17,64	15,85	44,70
07/01/93	45,75	9,98	21,82	9,86	17,10	11,91	20,66
24/01/93	107,91	19,27	17,85	42,34	25,47	58,29	35,07
06/02/93	35,52	19,91	56,06	11,65	19,66	23,72	40,03
17/02/93	66,52	6,60	9,92	19,46	17,99	41,69	38,53
06/03/92	240,74	45,81	19,03	60,36	22,72	24,88	9,37
20/03/93	30,93	6,25	20,21	15,67	30,39	20,64	40,03
03/04/93	169,96	88,42	52,02	70,68	28,86	74,94	30,60
17/04/93	51,16	13,68	26,75	12,21	16,27	23,90	31,84
01/05/93	209,73	59,54	28,39	29,23	11,49	44,62	17,54
16/05/93	113,86	40,64	35,69	11,81	10,23	1,51	1,31
29/05/92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/06/93	79,54	21,07	26,49	14,19	12,36	35,21	30,69
26/06/93	42,62	15,00	35,20	6,71	13,24	8,08	15,94
TOTAL ANUAL	1716,65	525,61	30,62	19,08	21,05	21,80	25,19

TABELA A10 - MEDIDAS DA PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO, EM cm.

ANO 1	Restinga baixa				Restinga alta			
	P 1	P 2	P 3	MÉDIA	P 4	P 5	P 6	MÉDIA
DATA								
30/06/91	70	84	52	68.7	16	25	0	13.7
12/07/91	92	119	104	105.0	55	60	40	51.7
28/07/91	118	147	124	129.7	79	90	61	76.7
24/08/91	135	150	139	141.3	90	95	70	85.0
07/09/91	152	172	142	155.3	94	107	83	94.7
22/09/91	160	190	160	170.0	110	125	95	110.0
05/10/91	78	104	76	86.0	24	32	0	18.7
19/10/91	85	108	81	91.3	32	40	0	24.0
02/11/91	104	115	105	108.0	0	0	0	0.0
15/11/91	55	70	60	61.7	15	27	0	14.0
30/11/91	180	202	168	183.3	48	108	111	89.0
14/12/91	110	131	125	122.0	83	84	52	73.0
31/12/91	77	110	92	93.0	42	47	12	33.7
11/01/92	110	128	115	117.7	55	66	38	53.0
25/01/92	95	107	98	100.0	57	62	43	54.0
08/02/92	122	147	124	131.0	81	86	64	77.0
22/02/92	133	168	13	104.7	95	88	83	88.7
08/03/92	93	105	85	94.3	27	47	15	29.7
21/03/92	125	135	114	124.7	73	76	50	66.3
04/04/92	40	60	40	46.7	11	26	5	14.0
19/04/92	84	105	91	93.3	52	52	38	47.3
16/05/92	42	65	53	53.3	18	21	0	13.0
30/05/92	49	49	44	47.3	0	10	0	3.3
14/06/92	70	86	77	77.7	36	42	20	32.7
MÉDIA ANUAL	99.1	119.0	95.1	103.8	36,2	59.0	36.6	48.5
ANO 2								
27/6/92	89	111	100	100.0	56	63	50	56.3
11/07/92	66	85	69	73.3	16	22	0	12.7
25/07/92	70	90	78	79.3	28	30	2	20.0
08/08/92	74	96	64	78.0	29	32	0	20.3
22/08/92	76	96	93	88.3	39	45	9	31.0
05/09/92	92	107	89	96.0	48	48	18	38.0
19/09/92	103	118	99	106.7	58	62	33	51.0
10/10/92	100	112	86	99.3	39	34	5	26.0
17/10/92	92	104	98	98.0	43	47	13	34.3
31/10/92	120	139	121	126.7	76	76	55	69.0
15/11/92	150	165	155	156.7	95	93	71	86.3
28/11/92	105	121	102	109.3	49	59	28	45.3
11/12/92	120	133	110	121.0	74	73	40	62.3
28/12/92	140	159	150	149.7	98	101	84	94.3
07/01/93	121	138	127	128.7	80	87	52	73.0
24/01/93	86	104	81	90.3	24	26	0	16.7
06/02/93	97	125	96	106.0	66	65	34	55.0
17/02/93	81	103	74	86.0	20	29	0	16.3
06/03/92	22	49	31	34.0	0	15	0	5.0
20/03/93	51	79	60	63.3	13	28	0	13.7
03/04/93	20	40	32	30.7	0	20	0	6.7
17/04/93	41	61	52	51.3	10	18	5	11.0
01/05/93	8	29	5	14.0	0	0	0	0.0
16/05/93	12	32	11	18.3	0	0	0	0.0
29/05/92	15	36	18	23.0	0	0	0	0.0
12/06/93	20	44	30	31.3	0	0	0	0.0
26/06/93	52	82	71	68.3	18	15	0	11.0
MÉDIA ANUAL	74.9	94.7	77.9	82.5	36.3	40.3	18.5	31.7

TABELA A11 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON, ENTRE PARÂMETROS CLIMÁTICOS E DE DEPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA. PP - PRECIPITAÇÃO (DADOS DA ESTAÇÃO DE PARANAGUÁ), PT - PRECIPITAÇÃO (MEDIDA NA ÁREA), NB - NEBULOSIDADE, TEM - TEMPERATURA MÉDIA COMPENSADA, TMA- TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA, TMI - TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA, UMI- UMIDADE RELATIVA DO AR, EP - EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL, EXC - EXCEDENTE HÍDRICO, ST1 E ST2 - PESO TOTAL DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA, SF1 E SF2 - PESO DA FRAÇÃO FOLHAS, SR1 E SR2 - PESO DA FRAÇÃO RAMOS, SFL1 E SFL2- PESO DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS, SM1 E SM2 - PESO DA FRAÇÃO MISCELÂNEA. N° DE REPETIÇÕES = 25.

	PP	PT	NEB	TEM	TMA	TMI	UMI	EP	EXC	ST1	ST2	SF1	SF2
PP	1,000												
PT	0,789**	1,000											
NEB	0,170	0,221	1,000										
TEM	0,104*	0,379	-0,070	1,000									
TMA	0,369	0,187	-0,079	0,692	1,000								
TMI	0,482*	0,378	-0,029	0,928**	0,728**	1,000							
UMI	-0,056	0,193	0,549**	-0,065	-0,274	0,056	1,000						
EP	0,476*	0,341	-0,051	0,969**	0,721**	0,881**	-0,074	1,000					
EXC	0,954**	0,772**	0,156	0,248	0,195	0,248	-0,073	0,224	1,000				
ST1	0,305	0,188	0,019	0,655**	0,462*	0,593**	-0,238	0,684**	0,128	1,000			
ST2	0,320	0,190	0,074	0,655**	0,509**	0,624**	-0,182	0,671**	0,146	0,927**	1,000		
SF1	0,386	0,152	0,165	0,644**	0,553**	0,594**	-0,251	0,700**	0,208	0,910**	0,873**	1,000	
SF2	0,363	0,189	0,223	0,582**	0,561**	0,544**	-0,187	0,641**	0,206	0,844**	0,923**	0,917**	1,000
SR1	0,071	0,130	-0,163	0,392	0,164	0,339	-0,220	0,385	-0,033	0,839**	0,764**	0,556**	0,543**
SR2	0,059	0,068	-0,146	0,284	0,036	0,286	-0,178	0,213	-0,012	0,681**	0,733**	0,444*	0,470*
SFL1	0,254	0,308	-0,692	0,694**	0,396	0,654**	0,169	0,669**	0,079	0,538**	0,396	0,370	0,291
SFL2	0,272	0,184	-0,093	0,696**	0,547**	0,701**	0,145	0,674**	0,088	0,246	0,241	0,190	0,116
SM1	0,271	0,108	-0,093	0,475*	0,315	0,369	-0,377	0,518**	0,152	0,894**	0,841**	0,760**	0,741**
SM2	0,215	0,152	-0,062	0,727**	0,512**	0,657	-0,085	0,780**	0,023	0,782**	0,792**	0,709**	0,649**

	SG1	SG2	SFL1	SFL2	SM1	SM2
SR1	1,000					
SR2	0,855	1,000				
SFL1	0,433*	0,238	1,000			
SFL2	0,144	-0,023	0,546**	1,000		
SM1	0,858**	0,711**	0,305	0,136	1,000	
SM2	0,653**	0,516**	0,446*	0,519**	0,701	1,000

* Valor significativa ao nível de 0,05 pelo teste t "student".

** Valor significativa ao nível de 0,01 pelo teste t "student".

TABELA A12 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA A PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT), PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) E PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO. N° DE REPETIÇÕES = 51.

	PT	PI1	PI2	LE1	LE2
PT	1,000				
PI1	0,963	1,000			
PI2	0,946	0,964	1,000		
LE1	0,642	0,665	0,634	1,000	
LE2	0,540	0,562	0,525	0,830	1,0000

Todos os valores são significativos ao nível de 0,01 pelo teste t "student".

TABELA A13 - ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO PESO TOTAL E FRAÇÕES DA SERAPILHEIRA (ANOS 1 E 2).

ANO 1		QUADRADO MÉDIO				
Fonte de var.	G.L.	TOTAL	FOLHAS	RAMOS	FL/FR	MISCELÂNEA
			Log x+1	Log x+1	Arctan x+1	Arctan x+1
área	1	31483,53**	10,7268**	16,2109**	0,24516ns	1,81884**
Erro Exp.(a)	28	312,79	0,1334	0,4565	0,07738	0,01139
Meses	12	24726,13**	9,9196**	13,7088**	0,83130**	0,25276**
área x Mês	12	721,81ns	0,5943**	0,5148ns	0,06336ns	0,07928**
Erro Exp.(b)	336	521,95	0,1389	0,4864	0,03939	0,01507
Total (S.Q.)	389	520994,00	187,3183	363,1204	26,3842	11,1883

ANO 2		QUADRADO MÉDIO				
Fonte de var.	G.L.	TOTAL	FOLHAS	RAMOS	FL/FR	MISCELÂNEA
			Log x+1	Log x+1	Arctan x+1	Arctan x+1
área	1	37250,08**	12140,85**	23,9345**	0,10781ns	3,79828**
Erro Exp.(a)	28	387,61	317,14	0,6019	0,05917	0,02267
Meses	12	24530,00**	10525,78**	21,1737**	0,83430**	0,50286**
área x Mês	12	1910,75**	913,54**	0,9025*	0,10923**	0,03964**
Erro Exp.(b)	336	534,62	253,74	0,4613	0,03793	0,00980
Total (S.Q.)	389	545025,32	243551,99	460,7135	25,0563	14,23274

ns - F não significativo

* - F significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - F significativo ao nível de 1 % de probabilidade

TABELA A14 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - %).

BIMESTRE		N		P		K			
<u>Restinga baixa</u>									
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv			
JU/JL/AG	0,77 ± 0,082	10,6	0,024 ± 0,002	8,3	0,48 ± 0,074	15,3			
SET/OUT	0,70 ± 0,064	9,1	0,020 ± 0,004	21,2	0,36 ± 0,007	2,0			
NOV/DEZ	0,63 ± 0,035	5,6	0,020 ± 0,001	7,0	0,32 ± 0,085	26,5			
JAN/FEV	0,67 ± 0,010	1,5	0,020 ± 0,003	13,0	0,23 ± 0,044	19,1			
MAR/ABR	0,84 ± 0,265	31,5	0,022 ± 0,002	10,8	0,24 ± 0,029	12,0			
MAI/JUN	0,81 ± 0,080	9,8	0,020 ± 0,002	10,7	0,30 ± 0,081	27,1			
MÉDIA	0,73 ± 0,083	11,2	0,022 ± 0,002	8,0	0,32 ± 0,092	28,5			
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	0,68 ± 0,057	a	8,4	0,024 ± 0,002	a	6,9	0,45 ± 0,119	b	26,3
AGO/SET	0,72 ± 0,120	a	16,7	0,024 ± 0,001	a	3,7	0,30 ± 0,030	a	10,0
OUT/NOV	0,72 ± 0,095	a	13,3	0,028 ± 0,003	a	10,7	0,40 ± 0,044	b	11,0
DEZ/JAN	0,68 ± 0,036	a	5,3	0,028 ± 0,005	a	16,9	0,39 ± 0,064	b	16,5
FEV/MAR	0,75 ± 0,050	a	6,7	0,026 ± 0,004	a	14,5	0,34 ± 0,059	ab	17,8
AB/MA/JU	0,78 ± 0,062	a	8,1	0,028 ± 0,005	a	17,1	0,42 ± 0,094	b	22,4
MÉDIA	0,72 ± 0,039	A	5,4	0,026 ± 0,002	A	7,5	0,38 ± 0,055	A	14,3
<u>Restinga alta</u>									
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv			
JU/JL/AG	1,36 ± 0,504	37,1	0,034 ± 0,008	21,4	0,43 ± 0,046	10,7			
SET/OUT	0,96 ± 0,064	8,7	0,032 ± 0,003	8,3	0,27 ± 0,056	20,9			
NOV/DEZ	0,93 ± 0,078	8,3	0,032 ± 0,003	8,8	0,37 ± 0,014	3,8			
JAN/FEV	1,17 ± 0,147	12,5	0,030 ± 0,003	8,7	0,33 ± 0,053	16,2			
MAR/ABR	1,37 ± 0,220	16,1	0,032 ± 0,004	13,7	0,24 ± 0,046	19,5			
MAI/JUN	1,16 ± 0,204	17,6	0,028 ± 0,005	18,2	0,27 ± 0,054	20,2			
MÉDIA	1,16 ± 0,188	A	16,2	0,031 ± 0,010	6,6	0,32 ± 0,072	22,7		
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	1,13 ± 0,162	a	14,4	0,032 ± 0,004	ab	13,7	0,44 ± 0,103	b	23,4
AGO/SET	1,13 ± 0,134	a	11,8	0,030 ± 0,005	ab	15,0	0,36 ± 0,058	a	15,9
OUT/NOV	1,00 ± 0,046	a	4,6	0,026 ± 0,001	a	4,1	0,39 ± 0,043	b	11,0
DEZ/JAN	1,03 ± 0,161	a	15,7	0,028 ± 0,006	ab	21,4	0,44 ± 0,042	b	9,4
FEV/MAR	1,16 ± 0,067	a	5,8	0,034 ± 0,003	ab	9,5	0,64 ± 0,057	ab	8,9
AB/MA/JU	1,17 ± 0,101	a	8,6	0,036 ± 0,005	b	13,7	0,64 ± 0,069	b	10,8
MÉDIA	1,10 ± 0,071	B	6,4	0,030 ± 0,004	B	12,1	0,48 ± 0,124	A	25,5

TABELA A14 - Continuação

BIMESTRE		Ca	Mg		Al				
<u>Restinga baixa</u>									
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp		cv	g/100g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv		
JU/JL/AG	0,64 ± 0,044		6,8	0,27 ± 0,012	4,2	471 ± 61	13,1		
SET/OUT	0,68 ± 0,042		6,2	0,28 ± 0,007	2,5	412 ± 35	8,5		
NOV/DEZ	0,67 ± 0,042		6,3	0,28 ± 0,028	10,1	465 ± 93	20,0		
JAN/FEV	0,64 ± 0,065		10,3	0,26 ± 0,030	11,6	270 ± 55	20,4		
MAR/ABR	0,59 ± 0,076		12,9	0,31 ± 0,030	9,7	340 ± 132	39,0		
MAI/JUN	0,74 ± 0,099		13,5	0,31 ± 0,015	4,8	383 ± 133	34,7		
MÉDIA	0,66 ± 0,050		7,6	0,28 ± 0,021	7,3	390 ± 77	19,7		
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	0,70 ± 0,148	a	21,0	0,28 ± 0,034	b	12,3	456 ± 203	a	45,0
AGO/SET	0,73 ± 0,111	a	15,3	0,28 ± 0,030	ab	11,0	317 ± 123	a	38,9
OUT/NOV	0,77 ± 0,300	a	38,7	0,30 ± 0,034	b	11,1	325 ± 75	a	23,2
DEZ/JAN	0,60 ± 0,072	a	12,0	0,27 ± 0,038	ab	14,5	346 ± 130	a	37,8
FEV/MAR	0,65 ± 0,041	a	6,4	0,24 ± 0,020	a	8,3	300 ± 107	a	35,8
AB/MA/JU	0,63 ± 0,049	a	7,7	0,25 ± 0,019	ab	7,3	393 ± 157	a	39,9
MÉDIA	0,68 ± 0,064	A	9,5	0,27 ± 0,022	A	8,1	356 ± 58	A	16,4
<u>Restinga alta</u>									
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp		cv	g/100g ± dp	cv	ug/g ± d	cv		
JU/JL/AG	0,74 ± 0,055		7,5	0,27 ± 0,015	5,6	423 ± 261	61,7		
SET/OUT	0,73 ± 0,042		5,8	0,26 ± 0,014	5,4	618 ± 221	35,8		
NOV/DEZ	0,62 ± 0,057		9,1	0,26 ± 0,035	13,3	649 ± 300	46,3		
JAN/FEV	0,69 ± 0,062		8,9	0,29 ± 0,034	11,6	410 ± 267	65,1		
MAR/ABR	0,72 ± 0,111		15,5	0,27 ± 0,022	7,9	878 ± 666	75,9		
MAI/JUN	0,68 ± 0,146		21,4	0,29 ± 0,035	11,9	959 ± 672	70,1		
MÉDIA	0,70 ± 0,044		6,3	0,27 ± 0,013	5,0	656 ± 226	34,6		
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	0,73 ± 0,129	a	17,7	0,30 ± 0,045	b	15,3	812 ± 576	a	71,0
AGO/SET	0,72 ± 0,074	a	10,3	0,26 ± 0,042	ab	16,1	457 ± 229	a	50,2
OUT/NOV	0,77 ± 0,100	a	13,0	0,29 ± 0,029	b	10,1	388 ± 575	a	48,3
DEZ/JAN	0,68 ± 0,096	a	14,1	0,25 ± 0,025	ab	9,9	765 ± 595	a	77,8
FEV/MAR	0,64 ± 0,057	a	8,9	0,23 ± 0,029	a	12,3	686 ± 475	a	69,2
AB/MA/JU	0,64 ± 0,069	a	10,8	0,25 ± 0,035	ab	13,8	635 ± 587	a	92,4
MÉDIA	0,70 ± 0,052	A	7,5	0,26 ± 0,027	A	10,1	624 ± 169	B	27,1

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA A15 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - %).

BIMESTRE		N		P		K			
<u>Restinga baixa</u>									
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv			
JU/JL/AG	0,54 ± 0,101	18,6	0,014 ± 0,008	55,1	0,13 ± 0,104	79,9			
SET/OUT	0,55 ± 0,148	26,7	0,012 ± 0,003	23,6	0,14 ± 0,000	0,0			
NOV/DEZ	0,79 ± 0,162	20,4	0,010 ± 0,000	0,0	0,07 ± 0,000	0,0			
JAN/FEV	0,51 ± 0,064	12,5	0,018 ± 0,004	20,3	0,11 ± 0,039	35,8			
MAR/ABR	0,53 ± 0,101	19,1	0,018 ± 0,004	25,5	0,16 ± 0,014	8,8			
MAI/JUN	0,52 ± 0,087	16,8	0,020 ± 0,003	15,8	0,15 ± 0,084	55,1			
MÉDIA	0,57 ± 0,107	18,7	0,016 ± 0,004	25,6	0,13 ± 0,033	25,8			
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	0,53 ± 0,120	ab	22,5	0,010 ± 0,001	a	12,8	0,22 ± 0,099	a	45,0
AGO/SET	0,48 ± 0,041	a	8,5	0,010 ± 0,001	a	10,5	0,18 ± 0,021	a	11,6
OUT/NOV	0,47 ± 0,065	a	13,7	0,006 ± 0,007	a	27,3	0,18 ± 0,031	a	17,1
DEZ/JAN	0,66 ± 0,128	b	19,5	0,004 ± 0,002	a	46,5	0,37 ± 0,148	b	40,2
FEV/MAR	0,54 ± 0,094	ab	17,5	0,006 ± 0,002	a	36,6	0,24 ± 0,060	a	25,5
AB/MA/JU	0,49 ± 0,048	a	9,7	0,006 ± 0,001	a	16,7	0,18 ± 0,043	a	23,5
MÉDIA	0,53 ± 0,070	A	13,3	0,006 ± 0,002	A	34,9	0,23 ± 0,074	A	32,4
<u>Restinga alta</u>									
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv			
JU/JL/AG	0,87 ± 0,346	39,8	0,016 ± 0,002	12,5	0,11 ± 0,038	35,5			
SET/OUT	0,55 ± 0,035	6,4	0,014 ± 0,001	9,4	0,11 ± 0,035	30,7			
NOV/DEZ	0,75 ± 0,226	30,2	0,016 ± 0,001	8,3	0,19 ± 0,007	3,6			
JAN/FEV	0,74 ± 0,040	5,4	0,028 ± 0,003	10,7	0,26 ± 0,070	27,0			
MAR/ABR	0,80 ± 0,080	10,0	0,024 ± 0,002	9,2	0,16 ± 0,024	15,4			
MAI/JUN	0,79 ± 0,187	23,7	0,028 ± 0,004	14,3	0,25 ± 0,052	20,5			
MÉDIA	0,75 ± 0,108	14,4	0,020 ± 0,006	30,6	0,18 ± 0,065	36,5			
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	0,77 ± 0,127	ab	16,4	0,012 ± 0,007	ab	62,6	0,35 ± 0,070	a	19,8
AGO/SET	0,66 ± 0,108	a	16,2	0,008 ± 0,005	a	69,7	0,29 ± 0,094	a	32,1
OUT/NOV	0,67 ± 0,107	a	16,1	0,008 ± 0,005	a	59,3	0,27 ± 0,022	a	8,0
DEZ/JAN	0,85 ± 0,072	b	8,5	0,016 ± 0,006	b	41,2	0,42 ± 0,041	b	9,7
FEV/MAR	0,82 ± 0,107	ab	13,0	0,012 ± 0,008	ab	69,7	0,31 ± 0,019	a	6,2
AB/MA/JU	0,73 ± 0,140	a	19,1	0,006 ± 0,007	a	94,3	0,27 ± 0,075	a	28,2
MÉDIA	0,75 ± 0,780	B	10,4	0,010 ± 0,004	B	35,5	0,32 ± 0,058	A	18,2

TABELA A15 - Continuação

BIMESTRE	Ca		Mg		Al			
<u>Restinga baixa</u>								
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp		cv	g/100g ± dp	cv	ug/g ± dp		cv
JU/JL/AG	0,71 ± 0,081		11,4	0,15 ± 0,069		46,2	187 ± 33	17,8
SET/OUT	0,84 ± 0,035		4,2	0,19 ± 0,000		0,0	156 ± 8	5,4
NOV/DEZ	0,73 ± 0,064		8,7	0,11 ± 0,007		6,1	143 ± 9	6,4
JAN/FEV	0,86 ± 0,142		16,5	0,15 ± 0,019		13,0	147 ± 31	21,1
MAR/ABR	0,75 ± 0,197		26,4	0,16 ± 0,047		29,8	133 ± 26	19,6
MAI/JUN	1,03 ± 0,313		30,4	0,18 ± 0,034		19,2	160 ± 56	35,0
MÉDIA	0,82 ± 0,119		14,6	0,16 ± 0,028		17,9	154 ± 19	12,1
<u>ANO 2</u>								
JUN/JUL	0,62 ± 0,078	a	12,4	0,11 ± 0,007	a	6,1	162 ± 53	a 32,6
AGO/SET	0,67 ± 0,208	a	31,1	0,12 ± 0,013	a	10,3	137 ± 23	a 17,0
OUT/NOV	0,69 ± 0,079	a	11,4	0,13 ± 0,025	a	19,9	143 ± 50	a 34,8
DEZ/JAN	0,48 ± 0,100	a	20,7	0,13 ± 0,032	a	23,9	142 ± 51	a 35,6
FEV/MAR	0,62 ± 0,127	a	20,5	0,14 ± 0,041	a	29,0	149 ± 47	a 31,4
AB/MA/JU	0,65 ± 0,123	a	19,0	0,12 ± 0,026	a	21,1	140 ± 34	a 24,4
MÉDIA	0,62 ± 0,075	A	12,0	0,12 ± 0,010	A	8,4	145 ± 9	A 6,2
<u>Restinga alta</u>								
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp		cv	g/100g ± dp	cv	ug/g ± dp		cv
JU/JL/AG	0,64 ± 0,050		7,8	0,15 ± 0,012		7,8	196 ± 44	22,3
SET/OUT	0,63 ± 0,071		11,2	0,14 ± 0,021		14,6	431 ± 203	47,2
NOV/DEZ	0,70 ± 0,113		16,2	0,17 ± 0,042		25,0	212 ± 106	50,0
JAN/FEV	1,00 ± 0,114		11,5	0,24 ± 0,034		14,4	275 ± 154	56,0
MAR/ABR	0,80 ± 0,145		18,1	0,20 ± 0,028		14,1	248 ± 111	44,7
MAI/JUN	0,86 ± 0,113		13,1	0,25 ± 0,044		17,9	483 ± 385	79,7
MÉDIA	,77 ± 0,144		18,6	0,19 ± 0,046		24,1	307 ± 120	39,1
<u>ANO 2</u>								
JUN/JUL	0,71 ± 0,219	a	31,0	0,20 ± 0,066	a	32,7	311 ± 311	a 00,0
AGO/SET	0,59 ± 0,129	a	21,8	0,17 ± 0,053	a	30,3	183 ± 111	a 60,6
OUT/NOV	0,63 ± 0,146	a	23,1	0,19 ± 0,029	a	15,5	189 ± 53	a 28,1
DEZ/JAN	0,61 ± 0,147	a	24,3	0,23 ± 0,070	a	30,2	381 ± 244	a 64,2
FEV/MAR	0,57 ± 0,083	a	14,6	0,17 ± 0,032	a	19,8	497 ± 431	a 86,8
AB/MA/JU	0,60 ± 0,062	a	10,3	0,15 ± 0,019	a	12,1	413 ± 261	a 63,1
MÉDIA	0,62 ± 0,049	A	7,9	0,18 ± 0,018	B	15,1	329 ± 126	B 38,3

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA A16 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - %).

BIMESTRE N			P		K	
<u>Restinga baixa</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv
JU/JL/AG	1,18 ± 0,182	15,4	0,044 ± 0,007	15,5	0,81 ± 0,046	5,7
SET/OUT	1,08 ± 0,113	10,5	0,042 ± 0,003	6,7	0,70 ± 0,049	7,0
NOV/DEZ	1,29 ± 0,021	1,6	0,048 ± 0,001	2,9	0,89 ± 0,078	8,7
JAN/FEV	1,10 ± 0,120	10,9	0,046 ± 0,006	12,6	0,97 ± 0,294	30,3
MAR/ABR	1,25 ± 0,125	10,0	0,048 ± 0,003	5,3	0,47 ± 0,214	45,6
MAI/JUN	1,01 ± 0,181	17,9	0,042 ± 0,006	14,3	0,51 ± 0,111	21,6
MÉDIA	1,15 ± 0,107	9,3	0,044 ± 0,003	6,1	0,72 ± 0,203	28,0
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	1,19 ± 0,078	6,5	0,036 ± 0,004	11,5	0,52 ± 0,078	14,8
AGO/SET	1,08 ± 0,240	22,3	0,038 ± 0,006	14,9	0,61 ± 0,007	1,1
OUT/NOV	1,46 ± 0,313	21,5	0,098 ± 0,007	7,5	0,79 ± 0,227	28,6
DEZ/JAN	1,50 ± 0,361	24,0	0,086 ± 0,007	7,6	0,63 ± 0,218	34,6
FEV/MAR	1,42 ± 0,235	16,6	0,048 ± 0,007	15,0	0,58 ± 0,115	19,9
AB/MA/JU	1,17 ± 0,297	25,4	0,048 ± 0,016	32,7	0,60 ± 0,093	15,4
MÉDIA	1,30 ± 0,177	13,6	0,058 ± 0,026	44,6	0,62 ± 0,091	14,6
<u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv
JU/JL/AG	1,18 ± 0,182	15,5	0,046 ± 0,00	15,5	0,81 ± 0,046	5,7
SET/OUT	1,08 ± 0,113	10,5	0,042 ± 0,00	6,7	0,70 ± 0,049	7,0
NOV/DEZ	1,29 ± 0,021	1,6	0,048 ± 0,00	2,9	0,89 ± 0,078	8,7
JAN/FEV	1,50 ± 0,304	20,2	0,076 ± 0,00	6,1	0,65 ± 0,072	11,1
MAR/ABR	1,62 ± 0,435	26,9	0,068 ± 0,01	14,8	0,47 ± 0,125	26,3
MAI/JUN	1,19 ± 0,363	30,6	0,046 ± 0,00	13,1	0,62 ± 0,168	27,2
MÉDIA	1,31 ± 0,208	15,9	0,054 ± 0,01	25,9	0,69 ± 0,148	21,4
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	1,12 ± 0,381	34,1	0,044 ± 0,01	22,5	0,26 ± 0,134	51,7
AGO/SET	1,10 ± 0,233	21,1	0,048 ± 0,02	58,9	0,51 ± 0,368	72,1
OUT/NOV	1,80 ± 0,175	9,7	0,074 ± 0,00	11,8	0,78 ± 0,095	12,1
DEZ/JAN	1,88 ± 0,158	8,4	0,070 ± 0,00	11,7	0,71 ± 0,372	52,5
FEV/MAR	1,67 ± 0,056	3,4	0,058 ± 0,00	2,9	0,52 ± 0,065	12,5
AB/MA/JU	1,21 ± 0,116	9,6	0,044 ± 0,00	8,1	0,63 ± 0,140	22,3
MÉDIA	1,46 ± 0,359	24,5	0,056 ± 0,01	23,5	0,57 ± 0,184	32,4

TABELA A16 - Continuação

BIMESTRE	Ca		Mg		Al	
<u>Restinga baixa</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	0,36 ± 0,130	36,1	0,20 ± 0,045	22,2	272 ± 103	37,8
SET/OUT	0,28 ± 0,049	17,4	0,18 ± 0,028	15,7	224 ± 124	55,1
NOV/DEZ	0,34 ± 0,049	14,3	0,21 ± 0,028	13,5	221 ± 119	54,0
JAN/FEV	0,36 ± 0,147	40,9	0,20 ± 0,052	26,7	105 ± 45	43,2
MAR/ABR	0,33 ± 0,026	8,0	0,18 ± 0,013	7,2	143 ± 80	56,4
MAI/JUN	0,46 ± 0,069	14,8	0,26 ± 0,018	6,9	207 ± 67	32,5
MÉDIA	0,35 ± 0,059	16,7	0,20 ± 0,029	14,4	195 ± 61	31,1
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	0,65 ± 0,014	2,2	0,24 ± 0,078	31,7	306 ± 168	55,0
AGO/SET	0,49 ± 0,000	0,0	0,19 ± 0,028	14,9	318 ± 168	52,6
OUT/NOV	0,40 ± 0,066	16,5	0,25 ± 0,057	23,1	236 ± 74	31,3
DEZ/JAN	0,51 ± 0,110	21,5	0,28 ± 0,077	27,5	208 ± 46	21,9
FEV/MAR	0,42 ± 0,092	21,9	0,22 ± 0,029	13,5	271 ± 121	44,7
AB/MA/JU	0,56 ± 0,200	35,9	0,24 ± 0,016	6,9	154 ± 29	19,0
MÉDIA	0,50 ± 0,092	18,3	0,24 ± 0,030	12,7	248 ± 62	25,0
<u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	0,26 ± 0,020	7,9	0,20 ± 0,091	46,1	2731 ± 714	26,1
SET/OUT	0,34 ± 0,071	20,8	0,17 ± 0,014	8,3	981 ± 310	31,6
NOV/DEZ	0,55 ± 0,311	56,6	0,23 ± 0,078	33,1	268 ± 61	22,9
JAN/FEV	0,36 ± 0,102	28,1	0,22 ± 0,039	15,6	40 ± 16	40,9
MAR/ABR	0,46 ± 0,102	22,4	0,22 ± 0,038	17,3	282 ± 373	132,1
MAI/JUN	0,26 ± 0,047	18,5	0,16 ± 0,021	14,0	207 ± 267	129,6
MÉDIA	0,37 ± 0,115	30,8	0,20 ± 0,029	14,5	751 ± 1022	136,1
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	0,21 ± 0,037	17,8	0,13 ± 0,017	13,4	140 ± 165	117,8
AGO/SET	0,29 ± 0,063	21,6	0,16 ± 0,049	30,0	140 ± 42	30,3
OUT/NOV	0,38 ± 0,017	4,6	0,22 ± 0,042	18,6	287 ± 102	35,6
DEZ/JAN	0,48 ± 0,074	15,5	0,25 ± 0,027	10,9	412 ± 200	48,5
FEV/MAR	0,42 ± 0,069	16,5	0,20 ± 0,042	21,2	462 ± 385	83,3
AB/MA/JU	0,32 ± 0,057	18,1	0,17 ± 0,027	15,9	103 ± 866	86,4
MÉDIA	0,35 ± 0,096	27,6	0,19 ± 0,043	23,1	407 ± 321	78,8

TABELA A17 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA BIMESTRAL DE MACRONUTRIENTES (em g/100g M.S.) E Al (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - %).

BIMESTRE N			P		K	
<u>Restinga baixa</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv
JU/JL/AG	0,96 ± 0,085	8,8	0,038 ± 0,003	9,3	0,38 ± 0,042	11,1
SET/OUT	1,29 ± 0,120	9,3	0,034 ± 0,003	8,3	0,43 ± 0,007	1,6
NOV/DEZ	1,30 ± 0,021	1,6	0,042 ± 0,007	16,4	0,61 ± 0,106	17,2
JAN/FEV	1,45 ± 0,067	4,6	0,040 ± 0,008	20,0	0,43 ± 0,109	24,9
MAR/ABR	1,35 ± 0,182	13,5	0,042 ± 0,004	10,1	0,32 ± 0,116	36,4
MAI/JUN	1,18 ± 0,254	21,5	0,040 ± 0,009	23,9	0,41 ± 0,126	30,5
MÉDIA	1,25 ± 0,169	13,5	0,038 ± 0,004	11,1	0,43 ± 0,097	22,6
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	1,00 ± 0,113	11,3	0,014 ± 0,005	40,4	0,40 ± 0,007	1,7
AGO/SET	1,15 ± 0,034	3,0	0,002 ± 0,002	92,7	0,46 ± 0,140	30,4
OUT/NOV	1,30 ± 0,179	13,8	0,020 ± 0,037	36,7	0,52 ± 0,096	18,4
DEZ/JAN	1,46 ± 0,145	10,0	0,022 ± 0,004	19,6	0,49 ± 0,033	6,8
FEV/MAR	1,35 ± 0,104	7,7	0,024 ± 0,006	23,4	0,40 ± 0,083	20,6
AB/MA/JU	1,11 ± 0,121	10,8	0,018 ± 0,003	18,8	0,37 ± 0,072	19,7
MÉDIA	1,23 ± 0,171	13,9	0,020 ± 0,002	17,5	0,44 ± 0,059	13,4
<u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	v	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv
JU/JL/AG	1,28 ± 0,146	1,4	0,044 ± 0,003	7,1	0,42 ± 0,035	8,4
SET/OUT	1,55 ± 0,205	3,2	0,022 ± 0,000	0,0	0,38 ± 0,007	1,8
NOV/DEZ	1,63 ± 0,290	7,7	0,044 ± 0,004	9,5	0,53 ± 0,071	13,3
JAN/FEV	1,78 ± 0,101	5,7	0,058 ± 0,012	21,9	0,50 ± 0,105	20,9
MAR/ABR	1,63 ± 0,414	5,5	0,046 ± 0,012	25,5	0,29 ± 0,088	30,3
MAI/JUN	1,59 ± 0,249	5,6	0,050 ± 0,006	13,0	0,52 ± 0,192	37,1
MÉDIA	1,58 ± 0,165	0,5	0,048 ± 0,006	12,4	0,44 ± 0,094	21,5
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	1,60 ± 0,139	8,7	0,054 ± 0,002	3,3	0,59 ± 0,157	26,5
AGO/SET	1,59 ± 0,132	8,3	0,044 ± 0,006	13,8	0,69 ± 0,104	15,0
OUT/NOV	1,72 ± 0,185	0,7	0,058 ± 0,006	9,8	0,56 ± 0,063	11,4
DEZ/JAN	1,78 ± 0,328	8,4	0,044 ± 0,005	11,9	0,56 ± 0,154	27,6
FEV/MAR	1,66 ± 0,198	1,9	0,034 ± 0,009	13,9	0,48 ± 0,124	25,9
AB/MA/JU	1,55 ± 0,112	7,2	0,026 ± 0,004	15,5	0,37 ± 0,055	14,9
MÉDIA	1,65 ± 0,087	5,3	0,044 ± 0,012	27,6	0,54 ± 0,0108	19,9

TABELA A17 - Continuação

BIMESTRE	Ca		Mg		Al	
<u>Restinga baixa</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	0,74 ± 0,146	19,6	0,15 ± 0,017	11,5	583 ± 104	18,0
SET/OUT	0,67 ± 0,021	3,1	0,19 ± 0,042	22,3	553 ± 40	7,3
NOV/DEZ	0,62 ± 0,021	3,4	0,23 ± 0,007	3,0	712 ± 406	57,1
JAN/FEV	0,69 ± 0,105	15,3	0,25 ± 0,031	12,7	523 ± 204	39,1
MAR/ABR	0,59 ± 0,081	13,7	0,25 ± 0,029	11,7	488 ± 176	36,1
MAI/JUN	0,74 ± 0,113	15,3	0,28 ± 0,029	10,1	714 ± 358	50,2
MÉDIA	0,67 ± 0,061	9,1	0,22 ± 0,047	20,9	595 ± 96	16,2
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	0,71 ± 0,007	1,0	0,17 ± 0,042	24,9	731 ± 185	25,3
AGO/SET	0,84 ± 0,407	48,3	0,25 ± 0,123	49,1	996 ± 428	43,0
OUT/NOV	0,58 ± 0,054	9,3	0,28 ± 0,065	23,3	692 ± 153	22,1
DEZ/JAN	0,48 ± 0,108	22,5	0,23 ± 0,028	12,3	407 ± 101	24,7
FEV/MAR	0,48 ± 0,023	4,8	0,22 ± 0,026	12,0	485 ± 105	21,6
AB/MA/JU	0,58 ± 0,070	11,9	0,18 ± 0,020	11,4	544 ± 101	18,6
MÉDIA	0,61 ± 0,140	22,9	0,22 ± 0,041	18,8	642 ± 212	33,0
<u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	g/100g ± dp	cv	g/100g ± dp	cv	g/g ± dp	cv
JU/JL/AG	0,67 ± 0,031	4,5	0,19 ± 0,026	13,7	04 ± 251	35,7
SET/OUT	0,66 ± 0,021	3,2	0,22 ± 0,035	15,7	81 ± 274	47,2
NOV/DEZ	0,72 ± 0,212	29,5	0,24 ± 0,064	26,0	25 ± 247	30,0
JAN/FEV	0,78 ± 0,075	9,7	0,32 ± 0,040	12,5	93 ± 219	36,9
MAR/ABR	0,73 ± 0,113	15,5	0,25 ± 0,038	15,2	25 ± 276	44,1
MAI/JUN	0,72 ± 0,138	19,3	0,29 ± 0,049	17,2	059 ± 946	89,3
MÉDIA	0,71 ± 0,043	6,1	0,25 ± 0,047	18,7	31 ± 184	25,2
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	0,70 ± 0,126	18,1	0,25 ± 0,051	20,1	20 ± 493	60,1
AGO/SET	0,69 ± 0,104	15,0	0,24 ± 0,032	13,5	05 ± 127	20,9
OUT/NOV	0,56 ± 0,062	11,2	0,22 ± 0,025	11,4	73 ± 147	25,7
DEZ/JAN	0,52 ± 0,092	17,7	0,23 ± 0,063	27,5	34 ± 460	49,2
FEV/MAR	0,56 ± 0,064	11,5	0,24 ± 0,039	16,0	51 ± 271	36,1
AB/MA/JU	0,55 ± 0,082	14,8	0,19 ± 0,032	16,6	09 ± 225	27,8
MÉDIA	0,60 ± 0,077	13,0	0,23 ± 0,021	9,3	49 ± 138	18,4

TABELA A18 - ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS E RAMOS DA SERAPILHEIRA.

ANO 1		QUADRADO MÉDIO				
Fonte de var.	G.L.	N	P	K	Ca	Mg
			Log x	Senô x+1	Log x	Senô x+1
área	1	2,21184**	0,36584**	5,397E-4ns	0,01682ns	1,708E-4ns
Erro Exp.(a)	8	0,02054	0,02923	1,581E-4	0,03430	1,881E-4
Bimestre	5	0,02075 *	0,04714 *	1,581E-4**	0,05474ns	4,006E-4 *
área x Bimestre	5	0,00954ns	0,04248 *	1,040E-4ns	0,00741ns	5,863E-5ns
Erro Exp.(b)	40	0,00795	0,01574	8,624E-5	0,02331	1,143E-4
Total (S.Q.)	59	2,84603	1,67771	8,080E-3	1,53480	8,545E-3

ns - F não significativo

* - F significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - F significativo ao nível de 1 % de probabilidade

ANO 1		QUADRADO MÉDIO				
Fonte de var.	G.L.	N	P	K	Ca	Mg
						Log x
área	1	0,72380**	0,11206**	0,139201ns	0,00337ns	2,048267**
Erro Exp.(a)	8	0,01829	0,00122	0,004623	0,00888	0,053772
Bimestre	5	0,04687**	0,00080ns	0,041319**	0,02436ns	0,062873ns
área x Bimestre	5	0,00502ns	0,00200 *	0,002625ns	0,01636ns	0,047453ns
Erro Exp.(b)	40	0,00765	0,00067	0,004464	0,01851	0,051496
Total (S.Q.)	59	1,43589	0,61893	0,574485	1,01889	5,089949

ns - F não significativo

* - F significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - F significativo ao nível de 1 % de probabilidade

TABELA A19 - CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL DE MICRONUTRIENTES E SI (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO- %).

BIMESTRE	Fe		Mn			Cu		
<u>Restinga baixa</u>								
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp		cv	ug/g ± dp		cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	50 ± 5		10,0	218 ± 54		24,9	5 ± 0	0,0
SET/OUT	50 ± 0		0,0	174 ± 7		4,1	5 ± 2	38,6
NOV/DEZ	58 ± 11		18,1	190 ± 31		16,4	7 ± 3	40,4
JAN/FEV	58 ± 5		8,0	180 ± 39		21,8	5 ± 1	11,9
MAR/ABR	67 ± 9		13,4	150 ± 26		17,3	6 ± 2	35,3
MAI/JUN	49 ± 7		13,4	168 ± 30		18,0	6 ± 2	28,9
MÉDIA	55 ± 7		12,7	180 ± 23		12,7	6 ± 1	14,4
<u>ANO 2</u>								
JUN/JUL	65 ± 7	ab	10,8	236 ± 99	a	41,9	6 ± 2	ab 33,3
AGO/SET	87 ± 7	b	7,5	221 ± 62	a	28,2	6 ± 1	ab 7,2
OUT/NOV	76 ± 15	ab	19,6	178 ± 70	a	39,4	8 ± 1	ab 17,6
DEZ/JAN	72 ± 6	a	8,4	159 ± 55	a	34,5	6 ± 3	a 52,5
FEV/MAR	71 ± 16	ab	22,0	143 ± 31	a	21,5	9 ± 2	ab 23,6
AB/MA/JU	61 ± 5	ab	8,1	154 ± 25	a	16,3	9 ± 3	ab 29,0
MÉDIA	72 ± 9	A	12,6	182 ± 38	A	21,0	7 ± 2	A 20,5
<u>Restinga alta</u>								
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp		cv	ug/g ± dp		cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	61 ±		10,7	133 ± 3		26,0	6 ±	10,2
SET/OUT	12 ± 2		24,0	174 ±		4,1	5 ±	38,6
NOV/DEZ	58 ± 1		18,1	190 ± 3		16,4	7 ±	40,4
JAN/FEV	81 ±		5,1	129 ± 3		24,0	6 ±	27,1
MAR/ABR	68 ±		8,3	116 ± 5		46,6	6 ±	25,6
MAI/JUN	73 ± 1		21,2	129 ± 3		27,6	5 ±	16,1
MÉDIA	75 ± 2		26,1	145 ± 3		20,3	6 ±	12,9
<u>ANO 2</u>								
JUN/JUL	91 ±	ab	3,3	154 ± 4	a	28,4	8 ±	ab 21,8
AGO/SET	07 ± 2	b	19,3	133 ± 4	a	37,2	9 ±	ab 22,2
OUT/NOV	87 ± 1	ab	15,3	86 ± 1	a	22,1	7 ±	ab 21,8
DEZ/JAN	67 ±	a	14,0	158 ± 7	a	43,9	6 ±	a 16,7
FEV/MAR	92 ± 2	ab	25,8	125 ± 3	a	31,5	8 ±	ab 17,7
AB/MA/JU	03 ± 5	ab	54,0	111 ± 5	a	46,6	9 ±	ab 14,6
MÉDIA	91 ± 1	B	15,5	128 ± 2	A	21,2	8 ±	A 14,9

TABELA A19 - Continuação

BIMESTRE	Zn		B		Si				
	<u>Restinga baixa</u>								
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv			
JU/JL/AG	19 ± 3	15,8	42 ± 6	14,4	549 ± 69	12,5			
SET/OUT	20 ± 1	7,0	40 ± 5	12,2	518 ± 62	11,9			
NOV/DEZ	17 ± 3	16,6	49 ± 5	10,0	557 ± 18	3,3			
JAN/FEV	24 ± 6	25,2	36 ± 7	20,8	588 ± 95	16,2			
MAR/ABR	30 ± 6	19,4	39 ± 2	4,2	537 ± 80	14,9			
MAI/JUN	29 ± 6	20,5	40 ± 4	8,9	528 ± 54	10,2			
MÉDIA	23 ± 5	23,4	41 ± 4	10,7	546 ± 25	4,5			
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	24 ± 2	b	7,2	43 ± 11	ab	25,4	308 ± 13	ab	43,5
AGO/SET	23 ± 1	ab	5,9	44 ± 7	ab	15,6	250 ± 95	a	38,0
OUT/NOV	19 ± 3	ab	17,7	39 ± 11	ab	29,3	640 ± 23	b	36,5
DEZ/JAN	19 ± 4	ab	21,1	53 ± 9	b	17,5	814 ± 21		25,8
FEV/MAR	17 ± 6	a	32,7	47 ± 10	a	20,6	463 ± 8	ab	18,3
AB/MA/JU	21 ± 4	ab	19,7	37 ± 3	a	9,2	533 ± 26	ab	49,6
MÉDIA	20 ± 3	A	13,0	44 ± 6	A	13,1	501 ± 21	A	41,8
<u>Restinga alta</u>									
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv			
JU/JL/AG	11 ±	9,0	33 ±	14,8	629 ± 32	51,5			
SET/OUT	14 ±	34,1	33 ±	2,1	541 ± 12	23,4			
NOV/DEZ	11 ±	6,1	36 ±	3,9	436 ± 36	83,0			
JAN/FEV	15 ±	18,9	43 ±	13,2	494 ± 10	20,7			
MAR/ABR	15 ±	14,3	27 ±	17,2	591 ± 9	16,6			
MAI/JUN	14 ±	5,9	26 ±	27,9	472 ± 15	32,5			
MÉDIA	13 ±	14,0	33 ±	18,9	527 ± 7	14,0			
<u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	13 ±	b	15,5	35 ±	ab	10,7	620 ± 15	b	25,0
AGO/SET	13 ±	ab	13,6	34 ±	ab	22,7	523 ± 8	b	16,1
OUT/NOV	15 ±	ab	17,9	34 ±	ab	19,1	574 ± 18	b	31,4
DEZ/JAN	11 ±	ab	5,1	40 ±	b	17,3	438 ± 11	b	27,0
FEV/MAR	11 ±	a	9,8	25 ±	a	22,8	285 ± 11	a	38,6
AB/MA/JU	11 ±	ab	16,3	26 ±	a	18,2	455 ± 15	b	34,0
MÉDIA	12 ±	B	13,2	32 ±	B	17,8	482 ± 11	A	24,6

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA A20 - CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL DE MICRONUTRIENTES E SI (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - %).

BIMESTRE	Fe		Mn		Cu			
<u>Restinga baixa</u>								
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp		cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp		cv
JU/JL/AG	78 ± 5		5,8	296 ± 131	44,3	12 ± 2		17,8
SET/OUT	97 ± 16		16,7	393 ± 44	11,3	12 ± 2		16,9
NOV/DEZ	78 ± 14		18,1	398 ± 97	24,3	10 ± 2		20,2
JAN/FEV	118 ± 7		5,6	438 ± 115	26,2	9 ± 1		9,1
MAR/ABR	105 ± 19		17,8	271 ± 140	51,6	9 ± 2		20,8
MAI/JUN	125 ± 42		33,8	320 ± 144	45,1	9 ± 3		28,1
MÉDIA	100 ± 20		19,7	353 ± 66	18,8	10 ± 1		14,5
<u>ANO 2</u>								
JUN/JUL	66 ± 6	a	8,6	273 ± 96	a	35,2	8 ± 2	a
AGO/SET	67 ± 7	a	10,7	330 ± 114	a	34,7	10 ± 2	a
OUT/NOV	89 ± 17	a	18,9	347 ± 114	a	32,7	11 ± 2	a
DEZ/JAN	69 ± 19	a	27,2	184 ± 63	a	34,0	11 ± 2	a
FEV/MAR	76 ± 21	a	26,9	247 ± 87	a	35,4	12 ± 5	a
AB/MA/JU	72 ± 7	a	9,2	360 ± 90	a	25,1	11 ± 2	a
MÉDIA	73 ± 9	A	11,7	290 ± 68	A	23,4	10 ± 1	A
<u>Restinga alta</u>								
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp		cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp		cv
JU/JL/AG	119 ± 5		41,8	156 ± 19	11,9	19 ± 1		52,9
SET/OUT	98 ± 2		28,9	119 ± 4	3,0	10 ±		6,7
NOV/DEZ	87 ±		9,7	197 ± 96	48,8	12 ±		17,0
JAN/FEV	148 ± 2		13,5	231 ± 75	32,5	11 ±		30,3
MAR/ABR	135 ± 1		13,7	194 ± 101	52,4	10 ±		8,5
MAI/JUN	143 ± 2		15,7	250 ± 68	27,1	11 ±		21,1
MÉDIA	122 ± 2		20,4	191 ± 48	25,1	12 ±		28,2
<u>ANO 2</u>								
JUN/JUL	102 ± 2	a	19,7	192 ± 115	a	60,3	13 ±	a
AGO/SET	80 ± 1	a	15,4	150 ± 81	a	53,6	12 ±	a
OUT/NOV	91 ± 1	a	13,6	161 ± 63	a	39,3	12 ±	a
DEZ/JAN	106 ± 1	a	16,2	192 ± 95	a	49,5	13 ±	a
FEV/MAR	91 ± 1	a	19,9	199 ± 142	a	71,8	11 ±	a
AB/MA/JU	96 ± 2	a	26,1	201 ± 63	a	31,3	13 ±	a
MÉDIA	94 ±	B	9,8	182 ± 22	B	11,8	12 ±	B

TABELA A20 - Continuação

BIMESTRE		Zn	B		Si				
<u>Restinga baixa</u>									
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv			
JU/JL/AG	21 ± 8	39,3	13 ± 2	15,3	152 ± 9	5,7			
SET/OUT	33 ± 4	12,8	15 ± 1	4,5	162 ± 35	21,8			
NOV/DEZ	34 ± 4	12,4	15 ± 3	18,8	174 ± 18	10,1			
JAN/FEV	37 ± 2	5,7	10 ± 3	30,8	218 ± 65	29,6			
MAR/ABR	35 ± 8	23,5	11 ± 2	14,7	217 ± 62	28,5			
MAI/JUN	32 ± 6	18,9	8 ± 4	45,0	258 ± 20	7,6			
MÉDIA	32 ± 6	17,7	12 ± 3	23,6	197 ± 41	20,8			
 <u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	18 ± 6	a	31,4	13 ± 1	a	10,9	296 ± 34	a	11,5
AGO/SET	26 ± 10	a	39,3	17 ± 2	a	12,0	189 ± 13	a	7,0
OUT/NOV	27 ± 3	a	12,5	17 ± 2	a	12,6	119 ± 54	a	45,7
DEZ/JAN	19 ± 5	a	25,6	19 ± 3	a	16,5	151 ± 96	a	63,5
FEV/MAR	20 ± 7	a	33,4	17 ± 3	a	16,3	151 ± 26	a	17,3
AB/MA/JU	28 ± 4	a	15,1	17 ± 2	a	10,0	139 ± 26	a	18,9
MÉDIA	23 ± 5	A	19,4	17 ± 2	A	11,8	174 ± 64	A	36,7
 <u>Restinga alta</u>									
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv			
JU/JL/AG	20 ±	20,5	15 ±	16,4	222 ± 47	21,3			
SET/OUT	12 ±	28,3	16 ±	21,4	236 ± 13	5,4			
NOV/DEZ	21 ±	16,4	19 ±	39,9	150 ± 36	24,0			
JAN/FEV	28 ±	22,9	8 ±	49,8	320 ± 45	14,1			
MAR/ABR	28 ±	26,7	14 ±	10,7	288 ± 44	15,3			
MAI/JUN	29 ±	21,0	12 ±	23,6	298 ± 50	16,9			
MÉDIA	23 ±	28,8	14 ±	26,7	252 ± 63	24,8			
 <u>ANO 2</u>									
JUN/JUL	28 ±	b	25,7	19 ±	a	20,0	214 ± 62	a	28,8
AGO/SET	23 ±	ab	12,7	16 ±	a	12,6	213 ± 67	a	31,2
OUT/NOV	26 ±	b	20,0	16 ±	a	6,2	223 ± 81	a	36,6
DEZ/JAN	21 ±	ab	36,1	21 ±	a	19,2	295 ± 49	a	16,4
FEV/MAR	18 ±	ab	46,0	19 ±	a	20,4	197 ± 118	a	59,8
AB/MA/JU	12 ±	a	33,0	17 ±	a	10,5	228 ± 43	a	19,0
MÉDIA	21 ±	A	27,1	18 ±	A	11,1	228 ± 34	B	15,0

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

TABELA A21 - CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL E MICRONUTRIENTES E SI (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - %).

BIMESTRE	Fe		Mn		Cu	
<u>Restinga baixa</u>						
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	66 ± 20	30,2	81 ± 22	28,0	11 ± 1	10,1
SET/OUT	48 ± 21	44,1	73 ± 21	2,9	11 ± 1	6,1
NOV/DEZ	63 ± 22	34,5	73 ± 21	2,9	13 ± 3	21,7
JAN/FEV	51 ± 12	23,1	73 ± 53	72,4	9 ± 1	12,1
MAR/ABR	65 ± 15	23,1	61 ± 11	18,6	9 ± 1	9,5
MAI/JUN	70 ± 49	69,1	68 ± 23	34,3	9 ± 1	13,6
MÉDIA	60 ± 9	14,6	71 ± 7	9,2	10 ± 2	15,8
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	140 ± 105	75,0	12 ± 18	5,6	11 ± 0	0,0
AGO/SET	110 ± 56	50,6	69 ± 18	25,4	11 ± 1	6,1
OUT/NOV	72 ± 15	21,2	92 ± 60	64,4	12 ± 2	17,6
DEZ/JAN	66 ± 12	18,5	20 ± 32	26,7	11 ± 3	24,6
FEV/MAR	100 ± 29	28,6	10 ± 53	47,8	12 ± 3	22,7
AB/MA/JU	51 ± 7	14,7	97 ± 56	58,0	14 ± 3	23,6
MÉDIA	90 ± 33	36,6	00 ± 18	18,3	12 ± 1	9,9
<u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	30 ± 6	21,2	47 ± 9	19,2	9 ± 1	6,7
SET/OUT	55 ± 1	1,3	66 ± 6	8,6	12 ± 5	39,6
NOV/DEZ	94 ± 8	9,0	77 ± 64	82,6	15 ± 1	9,4
JAN/FEV	40 ± 7	17,2	52 ± 32	61,0	11 ± 2	21,1
MAR/ABR	55 ± 20	36,0	51 ± 31	60,9	10 ± 2	18,7
MAI/JUN	31 ± 7	23,3	30 ± 14	44,4	10 ± 2	18,7
MÉDIA	51 ± 24	46,9	54 ± 16	30,0	11 ± 2	19,1
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	30 ± 6	18,2	47 ± 32	68,3	9 ± 3	31,5
AGO/SET	64 ± 5	7,7	66 ± 4	5,3	11 ± 4	30,7
OUT/NOV	118 ± 42	36,1	15 ± 70	61,3	13 ± 5	40,7
DEZ/JAN	90 ± 20	21,6	93 ± 29	31,4	17 ± 2	13,2
FEV/MAR	118 ± 57	47,9	75 ± 32	42,8	15 ± 2	13,5
AB/MA/JU	49 ± 14	27,9	72 ± 27	38,1	13 ± 4	29,3
MÉDIA	78 ± 37	46,8	78 ± 23	30,0	13 ± 3	21,8

TABELA A21 - Continuação

BIMESTRE	Zn		B		Si	
			<u>Restinga baixa</u>			
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	19 ± 4	19,0	18 ± 4	22,9	311 ± 100	32,1
SET/OUT	13 ± 2	15,7	13 ± 1	5,2	238 ± 5	2,1
NOV/DEZ	17 ± 7	41,6	18 ± 5	26,8	283 ± 175	61,6
JAN/FEV	13 ± 3	18,7	25 ± 9	34,5	200 ± 71	35,7
MAR/ABR	22 ± 4	17,5	23 ± 3	11,5	266 ± 39	14,8
MAI/JUN	28 ± 9	31,4	27 ± 4	16,6	210 ± 65	31,1
MÉDIA	19 ± 6	30,8	21 ± 5	25,3	251 ± 43	17,2
 <u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	28 ± 19	67,0	24 ± 4	28,2	278 ± 146	52,6
AGO/SET	20 ± 1	7,0	25 ± 11	41,6	278 ± 97	34,8
OUT/NOV	23 ± 9	36,3	24 ± 4	14,9	148 ± 54	36,6
DEZ/JAN	29 ± 13	45,6	35 ± 8	22,8	185 ± 60	32,5
FEV/MAR	23 ± 5	22,5	19 ± 5	25,9	206 ± 68	32,8
AB/MA/JU	29 ± 11	38,8	17 ± 5	27,4	86 ± 45	51,6
MÉDIA	25 ± 4	15,1	24 ± 6	26,1	197 ± 75	38,1
 <u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	18 ± 6	31,5	11 ± 3	23,6	296 ± 198	66,8
SET/OUT	13 ± 5	36,6	10 ± 2	20,2	133 ± 47	35,5
NOV/DEZ	23 ± 4	18,4	24 ± 4	17,7	396 ± 129	32,5
JAN/FEV	20 ± 5	27,0	26 ± 3	11,2	142 ± 38	27,0
MAR/ABR	22 ± 5	23,5	22 ± 3	11,6	201 ± 103	51,1
MAI/JUN	20 ± 1	6,6	17 ± 1	6,9	126 ± 80	62,8
MÉDIA	19 ± 4	18,4	18 ± 7	41,5	216 ± 109	50,6
 <u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	10 ± 1	9,3	17 ± 1	5,7	351 ± 341	97,3
AGO/SET	13 ± 2	15,7	9 ± 4	47,1	646 ± 547	84,5
OUT/NOV	21 ± 6	26,6	20 ± 7	34,6	574 ± 521	90,8
DEZ/JAN	20 ± 1	5,0	32 ± 5	15,8	342 ± 214	62,5
FEV/MAR	17 ± 4	23,9	22 ± 2	7,4	317 ± 95	29,8
AB/MA/JU	11 ± 3	29,4	17 ± 5	29,8	219 ± 108	49,1
MÉDIA	15 ± 5	30,5	19 ± 8	38,8	408 ± 165	40,4

TABELA A 22 - CONCENTRAÇÃO BIMESTRAL E MICRONUTRIENTES E SI (em ug/g M.S.) DA FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA PRODUZIDA, (dp-DESVIO PADRÃO E cv - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - %).

BIMESTRE	Fe		Mn		Cu	
<u>Restinga baixa</u>						
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	262 ± 64	24,5	280 ± 5	1,8	13 ± 3	24,1
SET/OUT	239 ± 71	29,6	187 ± 45	23,8	11 ± 1	12,8
NOV/DEZ	214 ± 51	23,8	175 ± 16	9,2	12 ± 1	11,8
JAN/FEV	305 ± 155	50,6	181 ± 36	20,0	10 ± 2	20,0
MAR/ABR	223 ± 63	28,1	149 ± 31	21,1	10 ± 2	19,9
MAI/JUN	237 ± 127	53,6	195 ± 38	19,3	10 ± 3	27,4
MÉDIA	247 ± 33	13,3	194 ± 45	23,0	11 ± 1	11,5
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	303 ± 103	34,1	199 ± 34	17,1	18 ± 6	34,3
AGO/SET	575 ± 259	45,0	248 ± 117	47,1	17 ± 4	25,6
OUT/NOV	399 ± 99	24,9	179 ± 33	18,4	20 ± 15	76,3
DEZ/JAN	210 ± 31	14,8	164 ± 64	38,8	13 ± 3	21,7
FEV/MAR	260 ± 42	16,2	171 ± 6	3,8	12 ± 2	12,4
AB/MA/JU	281 ± 73	26,1	226 ± 90	40,0	13 ± 3	21,3
MÉDIA	338 ± 132	39,0	198 ± 33	16,8	15 ± 3	21,1
<u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	160 ± 7	4,1	27 ± 18	3,9	8 ± 2	21,7
SET/OUT	193 ± 56	28,9	52 ± 14	9,3	0 ± 2	20,2
NOV/DEZ	280 ± 64	22,7	42 ± 19	3,4	8 ± 1	17,7
JAN/FEV	199 ± 39	19,8	58 ± 49	1,0	0 ± 2	16,1
MAR/ABR	201 ± 25	12,5	43 ± 54	7,6	0 ± 3	30,1
MAI/JUN	196 ± 49	25,1	33 ± 35	6,2	9 ± 1	9,5
MÉDIA	204 ± 40	19,4	42 ± 12	8,1	9 ± 1	10,7
<u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	231 ± 48	20,7	75 ± 104	9,2	8 ± 2	25,0
AGO/SET	223 ± 56	25,0	56 ± 77	9,5	8 ± 1	18,1
OUT/NOV	245 ± 23	9,4	09 ± 33	0,8	1 ± 4	33,4
DEZ/JAN	240 ± 71	29,5	28 ± 32	5,1	4 ± 4	26,7
FEV/MAR	198 ± 53	26,7	48 ± 56	7,9	5 ± 3	19,7
AB/MA/JU	445 ± 125	28,2	61 ± 54	3,3	3 ± 2	18,0
MÉDIA	264 ± 90	34,2	46 ± 24	6,3	1 ± 3	26,2

TABELA A22 - Continuação

BIMESTRE	Zn		B		Si	
	<u>Restinga baixa</u>					
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	39 ± 14	35,6	21 ± 5	23,6	547 ± 103	18,8
SET/OUT	29 ± 4	14,6	28 ± 3	10,1	431 ± 157	36,4
NOV/DEZ	29 ± 4	12,0	29 ± 7	24,4	673 ± 363	54,0
JAN/FEV	31 ± 5	16,6	28 ± 5	16,1	542 ± 218	40,3
MAR/ABR	27 ± 3	12,6	21 ± 10	46,0	73 ± 144	30,6
MAI/JUN	33 ± 6	19,1	31 ± 5	16,8	628 ± 156	24,8
MÉDIA	31 ± 4	13,6	26 ± 4	16,2	549 ± 91	16,6
 <u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	21 ± 1	6,7	23 ± 7	30,7	218 ± 26	12,0
AGO/SET	31 ± 21	69,7	23 ± 2	6,7	483 ± 276	57,2
OUT/NOV	24 ± 6	26,3	22 ± 2	10,8	409 ± 317	77,5
DEZ/JAN	31 ± 4	14,4	31 ± 14	43,5	247 ± 79	32,0
FEV/MAR	28 ± 4	14,3	26 ± 3	12,5	288 ± 49	16,9
AB/MA/JU	29 ± 4	12,3	16 ± 4	25,1	278 ± 78	28,1
MÉDIA	27 ± 4	14,7	23 ± 5	20,9	320 ± 103	32,1
 <u>Restinga alta</u>						
<u>ANO 1</u>	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv	ug/g ± dp	cv
JU/JL/AG	17 ± 2	8,8	2 ± 2	9,3	577 ± 104	18,1
SET/OUT	21 ± 7	33,7	4 ± 2	8,7	754 ± 81	10,7
NOV/DEZ	19 ± 3	14,9	0 ± 9	0,1	777 ± 332	42,8
JAN/FEV	31 ± 5	16,2	8 ± 6	0,0	665 ± 92	13,9
MAR/ABR	29 ± 3	10,1	9 ± 10	3,3	399 ± 70	17,7
MAI/JUN	26 ± 6	21,8	4 ± 7	9,6	624 ± 325	52,1
MÉDIA	24 ± 6	23,8	6 ± 3	2,4	632 ± 137	21,7
 <u>ANO 2</u>						
JUN/JUL	25 ± 3	13,7	8 ± 12	3,2	581 ± 197	33,9
AGO/SET	19 ± 2	8,9	7 ± 13	4,7	633 ± 192	30,4
OUT/NOV	17 ± 3	17,1	1 ± 3	5,3	448 ± 246	54,9
DEZ/JAN	17 ± 7	42,2	3 ± 10	1,9	627 ± 188	30,0
FEV/MAR	19 ± 4	21,1	9 ± 3	2,9	348 ± 200	57,6
AB/MA/JU	13 ± 3	23,3	2 ± 5	2,3	197 ± 142	72,0
MÉDIA	18 ± 4	21,4	0 ± 2	1,8	472 ± 175	37,0

TABELA A23 - ANÁLISE DA VARIÂNCIA PARA OS TEORES DE MICRONUTRIENTES, Si E Al NAS FOLHAS E RAMOS DA SERAPILHEIRA.

ANO 1	Fonte de var.	G.L.	QUADRADO MÉDIO						
			Fe Log x+1	Mn Seno x+1	Cu	Zn	B	Al Seno x+1	Si
	área	1	0,720539**	0,218551ns	4,26666ns	1000,4167**	1881,6000**	1,84849**	209,07ns
	Erro Exp.(a)	8	0,051809	0,126083	2,71666	5,6666	36,6333	0,06179	10170,11
	Bimestre	5	0,117059 *	0,321675ns	9,62666 *	27,1767 *	261,7467**	0,04383ns	124795,44*
	área x Bimestre	5	0,086335ns	0,508220ns	7,18666ns	13,7366ns	81,9600ns	0,06018ns	185560,11*
	Erro Exp.(b)	40	0,044726	0,590100	3,81666	9,2566	64,0433	0,23078	29647,16
	Total (S.Q.)	59	3,941062	28,549659	262,73333	1620,5833	6454,9333	12,094210	281923,40

ns - F não significativo

* - F significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - F significativo ao nível de 1 % de probabilidade

ANO 1	Fonte de var.	G.L.	QUADRADO MÉDIO						
			Fe	Mn	Cu Arctan	Zn	B	Al Seno x+1	Si
	área	1	6448,066**	169495,3**	2,835E-3**	98,8166ns	5,40000ns	0,96355**	61376,01**
	Erro Exp.(a)	8	491,158	11158,9	2,216E-4	40,1166	3,05416	0,02100	4556,23
	Bimestre	5	291,880ns	13224,4ns	3,276E-4ns	99,6566 *	15,94666**	0,20724ns	5594,15ns
	área x Bimestre	5	474,426ns	16544,5ns	3,005E-4ns	134,1366**	7,96000ns	0,14400ns	6287,37ns
	Erro Exp.(b)	40	231,293	7915,5	3,468E-4	36,4866	8,28916	0,23605	5448,40
	Total (S.Q.)	59	23459,600	724232,9	2,158E-2	3048,1833	480,93333	12,330247	375169,65

ns - F não significativo

* - F significativo ao nível de 5 % de probabilidade

** - F significativo ao nível de 1 % de probabilidade

TABELA A24 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha),
RETORNADA COM A FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA NAS
RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa				
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg	
JUN/JUL/AGO	3,23	0,101	2,07	2,76	1,18	
SET/OUT	4,51	0,134	2,33	4,35	1,82	
NOV/DEZ	6,25	0,207	3,26	6,46	2,68	
JAN/FEV	3,97	0,122	1,33	3,73	1,55	
MAR/ABR	3,64	0,091	1,02	2,53	1,35	
MAI/JUN	1,50	0,037	0,54	1,39	0,57	
TOTAL ANUAL	23,09	0,193	10,54	21,22	9,15	
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg	
JUN/JUL	1,34	0,049	0,88	1,47	0,56	
AGO/SET	3,03	0,131	1,33	3,23	1,22	
OUT/NOV	6,12	0,232	3,48	6,83	2,68	
DEZ/JAN	5,29	0,216	2,90	4,46	2,00	
FEV/MAR	4,89	0,228	2,18	4,34	1,59	
ABR/MAI/JUN	2,55	0,101	1,46	2,13	0,82	
TOTAL ANUAL	23,22	0,957	12,23	22,46	8,87	
		Restinga alta				
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg	
JU/JL/AGO	6,53	0,164	2,01	3,49	1,29	
SET/OUT	8,33	0,282	2,43	6,39	2,22	
NOV/DEZ	12,86	0,429	5,00	8,32	3,53	
JAN/FEV	8,93	0,235	2,51	5,32	2,24	
MAR/ABR	8,76	0,202	1,51	4,59	1,75	
MAI/JUN	3,86	0,096	0,89	2,31	0,97	
TOTAL ANUAL	49,29	1,408	14,37	30,41	12,01	
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg	
JUN/JUL	2,92	0,082	1,06	1,91	0,77	
AGO/SET	5,69	0,155	1,78	3,62	1,32	
OUT/NOV	14,64	0,395	5,78	11,35	4,21	
DEZ/JAN	9,71	0,261	4,33	6,65	2,47	
FEV/MAR	8,54	0,254	3,05	4,77	1,73	
AB/MAI/JU	8,81	0,271	3,21	4,92	1,83	
TOTAL ANUAL	50,32	1,417	19,22	33,21	12,34	

TABELA A25 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha),
RETORNADA COM A FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA NAS
RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL/AGO	1,29	0,029	0,22	1,88	0,69
SET/OUT	1,25	0,034	0,36	2,19	0,73
NOV/DEZ	3,94	0,044	0,31	3,43	1,17
JAN/FEV	1,22	0,041	0,25	2,14	0,35
MAR/ABR	1,01	0,029	0,35	1,82	0,30
MAI/JUN	0,47	0,018	0,12	1,04	0,17
TOTAL ANUAL	9,18	0,196	1,61	12,51	3,42
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	0,76	0,003	0,30	0,88	0,16
AGO/SET	0,24	0,005	0,09	0,33	0,06
OUT/NOV	1,49	0,017	0,56	2,16	0,42
DEZ/JAN	0,90	0,002	0,46	0,72	0,18
FEV/MAR	1,58	0,003	0,67	2,06	0,42
ABR/MAI/JUN	1,58	0,016	0,59	2,21	0,40
TOTAL ANUAL	6,56	0,046	2,67	8,38	1,64
		Restinga alta			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JU/JL/AGO	2,86	0,055	0,34	2,43	0,52
SET/OUT	2,83	0,071	0,49	2,97	0,67
NOV/DEZ	2,68	0,069	0,81	2,71	0,62
JAN/FEV	2,68	0,101	0,88	3,54	0,82
MAR/ABR	2,53	0,078	0,50	2,55	0,63
MAI/JUN	1,06	0,037	0,32	1,11	0,32
TOTAL ANUAL	14,64	0,411	3,34	15,32	3,61
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	0,41	0,005	0,19	0,37	0,10
AGO/SET	1,05	0,010	0,47	0,93	0,27
OUT/NOV	3,04	0,036	1,29	2,80	0,84
DEZ/JAN	1,31	0,022	0,65	0,92	0,37
FEV/MAR	2,40	0,035	0,91	1,68	0,50
AB/MAI/JU	4,47	0,024	1,61	3,66	0,93
TOTAL ANUAL	12,67	0,132	5,14	10,36	3,02

TABELA A26 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha),
RETORNADA COM A FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA
SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL/AGO	0,12	0,005	0,08	0,04	0,02
SET/OUT	0,26	0,010	0,17	0,07	0,05
NOV/DEZ	1,01	0,038	0,68	0,25	0,16
JAN/FEV	1,31	0,054	1,13	0,40	0,22
MAR/ABR	2,13	0,082	1,04	0,58	0,32
MAI/JUN	0,53	0,022	0,25	0,24	0,14
TOTAL ANUAL	5,37	0,218	3,34	1,58	0,90
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	0,33	0,010	0,14	0,18	0,07
AGO/SET	0,11	0,004	0,06	0,05	0,02
OUT/NOV	0,80	0,050	0,42	0,19	0,11
DEZ/JAN	1,64	0,085	0,63	0,49	0,27
FEV/MAR	1,70	0,057	0,77	0,47	0,25
ABR/MAI/JUN	1,01	0,043	0,51	0,46	0,21
TOTAL ANUAL	5,60	0,250	2,53	1,84	0,93
		Restinga alta			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JU/JL/AGO	0,30	0,010	0,23	0,07	0,04
SET/OUT	0,11	0,004	0,06	0,04	0,02
NOV/DEZ	2,30	0,082	0,98	0,67	0,30
JAN/FEV	3,21	0,166	1,53	0,76	0,47
MAR/ABR	1,97	0,078	0,48	0,55	0,28
MAI/JUN	1,96	0,078	1,12	0,44	0,27
TOTAL ANUAL	9,86	0,417	4,41	2,53	1,38
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	0,31	0,016	0,30	0,06	0,04
AGO/SET	0,05	0,002	0,02	0,01	0,01
OUT/NOV	0,31	0,012	0,14	0,07	0,04
DEZ/JAN	3,03	0,256	0,98	0,75	0,40
FEV/MAR	2,76	0,096	0,86	0,69	0,33
AB/MAI/JU	1,31	0,050	0,66	0,36	0,19
TOTAL ANUAL	7,77	0,426	2,96	1,95	1,01

TABELA A27 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha),
RETORNADA COM A FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA
NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL/AGO	0,38	0,013	0,15	0,30	0,06
SET/OUT	0,59	0,015	0,20	0,30	0,08
NOV/DEZ	1,07	0,032	0,46	0,50	0,19
JAN/FEV	0,56	0,015	0,17	0,27	0,10
MAR/ABR	0,33	0,010	0,08	0,14	0,06
MAI/JUN	0,25	0,009	0,10	0,16	0,06
TOTAL ANUAL	3,18	0,095	1,15	1,67	0,55
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	0,18	0,003	0,07	0,13	0,03
AGO/SET	0,19	0,003	0,08	0,14	0,04
OUT/NOV	0,61	0,009	0,25	0,27	0,13
DEZ/JAN	0,54	0,008	0,18	0,17	0,08
FEV/MAR	0,43	0,007	0,13	0,16	0,07
ABR/MAI/JUN	0,42	0,006	0,14	0,21	0,06
TOTAL ANUAL	2,38	0,037	0,84	1,09	0,41
		Restinga alta			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JU/JL/AGO	1,08	0,037	0,35	0,59	0,16
SET/OUT	1,20	0,032	0,29	0,49	0,16
NOV/DEZ	2,49	0,070	0,82	1,06	0,37
JAN/FEV	3,35	0,116	0,97	1,47	0,61
MAR/ABR	0,81	0,023	0,14	0,36	0,12
MAI/JUN	0,80	0,025	0,27	0,36	0,15
TOTAL ANUAL	9,66	0,302	2,83	4,34	1,57
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	0,47	0,016	0,18	0,20	0,07
AGO/SET	0,54	0,017	0,14	0,27	0,09
OUT/NOV	2,18	0,072	0,71	0,71	0,28
DEZ/JAN	3,18	0,081	1,02	0,94	0,42
FEV/MAR	2,38	0,049	0,69	0,82	0,35
AB/MAI/JU	1,85	0,033	0,48	0,67	0,23
TOTAL ANUAL	10,60	0,269	3,22	3,61	1,44

TABELA A28 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha),
RETORNADA COM O TOTAL DA SERAPILHEIRA NAS
RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL/AGO	5,02	0,148	2,52	4,98	1,95
SET/OUT	6,61	0,193	3,06	6,91	2,68
NOV/DEZ	12,27	0,321	4,71	10,64	4,20
JAN/FEV	7,06	0,232	2,88	6,54	2,22
MAR/ABR	7,11	0,212	2,49	5,07	2,03
MAI/JUN	2,75	0,086	1,01	2,83	0,94
TOTAL ANUAL	40,82	1,192	16,67	36,97	14,02
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	2,61	0,065	1,39	2,66	0,82
AGO/SET	3,57	0,143	1,56	3,75	1,34
OUT/NOV	9,02	0,308	4,71	9,45	3,34
DEZ/JAN	8,37	0,311	4,17	5,84	2,53
FEV/MAR	8,60	0,295	3,75	7,03	2,33
ABR/MAI/JUN	5,56	0,166	2,70	5,01	1,49
TOTAL ANUAL	37,73	1,288	18,28	33,74	11,85
		Restinga alta			
ANO 1	N	P	K	Ca	Mg
JU/JL/AGO	10,77	0,266	2,93	6,58	2,01
SET/OUT	12,47	0,389	3,27	9,89	3,07
NOV/DEZ	20,33	0,650	7,61	12,76	4,82
JAN/FEV	18,17	0,618	5,89	11,09	4,14
MAR/ABR	14,07	0,381	2,63	8,05	2,78
MAI/JUN	7,68	0,236	2,60	4,22	1,71
TOTAL ANUAL	83,49	2,540	24,93	52,59	18,53
ANO 2	N	P	K	Ca	Mg
JUN/JUL	4,11	0,119	1,73	2,54	0,98
AGO/SET	7,33	0,184	2,41	4,83	1,69
OUT/NOV	20,17	0,515	7,92	14,93	5,37
DEZ/JAN	17,23	0,620	6,98	9,26	3,66
FEV/MAR	16,08	0,434	5,51	7,96	2,91
AB/MAI/JU	16,44	0,378	5,96	9,61	3,18
TOTAL ANUAL	81,36	2,250	30,51	49,13	17,79

TABELA A29 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO FOLHAS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	21	94	2,1	8,3	18	240	206
SET/OUT	32	111	3,5	12,7	26	332	264
NOV/DEZ	55	180	6,4	16,1	47	540	469
JAN/FEV	35	107	2,7	13,9	21	350	159
MAR/ABR	28	64	2,5	12,8	17	231	147
MAI/JUN	9	31	1,1	5,7	7	97	76
TOTAL ANUAL	180	589	18,3	69,5	137	1788	1319
<hr/>							
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	13	52	1,1	4,8	9	69	100
AGO/SET	38	102	2,7	10,0	19	100	134
OUT/NOV	64	150	6,5	16,5	34	547	280
DEZ/JAN	55	118	4,4	14,4	40	607	255
FEV/MAR	47	94	5,9	11,3	32	311	201
ABR/MAI/JUN	20	51	2,9	6,9	12	181	121
TOTAL ANUAL	236	568	23,5	64,0	145	1814	1091
<hr/>							
		Restinga alta					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	29	63	2,7	5,2	16	249	194
SET/OUT	101	114	4,9	11,7	29	447	497
NOV/DEZ	80	203	7,9	15,8	49	521	942
JAN/FEV	62	97	4,3	11,7	32	368	309
MAR/ABR	43	72	3,7	9,7	17	376	550
MAI/JUN	24	44	1,7	4,7	8	160	306
TOTAL ANUAL	340	594	25,2	58,7	151	2121	2799
<hr/>							
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	23	37	2,1	3,2	9	182	177
AGO/SET	55	67	4,5	6,7	17	262	236
OUT/NOV	127	209	9,9	21,4	51	852	598
DEZ/JAN	64	156	5,9	10,3	40	418	674
FEV/MAR	70	91	5,6	8,2	18	200	454
ABR/MAI/JUN	78	89	7,1	8,5	20	384	449
TOTAL ANUAL	418	649	35,3	58,2	154	2279	2589

TABELA A30 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO RAMOS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	20	94	2,8	6,7	3,3	40	46
SET/OUT	23	95	3,0	7,9	3,9	37	41
NOV/DEZ	38	153	5,2	14,1	6,0	72	66
JAN/FEV	28	114	2,2	9,0	2,7	51	36
MAR/ABR	20	52	1,9	7,6	2,2	40	25
MAI/JUN	11	28	0,8	2,9	0,7	24	16
TOTAL ANUAL	142	589	18,3	48,2	18,7	265	230
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	8	38	1,2	0,7	0,4	9	6
AGO/SET	3	16	0,5	1,2	0,8	9	7
OUT/NOV	28	112	3,4	8,5	5,3	37	45
DEZ/JAN	9	26	1,6	2,8	2,6	19	20
FEV/MAR	24	71	3,2	5,8	5,3	44	42
ABR/MAI/JUN	23	127	3,7	9,6	5,6	49	43
TOTAL ANUAL	97	390	13,6	28,4	20,2	168	163
		Restinga alta					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	54	59	8,9	7,2	5,5	72	71
SET/OUT	55	60	5,4	7,2	7,4	120	259
NOV/DEZ	39	62	4,8	8,3	6,6	56	66
JAN/FEV	55	86	3,5	9,9	2,7	118	114
MAR/ABR	43	57	3,1	9,2	4,2	93	77
MAI/JUN	19	32	1,4	3,8	1,6	40	66
TOTAL ANUAL	265	357	27,2	45,7	27,9	498	656
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	5	9	0,7	1,5	1,0	11	15
AGO/SET	13	22	1,9	3,5	2,6	32	25
OUT/NOV	42	76	5,6	11,9	7,5	99	85
DEZ/JAN	17	29	2,3	3,2	3,1	44	53
FEV/MAR	26	56	3,2	5,0	5,4	62	126
ABR/MAI/JUN	55	130	8,0	7,8	10,0	138	235
TOTAL ANUAL	158	323	21,8	32,8	29,6	387	541

TABELA A31 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO FLORES/FRUTOS DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	0,8	0,8	0,1	0,2	0,2	3,6	2,7
SET/OUT	1,8	1,8	0,3	0,3	0,3	5,8	5,5
NOV/DEZ	5,6	5,6	1,1	1,2	1,3	18,7	15,0
JAN/FEV	7,7	7,7	1,1	1,5	2,8	27,4	12,4
MAR/ABR	9,9	9,9	1,5	4,0	3,9	45,0	22,0
MAI/JUN	3,6	3,6	0,4	1,6	1,3	8,7	9,1
TOTAL ANUAL	29,6	29,6	4,5	8,8	9,9	109,3	66,8
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	3,1	3,2	0,3	1,0	0,6	6,4	7,1
AGO/SET	0,7	0,7	0,1	0,2	0,3	2,6	3,4
OUT/NOV	3,3	3,3	0,6	1,0	1,1	6,8	10,6
DEZ/JAN	11,6	11,6	1,0	2,6	3,2	16,1	19,5
FEV/MAR	10,2	10,2	1,3	2,6	2,2	28,9	26,2
ABR/MAI/JUN	8,9	8,9	1,1	2,7	1,5	10,2	11,7
TOTAL ANUAL	37,9	37,9	4,3	10,0	8,9	71,1	78,4
		Restinga alta					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	0,7	1,2	0,2	0,4	0,3	6,3	23,8
SET/OUT	0,6	0,7	0,1	0,1	0,1	1,6	9,5
NOV/DEZ	11,7	0,2	1,9	2,9	3,0	47,2	32,3
JAN/FEV	8,7	2,4	2,6	4,4	5,5	34,0	10,6
MAR/ABR	6,3	5,6	1,2	2,7	2,6	20,0	28,4
MAI/JUN	5,3	3,3	1,7	3,3	2,8	16,1	44,1
TOTAL ANUAL	33,4	4,1	7,7	13,8	14,2	125,1	148,7
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	1,0	1,3	0,3	0,4	0,6	9,6	4,0
AGO/SET	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	2,6	0,6
OUT/NOV	2,4	2,4	0,2	0,4	0,4	9,8	4,6
DEZ/JAN	13,7	6,1	2,8	3,2	5,2	70,4	75,1
FEV/MAR	22,9	1,3	2,6	2,8	3,7	53,8	67,1
ABR/MAI/JUN	6,1	9,2	1,4	1,3	2,1	27,7	86,2
TOTAL ANUAL	46,3	0,6	7,5	8,2	12,0	173,9	237,6

TABELA A32 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM A FRAÇÃO MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	10,7	11,3	0,5	1,5	0,8	22,1	23,8
SET/OUT	10,2	8,8	0,5	1,3	1,2	20,6	24,6
NOV/DEZ	15,6	13,7	1,0	2,3	2,1	42,4	44,1
JAN/FEV	11,9	7,1	0,4	1,2	1,1	21,5	20,2
MAR/ABR	5,4	3,7	0,3	0,6	0,5	11,4	11,6
MAI/JUN	5,8	4,2	0,2	0,7	0,6	13,9	17,8
TOTAL ANUAL	59,5	48,7	2,9	7,7	6,4	109,3	142,1
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	5,2	3,7	0,3	0,4	0,4	4,0	12,7
AGO/SET	9,7	4,1	0,3	0,5	0,4	8,0	16,7
OUT/NOV	18,1	8,5	0,9	1,1	1,1	18,3	31,6
DEZ/JAN	7,9	6,6	0,5	1,1	1,2	9,5	14,7
FEV/MAR	8,2	5,6	0,4	0,9	0,8	9,4	15,4
ABR/MAI/JUN	10,7	9,1	0,5	1,1	0,6	10,2	19,9
TOTAL ANUAL	59,7	37,6	2,9	5,1	4,5	59,4	110,9
		Restinga alta					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	13,8	1,0	0,7	1,5	1,9	47,8	59,0
SET/OUT	13,2	1,0	0,7	1,4	1,8	58,6	37,1
NOV/DEZ	46,9	1,9	1,2	2,9	4,5	110,8	121,7
JAN/FEV	36,8	9,5	2,0	5,9	7,1	125,3	109,2
MAR/ABR	9,8	7,0	0,5	1,4	1,4	19,6	32,6
MAI/JUN	9,6	6,8	0,4	1,3	1,2	30,7	53,3
TOTAL ANUAL	130,3	7,3	5,4	13,8	17,9	392,8	413,0
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	7,0	5,4	0,2	0,7	0,6	16,6	22,5
AGO/SET	8,8	6,1	0,3	0,7	0,7	24,4	23,5
OUT/NOV	31,3	3,4	1,4	2,1	2,7	59,6	70,7
DEZ/JAN	48,3	2,3	2,6	3,1	4,4	113,6	168,0
FEV/MAR	29,0	0,1	2,1	2,8	2,8	47,7	103,1
ABR/MAI/JUN	48,5	9,8	1,5	1,6	2,4	24,5	89,0
TOTAL ANUAL	172,7	7,1	8,2	11,1	13,6	286,5	476,9

TABELA A33 - QUANTIDADES BIMESTRAIS DE MICRONUTRIENTES, Al E Si (g/ha), RETORNADA COM O TOTAL DA SERAPILHEIRA NAS RESTINGAS BAIXA E ALTA.

BIMESTRE		Restinga baixa					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	52,5	200,1	5,5	16,7	22,3	305,7	278,5
SET/OUT	67,0	216,6	7,3	22,2	31,4	395,4	335,1
NOV/DEZ	114,2	352,3	13,7	33,7	56,4	673,1	594,1
JAN/FEV	82,6	235,8	6,4	25,6	27,6	449,9	227,6
MAR/ABR	63,3	129,6	6,2	25,0	23,6	327,4	205,6
MAI/JUN	29,4	66,8	2,5	10,9	9,6	143,6	118,9
TOTAL ANUAL	409,0	1201,2	41,6	134,1	170,9	2295,1	1759,8
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	29,3	96,9	2,9	6,9	10,4	88,4	125,8
AGO/SET	51,4	122,8	3,6	11,9	20,5	119,6	161,1
OUT/NOV	113,4	273,8	11,4	27,1	41,5	609,1	367,2
DEZ/JAN	83,5	162,2	7,5	20,9	47,0	651,6	309,2
FEV/MAR	89,4	180,8	10,8	20,6	40,3	393,3	284,6
ABR/MAI/JUN	62,6	196,0	8,2	20,3	19,7	250,4	195,6
TOTAL ANUAL	429,6	1032,5	44,4	107,7	179,4	2112,4	1443,5
		Restinga alta					
ANO 1	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL/AGO	97,5	134,2	12,5	14,3	23,7	375,1	347,8
SET/OUT	169,8	185,7	11,1	20,4	38,3	627,2	802,6
NOV/DEZ	177,6	297,1	15,8	29,9	63,1	735,0	1162,0
JAN/FEV	162,5	224,9	12,4	31,9	47,3	645,3	542,8
MAR/ABR	102,1	141,6	8,5	23,0	25,2	508,6	688,0
MAI/JUN	57,9	86,1	5,2	13,1	13,6	246,8	469,4
TOTAL ANUAL	767,4	069,6	65,5	132,6	211,2	3138,8	4012,6
ANO 2	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Si	Al
JUN/JUL	36,0	52,7	3,3	5,8	11,2	219,2	218,5
AGO/SET	77,1	95,4	6,8	11,0	20,4	321,0	285,1
OUT/NOV	202,7	300,8	17,1	35,8	61,6	1020,4	758,3
DEZ/JAN	143,0	223,4	13,6	19,8	52,7	646,0	970,1
FEV/MAR	147,9	178,4	13,5	18,8	29,9	363,5	750,2
ABR/MAI/JUN	187,6	248,0	18,0	19,2	34,5	574,2	859,2
TOTAL ANUAL	794,3	098,7	72,3	110,4	210,3	3144,3	3841,4

TABELA A34 - CLASSIFICAÇÃO E PESOS DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DAS AMOSTRAS COLETADAS NAS DUAS ÁREAS DE ESTUDO.

RESTINGA BAIXA					
HORIZONTES	Peso das Amostras em gramas				
	1	2	3	4	5
Ln	16,10	40,53	30,07	32,55	
Ln/Lv					61,09
Lv				33,40	
Lv/Fr	42,12		37,83		
Fr*		52,04		98,52	
Fr**		36,28		25,54	
Fm/Hr					288,47
Total	58,22	128,85	67,9	190,01	349,56

RESTINGA ALTA					
HORIZONTES	Peso das Amostras em gramas				
	1	2	3	4	5
Ln		27,14	29,24		
Ln/Lv	33,26			29,69	36,60
Lv/Fr		22,59			
Fr*	81,26	35,31	47,95	56,67	65,94
Fr**	12,29	7,57	21,56	11,85	8,78
Total	126,81	92,51	98,75	98,39	111,32

Fr* - Folhas
Fr** - Raízes

TABELA A35 - TEORES DE MACRONUTRIENTES EM g/100g M.S. E MICRONUTRIENTES EM ug/g M.S., DE TODAS AS AMOSTRAS DOS HORIZONTES ORGÂNICOS DO SOLO.

Restinga baixa												
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si
AMOSTRAS	g/100g					ug/g						
AMOSTRA 1												
Ln	0,63	0,024	0,09	1,08	0,21	83	216	6	20	188	33	82
Lv/Fr	0,75	0,026	0,05	0,89	0,17	244	207	9	25	300	34	295
AMOSTRA 2												
Ln	0,64	0,026	0,20	1,29	0,24	100	612	6	38	225	45	315
Fr*	0,92	0,024	0,07	0,83	0,13	555	644	10	34	663	34	125
Fr**	1,19	0,032	0,12	0,82	0,14	553	706	13	38	900	21	197
AMOSTRA 3												
Ln	0,69	0,020	0,13	0,62	0,32	75	147	10	28	438	46	412
Lv/Fr	0,74	0,028	0,09	0,70	0,30	189	194	8	20	450	34	205
AMOSTRA 4												
Ln	0,60	0,022	0,20	1,06	0,22	81	80	6	23	450	28	425
Lv	0,80	0,026	0,06	0,85	0,16	141	81	6	23	525	24	285
Fr*	1,16	0,030	0,04	0,33	0,12	609	26	8	11	075	21	337
Fr**	1,20	0,034	0,12	0,27	0,13	732	30	13	13	450	28	495
AMOSTRA 5												
Ln/Lv	0,60	0,026	0,03	0,52	0,17	138	130	6	19	475	21	435
Fm/Hr	1,33	0,026	0,09	0,14	0,13	230	40	10	10	375	19	275

* - Folhas

** - Raízes

TABELA A35 - Continuação

Restinga alta												
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	Si
AMOSTRAS	g/100g					ug/g						
AMOSTRA 1												
Ln/Lv	1,02	0,030	0,20	0,59	0,22	108	56	6	19	600	26	550
Fr*	1,16	0,028	0,08	0,19	0,13	475	22	9	9	2025	21	115
FR**	1,45	0,040	0,19	0,15	0,13	349	55	8	15	1875	92	660
AMOSTRA 2												
Ln	1,08	0,032	0,07	0,59	0,19	113	03	6	18	3375	26	1140
Lv/Fr	0,85	0,024	0,11	1,18	0,21	218	19	10	30	363	101	255
Fr*	1,15	0,032	0,07	0,28	0,11	436	57	9	13	3688	25	335
Fr**	1,22	0,040	0,15	0,21	0,11	246	37	8	15	3275	45	72
AMOSTRA 3												
Ln	1,21	0,028	0,09	0,47	0,17	101	22	6	14	2313	24	820
Fr*	1,11	0,030	0,09	0,35	0,12	270	86	9	15	3313	26	237
Fr**	1,28	0,036	0,18	0,20	0,12	570	79	9	15	3188	38	430
AMOSTRA 4												
Ln/Lv	1,07	0,032	0,07	0,73	0,22	76	51	5	19	975	22	707
Fr*	1,30	0,026	0,08	0,30	0,13	150	59	8	10	963	23	150
Fr**	1,27	0,034	0,18	0,33	0,17	415	74	9	23	963	25	87
AMOSTRA 5												
Ln/Lv	0,96	0,034	0,05	0,55	0,16	171	16	8	29	1725	21	412
Fr*	1,25	0,030	0,08	0,37	0,12	344	41	9	13	1638	21	210
Fr**	1,21	0,032	0,14	0,18	0,12	319	17	8	15	1288	39	37

* - Folhas

** - Raízes

TABELA A36 - TEORES (ug/g) DE ELEMENTOS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL (PT) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) DE DIVERSAS REGIÕES DO MUNDO.

LOCAL		N	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
Minesota							COMERFORD & WHITE, 1977
	PT	0,79	0,036	0,54	1,67	0,23	
<i>B.papyrifera</i>	PI	1,01	0,137	2,20	2,18	0,43	
<i>B.papyr.-R</i>	PI	1,23	0,346	4,25	3,16	0,71	
<i>P.resinosa</i>	PI	1,48	0,093	1,65	2,35	0,46	
<i>P.resi-R</i>	PI	1,75	0,161	2,62	3,19	0,66	
Minesota							VERRY & TIMMONS, 1977
	PT	0,72	0,059	0,16	0,48	0,10	
<i>P.mariana</i>	PI	1,05	0,096	0,80	0,99	0,27	
<i>P.tremuloid.</i>	PI	1,15	0,265	2,08	1,90	0,48	
Canadá							MAHENDRAPP, 1983
	PT	0,20	----	0,47	0,56	0,10	
Índia							GEORGE, 1979
	PT	0,10	0,010	0,31	0,35	0,15	
	PI	0,15	0,010	0,70	0,65	0,15	
Tasmânia							ADANS & ATTWILL, 1991
Emu	PI	0,60	0,070	2,00	2,20	1,20	
Retreat	PI	0,80	0,110	4,40	2,60	1,40	
Saddleb.	PI	1,10	0,180	2,50	1,10	0,60	
Melbourne							FLINN & HOPMANS, 1979
	PT	0,03	0,001	0,18	0,31	0,10	
Panamá							GOLLEY <i>et al.</i> 1978
	PT	--	0,050	0,50	1,5	0,25	
	PI	--	0,039	3,20	2,4	0,62	
Colômbia							VENEKLAAS, 1990
2550m							
	PT	0,85	0,034	0,37	0,48	0,15	
	PI	1,21	0,090	5,14	1,46	0,58	
3370m							
	PT	0,84	0,033	0,48	0,50	0,17	
	PI	0,88	0,034	2,78	1,59	0,59	
Venezuela							STEINHARDT & FASSBENDER, 1979
	PT	0,64	0,052	0,21	0,38	0,51	
	PI	0,72	0,079	7,81	0,76	0,45	GRIMM & FASSBENDER 1981

TABELA A36 -Continuação

LOCAL		N	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
Costa do Marfim							BERNHARD- REVERSAT, 1975
	PT	1,58	0,100	0,36	1,48	0,27	
Plato	PI	6,10	0,130	4,00	2,50	2,80	
Thalweg	PI	5,80	0,650	12,20	3,30	3,60	
Yapo	PI	2,50	0,360	5,10	2,20	1,60	
Porto Rico*							JORDAN <i>et al.</i> , 1972
	PT	----	----	0,49	0,58	0,13	
	PI	----	----	5,59	1,25	0,33	
Nova Guiné*							EDWARDS, 1982
	PT	0,17	0,013	0,19	0,10	0,03	
	PI	1,40	0,117	3,03	0,87	0,47	
São Paulo							ARCOVA & CICCO, 1987
	PT	----	----	0,36	0,28	0,08	
	PI	----	----	8,04	1,07	0,62	
São Paulo							MEGURO <i>et al.</i> , 1979
	PT	----	0,110	0,23	----	----	
	PI	----	0,850	14,10	----	----	
São Paulo PEV							LEITÃO FILHO <i>et al.</i> , 1993
	PT	0,53	0,10	0,90	1,10	0,30	
	PI	0,90	0,10	1,90	2,10	1,00	
PET							
	PT	5,30	2,80	4,20	12,40	1,40	
	PI	4,40	1,00	8,30	13,60	2,40	
Bahia							GAMA & CALHEIROS, 1991
	PT	1,53	0,010	0,57	0,51	0,53	
Eritr.	PI	1,90	0,20	2,00	1,64	0,78	
Cacau	PI	1,92	0,36	4,11	2,23	1,51	
Rio de Janeiro							HAY & LACERDA, 1984
	PT	----	----	0,19	0,11	0,44	
Clusia	PI	----	----	1,00	0,38	1,40	
	PI	----	----	0,58	0,24	0,87	
Paraná							SANTOS, 1989
	PT	----	0,009	0,87	0,89	0,32	
	PI	----	0,690	9,68	2,39	1,35	
Paraná							ESTE ESTUDO
	PT	----	0,002	0,30	0,31	0,50	
R.baixa	PI	----	0,009	3,85	1,03	1,20	
R.alta	PI	----	0,008	4,70	1,10	1,40	

* citado por VENEKLAAS, 1990

TABELA A37 - QUANTIDADES DE NUTRIENTES MINERAIS (kg/ha/ano) DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA (PT) E PRECIPITAÇÃO INTERNA (PI) DE DIVERSAS REGIÕES DO MUNDO.

LOCAL		N	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
Paraná							ESTE ESTUDO
	PT	---	0,03	3,5	4,8	7,4	
R.baixa	PI	---	0,10	44,8	12,1	14,2	
R.alta	PI	---	0,09	49,9	11,4	14,6	
São Paulo							
	PT	7,3	---	9,8	16,5	5,2	LIMA, 1986
<i>P.oocarpa</i>	PI	0,0	---	13,9	3,3	1,7	
<i>P.caribaea</i>	PI	0,0	---	18,6	5,8	1,6	
Cerradão	PI	0,0	---	67,8	6,8	7,1	
São Paulo							MEGURO <i>et al.</i> , 1979
	PT		1,1	2,4	---	---	
	PI	---	7,5	26,0	---	---	
São Paulo							COUTINHO, 1979
	PT	---	2,9	2,6	5,6	0,9	
São Paulo							ARCOVA & CICCIO, 1987
	PT	---	0,7	5,4	2,9	1,1	
	PI	---	1,7	79,5	11,5	7,2	
São Paulo**							MEGURO & DELITTI, 1984 e 1985
	PT	---	0,9	3,0	20,4	1,8	
Cerrado	PI	---	0,5	28,1	10,3	5,3	
Mata ciliar	PI	---	1,9	94,2	20,1	8,1	
Reflorest.	PI	---	0,5	9,0	16,6	3,6	
São Paulo							LEITÃO FILHO <i>et al.</i> , 1993
Preservada	PT	10,6	2,0	18,0	---	6,0	
	PI	26,4	2,0	30,0	---	20,0	
Perturbada	PT	126,0	56,0	84,0	---	28,0	
	PI	88,0	20,0	66,0	---	48,0	
São Paulo**							DOMINGOS, 1987
Mais afet.	PT	20,1	3,7	6,2	18,8	3,2	
	PI	21,5	6,6	18,1	40,8	6,2	
Menos afet.	PT	20,3	3,6	6,2	12,7	3,9	
	PI	21,2	4,5	34,8	35,3	7,2	
São Paulo**							SANTOS, 1988
	PT	12,9	1,5	11,2	13,5	3,1	
	PI	12,9	1,9	40,5	35,5	11,7	

TABELA A37- Continuação

LOCAL		N	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
Paraná	PT	8,8	1,5	8,2	10,42	3,6	SANTOS, 1989
	PI	31,4	4,4	88,4	18,8	9,6	
Rio de Janeiro**	PT	---	---	5,3	7,0	6,2	SILVA FILHO <i>et al.</i> , 1986
Bahia	PT	19,9	0,2	5,7	5,7	3,2	GAMA & CALHEIROS, 1991
	PI	20,7	1,9	19,5	17,0	6,5	
Eritrina	PI	18,1	2,7	34,4	22,1	12,1	
Cacau	PT	---	---	2,7	1,0	1,0	SILVA, 1983
	PI	---	---	5,7	1,6	1,6	
Brasília**	PT	---	11,0	19,3	29,4	1,3	NUNES, 1980
	PI	---	15,5	86,3	45,7	10,1	
Pernambuco**	PT	6,6	0,1	2,4	---	---	FRANKEN <i>et al.</i> , 1985
	PI	7,4	0,3	22,1	1,0	7,8	
Amazonas*	PT	9,9	1,1	2,6	5,6	5,2	GRIMM & FASSBENDER 1981
	PI	8,5	1,4	69,7	6,9	3,3	
Venezuela	PT	21,2	24,5	23,4	27,0	3,3	JORDAN <i>et al.</i> , 1980
	PI	24,9	10,6	17,0	3,6	1,3	
Terra firme	PT	21,6	24,9	24,6	28,4	3,5	EDWARDS, 1982
	PI	33,5	5,0	28,0	6,6	3,9	
Suj.inund.	PT	6,5	0,5	7,3	3,6	1,3	EDWARDS, 1982
	PI	29,6	2,49	71,1	19,0	10,9	
Nova Guiné	PT	25,0	1,6	5,8	24,0	4,3	BERNHARD- REVERSAT, 1975
	PI	88,0	1,8	57,0	36,0	40,0	
Costa do Marfim	PI	88,0	10,1	83,0	50,0	54,0	GOLLEY <i>et al.</i> , 1978
	PT	---	1,0	9,5	29,3	4,9	
Plato	PI	---	0,6	50,0	37,0	10,0	GOLLEY <i>et al.</i> , 1978
	PI	---	---	---	---	---	
Talweg	PT	---	---	---	---	---	GOLLEY <i>et al.</i> , 1978
	PI	---	---	---	---	---	
Panamá	PT	---	---	---	---	---	GOLLEY <i>et al.</i> , 1978
	PI	---	---	---	---	---	

TABELA A37- Continuação

LOCAL		N	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
Porto Rico							ODUM, 1970.
	PT	14,0	---	---	33,6	26,3	
	PI	72,0	---	---	69,4	25,2	
Gana							NYE, 1961
	PT	14,0	0,4	17,5	12,7	11,3	
	PI	26,5	4,1	37,7	41,6	29,2	
Colômbia 2550m							VENEKLAAS, 1990
	PT	17,9	0,7	7,9	10,1	3,2	
	PI	22,3	1,7	95,2	27,1	10,1	
3370m							
	PT	12,2	0,5	6,9	7,3	2,5	
	PI	10,5	0,4	33,0	18,8	7,0	
Porto Rico*							JORDAN <i>et</i> <i>al.</i> , 1972
	PT	---	---	18,2	21,8	4,9	
	PI	---	---	155,0	34,8	9,2	
Jamaica*							TANNER, 1977a
	PT	0,0	0,0	7,1	5,5	5,0	
	PI	0,0	0,0	42,7	13,3	11,5	
Inglaterra							CARLISLE <i>et</i> <i>al.</i> , 1966
	PT	9,5	0,4	3,0	7,3	4,6	
	PI	8,8	1,3	28,1	17,2	9,4	
Tasmânia 6 Km da costa							ADANS & ATTIWILL, 1991
	PT	3,7	0,1	2,8	8,9	3,3	
	PI	6,1	0,2	12,2	17,4	16,0	
26 Km da costa							
	PT	6,3	0,4	5,0	12,4	2,6	
	PI	7,1	0,4	7,6	14,6	7,3	
48 Km da costa							
	PT	7,5	0,2	5,1	12,5	2,5	
	PI	9,5	0,2	14,2	21,0	7,3	
Escócia 40 km da costa							ALLEN <i>et</i> <i>al.</i> , 1968
	PT	19,0	0,8	5,4	14,0	2,9	
19 km da costa							
	PT	8,0	0,2	3,9	6,7	3,6	
8 km da costa							
	PT	13,0	0,8	4,8	9,8	4,5	
2 km da costa							
	PT	15,0	1,0	3,7	12,0	3,6	

TABELA A37- Continuação

LOCAL		N	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
Inglaterra							GORE, 1968
	PT	8,2	0,3	2,3	9,5	4,5	
Minesota							VERRY & TIMMONS,
	PT	7,3	0,5	1,1	3,5	0,7	
P.mariana	PI	7,1	0,6	4,0	5,2	1,3	
P.tremuloid	PI	8,3	1,5	15,4	15,7	3,5	
índia							GEORGE, 1979
	PT	1,7	0,2	5,2	5,9	2,5	
	PI	2,0	0,1	9,4	8,8	2,0	
Austrália							FLINN & HOPMANS, 1979
	PT	0,3	0,01	1,8	3,2	1,1	
Minesota							COMERFORD & WHITE, 1977
	PT	2,8	0,1	1,9	0,8	6,0	
B.papyrifer	PI	0,4	0,3	5,2	0,6	1,0	
B.papyr.-R	PI	0,3	0,5	4,7	0,6	2,0	
P.resinosa	PI	1,4	0,1	2,7	0,5	0,6	
P.resi-R	PI	0,1	0,05	0,8	0,2	0,6	
Texas							PTHL & RAY, 1983
	PT	4,1	---	3,3	5,0	1,1	
M.grandif.	PI	8,6	---	16,9	8,8	2,4	
P.taeda	PI	6,2	---	14,1	7,7	2,7	
P.taeda-sub	PI	7,2	---	10,9	7,5	2,4	
Carolina do Norte							BRINSON <i>et al.</i> , 1980
	PT	5,8	0,5	3,0	4,8	1,4	
	PI	9,6	1,3	10,4	13,3	6,9	

* citado por VENEKLAAS, 1990

** citado por SANTOS, 1989

TABELA A38 - DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA E MACRONUTRIENTES EM ALGUMAS FORMAÇÕES FLORESTAIS BRASILEIRAS.

ESTADO/FONTE	DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA t/ha/ano	MACRONUTRIENTES MINERAIS DA SERAPILHEIRA. kg/ha/ano					
		N	P	K	Ca	Mg	N+P+K+Ca+ Mg
FLORESTA AMAZÔNICA							
PA - KLINGE & RODRIGUES (1968b)	7,3	106	2	13	18	13	152
AM - DANTAS & PHILLIPSON (1989)	8,0	115	4	29	115	16	279
PA - KLINGE (1977)	9,9	156	4	17	33	27	237
AM - FRANKEN <i>et al.</i> (1979)	7,9	74	3	21	20	1	119
PA - SILVA (1984)	6,7	126	3	26	49	14	218
RR - SCOTT <i>et al.</i> (1992)	9,3	118	7	48	64	24	261
	6,9	85	6	47	76	23	237
MATAS MESÓFILAS							
SP - MEGURO <i>et al.</i> (1979)	9,4	186	9	38	104	18	355
SP - DINIZ (1987)	11,6	230	7	82	210	30	559
SP - PAGANO (1985)	8,6	198	7	48	149	27	429
SP - CEZAR (1988)	9,1	203	6	43	109	24	385
SP - MORELLATO (1987)	8,3	174	5	40	146	20	385
SP - SCHLITTLER (1990)	7,6	184	5	51	148	23	411
OUTRAS FORMAÇÕES							
PR - SANTOS (1989)-F.Estacional Sem.	9,0	161	9	69	217	35	491
SP - CARPANEZZI (1980)-Mata ciliar	10,5	202	11	72	240	31	556
SP - DELITTI (1984)- Mata ciliar	6,7	107	4	29	51	17	208
SP - MORELLATO (1987)-Mata de altitude	6,7	128	3	26	66	13	236
SP - DELITTI (1984)- Campo cerrado	3,2	42	2	10	20	6	80
SP - PERES <i>et al.</i> (1983) - Cerrado	2,1	17	1	2	7	3	30
SP - PERES <i>et al.</i> (1983) - Cerradão	7,8	66	5	12	26	10	119
PR - BRITZ <i>et al.</i> (1992)- Floresta com Araucária	6,5	89	6	32	63	16	206

TABELA A 38- Continuação

ESTADO/FONTE	DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA t/ha/ano	MACRONUTRIENTES MINERAIS DA SERAPILHEIRA. kg/ha/ano					
		N	P	K	Ca	Mg	N+P+K+Ca+ Mg
FLORESTA ATLÂNTICA (Encosta)							
PE - NUNES (1980) -	11,2	--	2	19	24	20	---
SP - VARJABEDIAN & PAGANO (1988) -	7,9	--	--	--	--	--	---
ES - JACKSON (1978) -	--	--	--	--	--	--	---
SP - LOPES <i>et al</i> (1993) * -	8,3	--	--	--	--	--	---
SP - DELITTI (com. pessoal) * -	5,3	--	--	--	--	--	---
RJ - OLIVEIRA & LACERDA (1993) -	8,9	--	--	55	77	27	---
SP - DOMINGOS <i>et al.</i> (1990)- sujeita a poluentes atmosféricos	1,8	46	2	6	22	3	79
SP - DOMINGOS <i>et al.</i> (1990)- sujeita a poluentes atmosféricos	3,8	82	3	10	38	5	138
SP - LEITÃO FILHO <i>et al.</i> (1993)- secundária mais jovem	5,7	128	3	14	56	13	214
SP - LEITÃO FILHO <i>et al.</i> (1993)- secundária mais madura	4,5	98	2	11	30	9	150
SP - LEITÃO FILHO <i>et al.</i> (1993)- sujeita a poluentes	5,2	135	7	18	80	7	247
SP - MORAES (1993)	6,3	102	4	21	60	19	206
SC - HINCKEL & PANITZ (1992)	6,3	--	--	--	--	--	---
RJ - LOUZADA <i>et. al.</i> (1992)- capoeira	9,7	--	--	--	--	--	---
RJ - LOUZADA <i>et. al.</i> (1992)- floresta secundária antiga	9,3	--	--	--	--	--	---
FLORESTA ATLÂNTICA (Planície litorânea)							
SP - MORAES (1993)	3,9	28	1	7	30	11	77
SP - DELITTI (com. pessoal) * -	8,2	--	--	--	--	--	--
RJ - RAMOS & PELLENS (1993) * -	6,2	--	--	--	--	--	--
RJ - MEDEIROS & HAY **	4,9	--	--	--	--	--	--
RJ - SANTOS & HAY **	2,2	--	--	--	--	--	--
PR - ESTE ESTUDO - Restinga baixa	5,2	39	1	17	35	13	105
PR - ESTE ESTUDO - Restinga alta	7,7	82	2	28	51	18	181

* citado por MORAES (1993). ** citado por HAY & LACERDA (1984).

TABELA A39 - CONCENTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES E Al (ug/g) DA SERAPILHEIRA EM DIFERENTES ECOSISTEMAS.

FONTE	MICRONUTRIENTES ug/g					
	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Al
GOLLEY <i>et al.</i> (1978)						
FLORESTA TROPICAL ÚMIDA RIO SABANA	132	6	91	27	--	--
FLORESTA BAIXO-MONTANA ÚMIDA	130	5	244	48	--	--
SILVA (1984) - Floresta Amazônica						
FOLHAS -	219	11,0	663	14	39	452
RAMOS -	182	11,8	645	22	22	521
FLOR/FRUTO -	182	18,0	260	24	40	294
DOMINGOS <i>et al.</i> (1990) - Floresta Atlântica						
SERAPILHEIRA - área mais afetada por poluentes	280	14,0	669	62	29	983
- área menos afetada	190	12,9	513	80	21	783
MORELLATO (1987) - Floresta Mesófila						
MIRANTE - FOLHAS -	281	13,6	608	60	39	1405
RAMOS -	332	17,3	299	83	13	829
FLORES -	336	37,4	324	55	22	3243
FRUTOS -	179	14,9	127	27	13	1136
ERMIDA - FOLHAS -	211	12,7	482	32	55	444
RAMOS -	213	14,1	277	46	15	464
FLORES -	348	26,1	235	42	25	479
FRUTOS -	127	13,8	127	24	19	179
SANTOS (1989) - Floresta Estacional Semidecidual						
FOLHAS	482	17,5	307	37	54	493
RAMOS	386	18,2	261	48	22	434
FLORES/FRUTOS	367	25,7	157	36	33	385
MISCELÂNEA	3905	40,9	357	48	50	2967

TABELA A39 - Continuação

FONTE	MICRONUTRIENTES ug/g					
	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Al
LEITÃO FILHO (1993)- Floresta Atlântica						
ÁREA 1 - FOLHAS	519	10,3	524	37	35	1446
RAMOS	692	16,6	524	68	18	1564
FLORES	1513	23,6	289	60	26	2572
FRUTOS	233	12,4	155	27	16	371
ÁREA 2 - FOLHAS	612	15,9	567	47	29	1861
RAMOS	772	15,9	802	76	16	1395
FLORES	886	19,5	265	80	19	2579
FRUTOS	2646	12,7	285	29	17	1393
ÁREA 3 - FOLHAS	4248	8,1	285	56	36	6431
RAMOS	2767	8,7	311	77	24	2880
FLORES	2501	49,1	318	261	32	3199
FRUTOS	1697	7,5	283	34	18	2050
MORAES (1993)- Ilha do Cardoso						
MATA DE ENCOSTA - FOLHAS	148	11	818	24	47	982
RAMOS	174	16	800	47	26	1061
ORG.REPR.	86	15	368	23	28	275
DETRITOS	1198	23	839	46	60	2752
MATA DE RESTINGA- FOLHAS	110	5,0	274	21	45	382
RAMOS	120	5,6	315	31	17	139
ORG.REPR.	121	5,8	180	61	26	63
DETRITOS	719	12,1	233	31	60	964
ESTE ESTUDO- FLORESTA DE RESTINGA						
RESTINGA BAIXA FOLHAS	63	6	181	22	43	373
RAMOS	86	10	321	27	14	149
FLORES/FRUTOS	75	11	85	22	22	221
MISCELÂNEA	292	13	196	29	25	618
RESTINGA ALTA FOLHAS	83	7	136	12	32	640
RAMOS	108	12	182	22	16	318
FLORES/FRUTOS	64	12	66	17	18	432
MISCELÂNEA	234	10	144	21	23	740

TABELA A40 - TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES MINERAIS DE FLORESTAS TROPICAIS, AGRUPADOS SEGUNDO A FERTILIDADE DOS SOLOS, SEGUNDO VITOUSEK & SANFORD (1986).

LOCAL	Concentrações em % PS				
	N	P	K	Ca	Mg
Solos moderadamente férteis (média de 5 locais)	2,40 (2,08 - 2,54)	0,14 (0,12 - 0,15)	1,50 (0,85 - 1,92)	1,61 (0,70 - 2,29)	0,48 (0,26 - 0,88)
Inférteis oxisols/ultisols (média de 5 locais)	1,71 (1,27 - 1,93)	0,06 (0,05 - 0,07)	0,47 (0,38 - 0,54)	0,31 (0,11 - 0,50)	0,18 (0,10 - 0,29)
Spodosols/psamments (média de 8 locais)	1,02 (0,74 - 1,29)	0,06 (0,02 - 0,12)	0,60 (0,35 - 0,72)	0,60 (0,37 - 1,03)	0,23 (0,14 - 0,36)
Neste estudo -R.baixa (10 espécies)	1,07 (0,81 - 1,48)	0,03 (0,02 - 0,05)	0,47 (0,27 - 0,73)	0,65 (0,17 - 1,56)	0,28 (0,13 - 0,47)
Neste estudo -R.alta (9 espécies)	1,42 (1,04 - 1,94)	0,04 (0,02 - 0,08)	0,46 (0,18 - 1,03)	0,58 (0,18 - 1,03)	0,31 (0,15 - 0,55)

TABELA A41 - DEPOSIÇÃO DE MICRONUTRIENTES E Al COM A SERAPILHEIRA EM ALGUMAS FORMAÇÕES FLORESTAIS BRASILEIRAS.

ESTADO/FONTE	MICRONUTRIENTES E Al DA SERAPILHEIRA g/ha/ano						
	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Al	Σ DOS MICRON.
MATAS MESÓFILAS							
SP - DINIZ (1987)	8835	173	1431	572	--	--	----
SP - PAGANO (1985)	4876	133	2779	299	321	9160	8408
SP - CEZAR (1988)	2892	72	8748	240	276	9252	12228
SP - MORELLATO (1987)	1677	116	3690	293	336	3981	6112
SP - SCHLITTLER (1990)	3714	96	2146	291	31	4531	6278
PR - SANTOS (1989)	4888	159	2545	346	388	4811	8326

TABELA A41 - Continuação

ESTADO/FONTE	MICRONUTRIENTES E AI DA SERAPILHEIRA g/ha/ano						
	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Al	Σ DOS MICRON.
FLORESTA AMAZÔNICA							
PA - SILVA (1984)	1380	80	4160	110	230	2790	5960
PA - KLINGE & RODRIGUES (1968b)	1180	22	704	76	---	----	----
OUTRAS FORMAÇÕES							
SP - DELITTI (1984)- Mata ciliar	3612	97	2467	169	312	20100	6657
SP - DELITTI (1984)- Campo cerrado	1899	33	1058	64	162	10184	3216
SP - MORELLATO (1987 - Mata de altitude	1928	105	3693	457	247	10138	6430
SP - SANTOS (1988) - Reflores- tamento misto	3285	127	2081	294	286	5183	6073
FLORESTA ATLÂNTICA (Encosta)							
RJ - OLIVEIRA & LACERDA (1993)	500	100	400	300	---	----	----
SP - DOMINGOS <i>et al.</i> (1990)- sujeita a poluentes (mais afetada)	4880	20	1180	110	50	1700	6240
SP - DOMINGOS <i>et al.</i> (1990)- sujeita a poluentes (menos afetada)	7230	50	1930	290	80	2990	9580
SP - LEITÃO FILHO <i>et al.</i> (1993)- secundária mais jovem	3702	65	3542	288	150	10085	7747
SP - LEITÃO FILHO <i>et al.</i> (1993)- secundária mais madura	2382	53	2384	215	149	5855	5183
SP - LEITÃO FILHO <i>et al.</i> (1993)- sujeita a poluentes	21400	46	1698	329	195	32968	23668
SP - MORAES (1993)	1180	86	4640	178	272	5330	6356
PLANÍCIE LITORÂNEA							
SP - MORAES (1993)	490	21	1490	98	152	1270	2251
PR - ESTE ESTUDO - Restinga baixa	414	43	1119	120	175	1601	1871
PR - ESTE ESTUDO - Restinga alta	782	69	1085	121	210	3931	2267

TABELA A42 - QUANTIDADE TOTAL (SERAPILHEIRA + PRECIPITAÇÃO INTERNA, EM kg/ha/ano) E PERCENTUAL DE ELEMENTOS QUE DEPOSITAM NO SOLO ATRAVÉS DA PRECIPITAÇÃO TOTAL E INTERNA E DA SERAPILHEIRA EM DIVERSOS ECOSISTEMAS.

LOCAL/ COMPONENTE	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
Paraná					ESTE ESTUDO
Restinga baixa					
Total	1,30	60,89	47,30	26,17	
P.total (%)	2,3	5,8	10,2	28,6	
P.interna (%)	7,7	73,5	25,5	54,3	
Serapilh. (%)	92,3	26,5	74,5	45,7	
Restinga alta					
Total	2,45	76,53	61,64	32,84	
P.total (%)	1,2	4,6	7,8	22,8	
P.interna (%)	3,7	65,1	18,4	44,5	
Serapilh. (%)	96,3	24,9	81,6	55,5	
Paraná					SANTOS, 1989
TOTAL	13,42	157,56	234,7	45,25	
P.total (%)	11,10	5,2	4,4	8,0	
P.interna (%)	32,9	56,1	8,0	21,3	
Serapilh. (%)	67,1	43,9	92,0	78,7	
São Paulo *					DELITTI, 1984
Total	6,6	123,50	71,4	25,3	MEGURO e DELITTI, 1984
P.total (%)	13,6	2,4	28,6	7,1	
P.interna (%)	28,8	76,3	28,2	32,0	
Serapilh. (%)	72,2	23,7	71,8	68,0	
São Paulo *					DOMINGOS <i>et al.</i> , 1990
Mais afetada					DOMINGOS, 1987
Total	8,6	24,1	62,8	9,2	
P.total (%)	43,0	25,7	29,9	34,8	
P.interna (%)	76,7	75,1	65,0	67,4	
Serapilh. (%)	23,3	24,9	35,0	32,6	
Menos afetada					
Total	7,5	44,8	73,3	12,2	
P.total (%)	48,0	13,8	17,3	32,0	
P.interna (%)	60,0	77,7	48,2	59,0	
Serapilh. (%)	40,0	32,3	51,8	41,0	
São Paulo					MEGURO <i>et al.</i> , 1979b
Total	16,9	164,0	---	---	
P.total (%)	6,5	1,5	---	---	
P.interna (%)	44,4	76,8	---	---	
Serapilh. (%)	55,6	23,2	---	---	

TABELA A42 - Continuação

LOCAL/ COMPONENTE	P	K	Ca	Mg	REFERÊNCIA
São Paulo*					SANTOS (1988)
Total	9,9	87,8	223,0	33,6	
P.total (%)	15,1	12,8	6,0	9,2	
P.interna (%)	19,2	46,1	15,9	34,8	
Serapilh. (%)	80,8	63,9	84,1	63,2	
Brasília*					SILVA, 1983
Total	1,0	10,7	1,9	1,7	
P.total (%)	---	25,2	52,6	58,8	
P.interna (%)	---	53,3	84,2	94,1	
Serapilh. (%)	100	46,7	25,8	5,9	
Permambuco*					NUNES, 1980
Total	17,8	105,2	69,8	22,0	
P.total (%)	61,8	18,3	42,1	5,9	
P.interna (%)	87,1	82,0	65,5	45,9	
Serapilh. (%)	12,9	18,0	35,5	54,1	
Amazonas					BERNHARD-REVERSAT, 1975
Platô					
Total	9,8	85,0	97,0	91,0	
P.total (%)	14,0	6,0	22,0	4,0	
P.interna (%)	4,0	61,0	15,0	40,0	
Serapilh. (%)	82,0	33,0	63,0	56,0	
Thalweg					
Total	24,0	264,0	135,0	90,0	
P.total (%)	6,0	2,0	16,0	4,0	
P.interna (%)	38,0	67,0	21,0	56,0	
Serapilh. (%)	56,0	31,0	63,0	40,0	
Panamá					GOLLEY <i>et al.</i> , 1978
Total	9,2	179,0	277,0	32,0	
P.total (%)	10,9	5,3	10,6	15,3	
P.interna (%)	6,5	27,9	13,4	31,2	
Serapilh. (%)	93,5	72,1	86,6	68,8	
Nova Guiné					EDWARDS, 1982
Total	7,6	99,0	114,0	30,0	
P.total (%)	6,6	7,4	3,1	4,3	
P.interna (%)	32,8	71,8	16,6	36,3	
Serapilh. (%)	67,2	28,2	83,4	63,7	
Australia					CARLISLE <i>et al.</i> , 1966
Total	3,5	38,65	41,01	13,2	
P.total (%)	12,3	7,7	17,8	35,0	
P.interna (%)	37,4	72,8	41,9	70,7	
Serapilh. (%)	62,6	27,2	58,1	29,3	
Australia					GEORGE, 1979
Total	1,7	24,4	49,0	7,0	
P.total (%)	11,8	21,3	12,0	35,7	
P.interna (%)	5,9	38,5	18,0	28,6	
Serapilh. (%)	94,1	62,5	82,0	71,4	

* citado por SANTOS, 1989

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABER, J.D.; MELILLO, J.M. Litter decomposition: measuring relative contributions of organic matter and nitrogen to forest soils. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.58, p.416-421, 1980.
- ADAMS, M.A.; ATTWILL, P.M. Nutrient balance in forests of northern Tasmania. 1. Atmospheric inputs and within-stand cycles. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.44, p.93-113, 1991.
- ADIS, J.; FURCH, K.; IRMLER V. Litter production of a central-amazonian black water inundation forest. **Tropical Ecology**, Varanasi, v.20, n.1, p.236-245, 1979.
- APHA - AMERICA PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17^o edição. Washington, 1990. 1193 pp.
- ALENCAR, J.C.; ALMEIDA, R.A.; FERNANDES, N.P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v.9, n.1 p.163-198, 1979.
- ALLEN, S. E., CARLISLE, A., WHITE, E. J. & EVANS, C.C. The plant nutrient content of rainwater. **Journal of Ecology**, Oxford, v.56, p.497-504, 1968.
- ALVIM, P.T. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: XV CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL (1964 : Porto Alegre) **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1967. p.451-475.
- ANDERSON, J.M. The breakdown and decomposition of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf litter in two deciduous woodland soils. I. Breakdown, leaching and decomposition. **Oecologia**, Berlim, v.12, p.251-274, 1973.
- ANDERSON, J.M.; PROCTOR J.; VALLACK H.W. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. III. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. **Journal of Ecology**, Oxford, v.71, p.503-527, 1983.
- ANDERSON, J.M.; SPENCER T. Carbon, nutrient and water balances of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance, management implications and research proposals. **Mab Digest**, Paris, n.7, UNESCO, 1991.
- ANDRADE, M.A.B.A. **Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1964. 170p. Dissertação (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo.
- ANGULO, R.J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. São Paulo, 1992. 334p. Dissertação (Doutorado), Universidade de São Paulo.
- ANGULO, R.J.; GIANNINI, P.C.F.; KOGUT, J.; PRAZERES FILHO, H.J.; SOUZA M.C. Variation of sedimentological parameters with deposition age across a succession of beach-ridges in the Holocene of Mel Island, Paraná, Brazil. In: INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGICAL CONGRESS (1994 : Recife). **Anais...** Recife, 1994. No prelo.

- ARAUJO, D.S.D. Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sul e sudeste brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA (1987 : Cananéia). **Anais...** São Paulo : ACIESP n. 54, v.1, p. 333-347, 1987.
- ARAUJO, D.S.D.; 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, p.159-194.
- ARCOVA F.C.S.; CICCIO V. Fluxo de nutrientes através da precipitação, precipitação interna e escoamento pelo tronco em floresta natural secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha - SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.41, n.1, p.37-58, 1987.
- ARROYO FILHO, A.; SCHLITTLER, F.H.M. Produção e decomposição da serapilheira na mata ciliar do Ribeirão Claro (Município de Rio Claro - SP). In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSSISTEMAS (1992 : Rio de Janeiro). **Resumos...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992. p.115.
- AYRES, J.M. **As matas de várzea do Mamirauá**. Brasília: CNPq: Sociedade Civil Mamirauá, 1993. 123p.
- BABBAR, L.I.; EWEL, J.J. Decomposición del foliage en diversos ecosistemas sucesionales tropicales. **Biotropica**, Wanshington, v.21, n.1, p.20-29, 1989.
- BARROS, M.E.O.; KINDEL A.; GARAY, I. Comparação dos horizontes húmicos em dois ecossistemas de floresta atlântica: mata de tabuleiros e mata de encosta. In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSSISTEMAS (1992 : Rio de Janeiro). **Resumos...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992. p.100.
- BARBOSA, F.A.R.; ESTEVES, F.A; TUNDISI, J.G. Limnological studies at eastern Brazil (Rio Doce Valley). II: Chemical composition and nutritional quality of the forest litter. **Tropical Ecology**, Varanasi, v.23, n.1, p.155-163, 1982.
- BERNHARD-REVERSAT, F. Nutrients in throughfall and their quantitative importance in rain forest mineral cycles. In: GOLLEY F.B. & MEDINA E. (eds.). **Tropical ecological systems - Trends in terrestrial and aquatic research**. Berlin: Ecological Studies, v.11 p. 153-159, 1975.
- BIDÁ, A.; SILVA, S.M.; BRITZ, R.M.; PRAZERES, L.C.; ZANELATTO, R.C.; SOUZA, W.S. & GUISS, C. Levantamento florístico da Ilha do Mel, Município de Paranaguá, PR, Brasil.(Notas preliminares). In: XXXVII CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (1986 : Ouro Preto). **Resumos...** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 1986. p. 210.
- BIGARELLA, J.J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia Curitiba**, v.55, p.747-779, 1947.
- BIGARELLA, J.J. Nota explicativa acompanhando a folha geológica de Paranaguá. **Boletim da Universidade Federal do Paraná, Geologia**, Curitiba v.13., 1965. 6p.

- BLUM, W.E.H. Ecosistemas florestais, ciclo dos bioelementos. **Floresta**, Curitiba, v.9, n.1, p.39-50, 1978.
- BOCOCK, K.L. Changes in the amount of nitrogen in decomposing leaf litter of sessil oak (*Quercus petraea*). **Journal of Ecology**, Durham, v.51, p. 555-566, 1973.
- BOLAN, N.S. A critical review on the role of micorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. **Plant and Soil**, Hague, v.134, p.189-207, 1991.
- BORMANN, H. F.; LIKENS, G.E. The nutrient cycles of an ecosystem. **Scientific American**, New York, v. 233, n.4, p. 92-101. 1970.
- _____. **Pattern and process in a forested ecosystem**. 2^o ed. New York : Springer-Verlag, 1981. 253p.
- BRAY, J.R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, v.2, p. 101-157, 1964.
- BRASSELL, H.M.; UNWIN G.L.; STOCKER G.C. The quantity, temporal distribution, and mineral element content of litterfall in two forest types at two sites in tropical Australia. **Journal of Ecology**, Oxford, v.68, p.123-139, 1980.
- BRINSON, N. M., BRADSHAW, H. D., HOLCES, R. N., ELKINS JR., J. B. Litterfall, stemflow, and throughfall nutrient fluxes in an alluvial swamp forest. **Ecology**, Durham, v. 61, n.4, p.827-35, 1980.
- BRITEZ R.M.; REISSMAN C.B.; SILVA S.M.; SANTOS FILHO A. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de Araucária, São Mateus do Sul, Paraná. In: 2^o CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS (1992 : São Paulo) **Anais...** São Paulo: REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL, v.4, n.3, p.766-772, 1992.
- BRITEZ, R.M.; SOUZA, W.S.; SILVA, S.M. & GUIMARães, O.A. Levantamento florístico da Ilha do Mel, Município de Paranaguá, PR. III- Pteridófitas. In: XL CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (1989 : Cuiabá). **Resumos...** Universidade Federal do Mato Grosso, 1989. p. 38.
- BRANSON, F.A.; GIFFORD, G.F; RENARD, K.G.; HADLEY, R.F. **Rangeland hidrology**. 2^o ed. USA: Kendall/Hunt Publishing Company. 1981. 340p.
- BROWN, S.; LUGO A.E. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. **Biotropica**, v. 14, n.3, p.161-87, 1982.
- CALLIPO, A.; KINDEL A.; PINHEIRO, L.B.A. Caracterização dos horizontes húmicos em mata atlântica (Reserva Florestal da C.V.R.D., E.S.). In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO (1991 : Porto Alegre) **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. p.209.

- CARLISLE, A.; BROWN A. H. F.; WHITE E.J. The organic matter and nutrient elements in the precipitation beneath a sessile oak (*Quercus petraea*) canopy. **Journal of Ecology Oxford**, v. 54, n.1, p. 87-98, 1966.
- CARMO, M.A.M.; LACERDA, L.D. Limnologia de um brejo de dunas em Maricá, RJ. In: LACERDA, L.D. et al (orgs.) **Restingas: Origem, Estrutura e Processos**. Niterói. CEUFF. 453-458, 1984.
- CARPANEZZI, A. A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do estado de São Paulo**. Piracicaba, 1980. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.
- CASTRO, P.S.; VALENTE, O.F.; COELHO, D.T.; RAMALHO R.S. Intercepção da chuva por mata natural secundária na região de Viçosa, MG. **Revista árvore**, Viçosa, v.7, n.1, p.76-89, 1983.
- CEEIP - COMISSÃO ESPECIAL PARA ESTUDOS DAS ILHAS DO LITORAL PARANAENSE. **Relatório nº 1 - Ilha do Mel**. Curitiba, 1981. 51 p.
- CÉSAR, O. **Composição florística, fitossociologia e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi - SP)**. Rio Claro, 1988. 223p. Dissertação (Livre Docência) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho".
- CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.53, n.4, p.671-681, 1993a.
- CÉSAR, O. Nutrientes minerais da serapilheira produzida na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.53, n.4, p.659-669, 1993b.
- CICCO, V.; ARCOVA, F.C.S.; SHIMOMICHI, P.Y.; FUJIEDA M. Intercepção das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica SP. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, vol. 20/22, p.25-30, 1986/1988.
- CLARKE R.T., COOPER D. M. Water recycling in tropical forests as a stochastic process. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 16/17, p. 239-252, 1986.
- CLARKE R.T. The interception process in tropical rain forests: a literature review and critique. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 16/17, p. 225-238, 1986.
- CLAYTON J.L. Salt spray and mineral cycling in two California coastal ecosystems. **Ecology**, Durham, v. 53, p.74-81, 1972.
- COELHO NETTO A. L.; SANCHE M.; PEIXOTO M. N. O. Precipitação e intercepção em ambiente tropical montanhoso, Rio de Janeiro. 1986. **Revista Brasileira de Engenharia** (caderno de recursos hídricos), Rio de Janeiro, v.4, n.2, p.55-71, 1986.
- COMERFORD N.B.; WHITE E.H. Nutrient content of throughfall in paper birch and red pine stands in northern Minnesota. **Canadian Journal of Forest Research**, v.7, p.556-561, 1977.

- COSTA, C.B.S.; SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. Aspectos da ecologia populacional do *Panicum racemosum* Spreng nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. In: LACERDA, L.D. et al. (org.) **Restingas: origem, Estrutura e processos**. Niterói. CEUFF.p.395-412, 1984.
- COUTINHO, L.M.; LAMBERTI, A. Respiração edáfica e produtividade primária numa comunidade amazônica de mata de terra-firme. **Ciência e Cultura**, Brasília, v.23, n.3, p.411-419, 1971.
- COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III: A precipitação atmosférica de nutrientes minerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.2, p.97-101, 1979.
- COUTO, E.C.G; LACERDA L.D. Diferenças nas taxas de degradação e liberação de nutrientes em *Blechnum serrulatum* Rich. (Polypodiaceae), em função da disponibilidade de água em um brejo entre dunas. In: XXXVI CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. **Sociedade Botânica do Brasil**, Curitiba, p.136, 1985. Resumo.
- DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary amazonian terra-firme forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, n.1, p.27-36, 1989.
- DALE JOHNSON, D.D.W.; COLE D.W.; GESSEL S.P. Processes of nutrient transfer in a tropical rain forest. **Biotropica**, Washington, v.7, n.3, p.208-215, 1975.
- DAY JR., F. P. Litter decomposition rates in the seasonally flooded great dismal swanp. **Ecology**, Durham, v.63, n.3, p.670-678, 1982.
- DELITTI, W. B. C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* (Mogi-guaçu, SP)**. São Paulo, 1984. 305p. (Doutorado em Ciências Ambientais) - Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo.
- _____. Produção de folheto na mata pluvial tropical da Estação Ecológica da Juréia, SP. **Ciência e Cultura**, v.39, n.7 (supl.), p. 600-601, 1987.
- _____. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: BARBOSA L. M. (cord.). **Simpósio sobre mata ciliar**. São Paulo, p.88-98, 1989.
- _____. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSSISTEMAS (1992 : Rio de Janeiro). **Anais...** UFRJ, Departamento de Ecologia, 1993. /no prelo/
- 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.
- DE VUONO, Y.S.; DOMINGOS M.; LOPES M.I.M.S. Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos

- poluentes atmosféricos de Cubatão, São Paulo. Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.16, p.179-193, 1989.
- DINIZ, S. **Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema de mata mesófila semidecídua no município de Araras - São Paulo**. Rio Claro, 1987. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho".
- DOLEY D. Tropical and subtropical forests and woodlands. In: KOZLOWSKI T.T. (ed.). **Water deficits and plant growth - Wood plant communities**, Academic Press Inc., n.4, p.209-323, 1981.
- DOMINGOS, M. **Aspectos da ciclagem de nutrientes na reserva Biológica de Paranapiacaba (São Paulo), sujeita aos poluentes aérios do complexo industrial de Cubatão**. São Paulo, 1987. 166p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo.
- DOMINGOS, M.; POGGLIANI, F.; DE VUONO, Y. S. & LOPES, M. I. Produção de serapilheira na floresta da reserva biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea** v.17, n.1, p.47-58, 1990.
- EDWARDS, P. J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. V. Rates of cycling in throughfall and litter fall. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 70, p.807-827, 1982.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. **Serviço Nacional de Levantamento de Conservação de Solos**. Rio de Janeiro, v. 1, 1979.
- _____. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. SNLCS/SUDESUL/IAPAR. Curitiba. **Bol. Técnico**, Londrina n.57, 1984. 791 p.
- _____. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento - Normas em uso pelo SNLS. **Documentos SNLCS** Rio de Janeiro, n.11, 1988. 67p.
- ERNST, W. Variation in the mineral contents of leaves of trees in miombo woodland in south central Africa. **Journal of Ecology**, Oxford, v.61, p.801-807, 1975.
- FASSBENDER H.W.; GRIMM U. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y decomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, São Jose, v. 31, n. 1, p.39-47, 1981a.
- FASSBENDER H.W.; GRIMM U. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema de los Andes Occidentales de Venezuela. IV. Modelos y conclusiones. **Turrialba**, São Jose, v. 31, n. 2, p. 101-108, 1981b.
- FIGUEIREDO, J.C. **Contribuição à geografia da Ilha do Mel (litoral do Estado do Paraná)**. Curitiba, 1954. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.
- FLINN, E. W., BREN, L.J., HOPMANS, P. Soluble nutrient inputs from rain and outputs in stream water from small forested catchments. **Australian Forest**, Melbourne, v.42, n.1, p. 39-49, 1979.

- FRANKEN, M. Major nutrient and energy contents of the litterfall of a riverine forest of central Amazonia. **Tropical Ecology**, Varanasi, v.20, n.2, p.211-224, 1979.
- FRANKEN, M.; IRMLER, U.; KLINGE, H. Litterfall in inundation, riverine and terra firme forest of Central Amazonia. **Tropical Ecology**, Varanasi, v.20, n.2, p.225-235, 1979.
- FRANKEN, W., LEOPOLDO P. R., MATSUI E. & RIBEIRO M. N. G. Estudo da interceptação da água de chuva em cobertura florestal amazônica do tipo terra firme. **Acta Amazonica**, Manaus v.12, n.2, p.327-331, 1982.
- FRANKEN W.; LEOPOLDO P.R.; BERGAMIM H. Nutrient flow through natural waters in "terra firme" forest in Central Amazon. **Turrialba**, São Jose, v.35, n.4, p. 383-393, 1985.
- GAMA A.C.; CALHEIROS R.A. O papel da chuva no fornecimento e reciclagem de nutrientes num agrossistema de cacau do sul da Bahia, Brasil. **Turrialba**, São Jose, v.41, n.4, p.598-606, 1991.
- GARAY, I.; SILVA, A.O. Os húmus florestais: síntese e diagnóstico das relações vegetação solo. In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSSISTEMAS (1992 : Rio de Janeiro). **Resumos...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992. p.91.
- GARAY I.; BARROS M.E.O; KINDEL A. Classificação dos tipos de húmus em alguns ecossistemas de mata costeira - mata atlântica e mata de restinga. Primeiros resultados In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO (1991 : Porto Alegre) **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. p.208.
- GASH, J. H. C., MORTON A.J. . An application of the Rutter model to the estimation of the interception loss from Thetford forest. **Journal of Hydrology**, v.38, p. 49-58, 1978.
- GARG, R.K.; VYAS, L.N. Litter production in deciduous forest near Udaipur (South Rajasthan), India. In: GOLLEY F.B. & MEDINA E. (eds.). **Tropical ecological systems - Trends in terrestrial and aquatic research**. Berlin: Ecological Studies, v.11 p. 131-135, 1975.
- GEORGE M. Nutrient return by stemflow, throughfall and rainwater in a *Eucalyptus* hybrid plantation. **The Indian Forester**, Dehra Dun, v.105, n.7, p.493-499, 1979.
- 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, 1978. 256p.
- GOLLEY, F.B.; YANTKO J.; RICHARDSON T. E KLINGE H. Biogeochemistry of tropical forests: 1. The frequency distribution and mean concentration of selected elements in a forest near Manaus, Brazil. **Tropical Ecology**, Varanasi, v.21, n.1, p.59-70, 1980.

- GOPE, A. J. P. The supply of si elements by rain to an upland peat area. **Journal of Ecology**, Oxford, v.56, p.483-95, 1968.
- GOSZ, J. R., LIKENS, G. E. & BORMANN, F. H. 1972. Nutriente Content of Litter Fall on the Hubbard Brook. Experimental Forest, New Hampshire. **Ecology** 53 (5): 769-764.
- GRIMM U.; FASSBENDER H.W. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema de los Andes Occidentales de Venezuela. III. Ciclo hidrológico y translocación de elementos químicos con el agua. **Turrialba**, São Jose, v. 31, n. 2, p. 89-99, 1981.
- GRUBB P.J.; EDWARDS P.J. Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. III. The distribution of mineral elements in the above-ground material. **Journal of Ecology**, Oxford, v.70, p.623-648, 1982.
- HAAG, P.H. et al. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Fundação Cargill 144p. Campinas, 1985.
- HAY, J.D. & LACERDA, L.D. Alterações nas características do solo após fixação de *Neoregelia cruenta* (R. Grah.) L.Smith (Bromeliaceae), em um ecossistema de restinga. **Ciência e Cultura**, v. 32 n.7, p. 863-867, 1980.
- HAY, J.D. & LACERDA, L.D. Ciclagem de nutrientes no ecossistema de restinga. In: LACERDA, L.D. et al (orgs.) **Restingas: Origem, Estrutura e Processos**. Niterói. CEUFF. 459-475, 1984.
- HAY, J.D.; LACERDA, L.D. & TAN, A.L. Soil-cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. **Ecology** v. 62, n.5, p. 1392-1395, 1981.
- HAY, J.D.; HENRIQUES R.P.B.; COSTA S.R.A. Uma avaliação preliminar da possibilidade de usar equações de regressão para estimativas da biomassa na restinga. **Revista brasileira de Botânica**, v.5, p.33-36, 1982.
- HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. Design criteria for interception studies. **Bulletin the International Association Science Hydrology**, Washington v.7, p. 131-137, 1965.
- HENDERSON, G. S., HARRIS W. F., TODD D. E., JR & GRIZZARD T. 1977. Quantity and chemistry of troughfall as influenced by forest-type and season. **Journal of Ecology**. Oxford, v.65 n.2, p.365-374, 1977.
- HENRIQUES, R.P.B.; ARAUJO, D.S.D. & HAY, J.D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** v. 9, n.2, p. 173-189, 1986.
- 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.
- HERTEL, R.J.G. Esboço fitoecológico do litoral centro do Estado do Paraná. **Forma et Functio**, Curitiba, V. 1, N. 6, p 47-58, 1959.
- HILDEBRAND, C. **Manual de análises químicas de solo e plantas**. Curitiba, UFPR (mimeo.). 1976. 225p.

- HINCKEL, R.; PANITZ, C.M.N. Estudo comparativo da produção de serapilheira entre uma floresta implantada de *Pinus ellioti* no rio vermelho e uma floresta mista (mata atlântica) na lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. **Simpósio sobre estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas**, Rio de Janeiro, p.116, 1992. Resumo.
- HUBER, A., OYARZUN, C. Factores reguladores de la intercepción en un bosque adulto de *Pinus radiata*. **Bosque**, v. 5, n.2, p.59-64, 1984.
- HUBER, A., OYARZUN, C. 1983. Precipitación neta e intercepción en un bosque adulto de *Pinus radiata*. **Bosque** 5(1):13-20.
- HUTTEL C. Root distribution and biomass in three ivory coast rain forest plots. In: GOLLEY F.B. & MEDINA E. (eds.). **Tropical ecological systems - Trends in terrestrial and aquatic research**. Berlin: Ecological Studies, v.11 p. 123-130, 1975.
- IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**, Londrina : IAPAR, 1978, 41p.
- IPARDES. **Zoneamento do litoral paranaense**. Curitiba, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - Fundação Edison Vieira, 1989. 175 p.
- JACKSON, I. J. Problems of throughfall and interception assesment under tropical forest. **Journal of Hidrology**, v.12, p.234-254, 1971.
- JACKSON, J. F. Seasonnality of flowering and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, Washington, v.10, n.1, p 38-42, 1978.
- JANZEN, D.H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU, Editora da Universidade de São Paulo, 1980. 79p.
- JORDAN, C.F. The nutrient balance of an amazonian rain forest. **Ecology**, Durham, v.63, n.3, p.647-654, 1982.
- _____. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems** Chichester: John Wiley & Sons, 1985. 190p.
- JORDAN, C.F.; ESCALANTE, G. Root productivity in an Amazonian rain forest. **Ecology**, v.61, p.14-18, 1980.
- JORDAN, C.F.; GOLLEY, F.; HALL, J. Nutrient scavenging of rainfall by the canopy of an Amazonian rain forest. **Biotropica**, Washington, v.12, p.61-66, 1980.
- JORDAN, C.F.; HERRERA, R. Tropical rain forest are nutrients really critical?. **American Naturalist**, Chicago, v.117, p.167-180, 1981.
- JORDAN, C. F., HEUVELDOP, J. The water budget of an amazonian rain forest. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 11, n.1, p. 87-92, 1981.
- JORGE, J.A. Matéria orgânica. In: MONIZ, A.C. **Elementos de Pedologia**. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., p.169-177, 1972.

KLINGE, H. Root mass estimation in lowland tropical rain forests of central Amazonia, Brazil. I. Fine root masses of a pale yellow latosol and a giant humus podzol. **Tropical Ecology**, Varanasi, v.14, p.29-38, 1973.

_____. Preliminary data on nutrient release from decomposing leaf litter in a neotropical rain forest. **Amazoniana**, Kiel, v.6, n.2, p.193-202, 1977a.

_____. Fine litter production and nutrient return to the soil in three natural forest stands of eastern Amazonia. **Geo-Eco-Trop**, v.1, p. 415-422, 1977b.

_____. Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. 2. Campina. **Amazoniana**, Kiel, v.9, n.3, p.281-295, 1985.

KLINGE, H.; RODRIGUES W. A. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest. Part I. Litter-fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazoniana**, Kiel, v. 1, n.4, p. 287-302, 1968a.

_____. Litter production in an area of Amazonian terra firme forest. Part II. Mineral nutrient content of litter. **Amazoniana**, Kiel, v. 1, n.4, p. 303-310, 1968b.

_____. *Matéria orgânica e nutrientes na mata de terra firme perto de Manaus*. **Acta Amazonica**, Manaus, v.1, n.1, p.69-72, 1971.

KOEHLER, C. W. **Variação estacional da deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de Pinus Taeda na região de Ponta Grossa - PR**. Curitiba, 1989. 148p. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KRAUSKOPF K.B. Geoquímica de los micronutrientes. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (comp.). **Micronutrientes en agricultura**. Planta Alta : A.G.T. Editor S.A. p.7-43, 1983.

LACERDA, L.D. Pesquisas brasileiras sobre ciclagem de nutrientes em ecossistemas costeiros: Identificação de prioridades. **Acta Limnológica Brasileira**, v.1, p.3-27, 1986.

LACERDA, L.D.; CUNHA C.T.; SEELIGER, U. Distribuição de nutrientes em perfis de sedimentos em brejos costeiros tropicais e temperados. **Acta Limnológica Brasileira**, v.1, p.387-399, 1986.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1986. 319p.

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.

LEMOS, R. C.; SANTOS R. D. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 2^o ed. Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1982.

LEOPOLDO, P.R.; CONTE, M.L. Repartição da água de chuva em cobertura vegetal com características típicas de cerradão. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE

- RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES METROPOLITANAS (1985 : São Paulo). **Anais...** São Paulo : Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p.212-220, 1985
- LIKENS G. E., et al. **Biogeochemistry of a forested ecosystem**. New York: Springer-Verlag, 1977. 145p.
- LINSLEY, R.K.; KOHLER, M.A.; PAULHUS, J.L.H. **Applied Hydrology**. New York : Editora McGraw-Hill, 1949, 689p.
- LIMA, W.P. Entrada de nutrientes pela chuva e pela lixiviação das copas em florestas homogêneas de pinheiros tropicais e em vegetação natural de cerrado. **Acta Limnol. Brasil**. V.1, p. 503-525. 1986.
- _____. Interceptação da chuva em povoamentos de Eucalipto e de pinheiro. **IPEF**, Piracicaba, n.13 p.75-90, 1976.
- LIMA, W.P.; MICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, Piracicaba, v.24, p.43-46, 1983.
- LOPES, M.I.M.S.; GARRIDO, M.A.O. Teores de micronutrientes na manta orgânica de cerrado e de alguns povoamentos de Pinus. **Boletim técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.40, n.1, p.53-61, 1986.
- LOPES, M.I.M.S.; DE VUONO Y. S.; DOMINGOS M. Serapilheira acumulada na floresta da reserva biológica de paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**, São Paulo, v.17, n.1, p.59-70, 1990.
- LOPES, M.I.M.S. et al. Litter production in the Atlantic forest vegetation of Serra do Mar, Cubatão region, Brazil. In: 3^o SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA (1993: Serra Negra). **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1993. No prelo
- LOUZADA, M.A.P.; QUINTELA, M.F.S.; PENNA, L.P.S. Estudo comparativo da produção de "litter" em áreas de mata atlântica: floresta secundária antiga e uma floresta secundária (capoeira). In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSSISTEMAS (1992 : Rio de Janeiro). **Resumos...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992. p.131.
- LOWMAN, M.D. Litterfall and leaf decay in three Australian rainforest formations. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 76, p.451-465, 1988.
- LUIZÃO, F.J. **Produção e decomposição da liteira de terra firme da amazônia central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira**. Manaus, 1982. 109p. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas.
- LUIZÃO, F.J.; SCHUBART, H.O.R. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia central. **Acta Limnologica Brasilica**, v.1, p.575-600, 1987.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2^o ed. Rio de Janeiro : José Olympio, 1981. 450p.

- MADGE, D.S. Litterfall and litter disappearance in tropical forest. **Pedobiologia**, Villengang, v.5, p.273-288, 1965.
- MAHENDRAPP, M. K., Chemical characteristics of precipitation and hydrogen input in throughfall and stemflow under some eastern Canadian forest stands. **Canadian Journal of Forest Research**, v.13, p.948-955, 1983.
- MAHESWARAN J.; FUNATILLEKE A.U.N. Litter decomposition in a lowland rain forest and a deforested area in Sri Lanka. **Biotropica**, Washington, v.20, n.2, p.90-99, 1988.
- MAIA, L. C. **Sucessão de fungos em folheto de floresta tropical úmida**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Ed. Universitária, 1983. 198 p.
- MALAISSÉ, F.; FRESON R.; GOFFINET G.; MALAISSÉ-MOUSSET M. Litter fall and litter breakdown in Mionbo. In: GOLLEY F.B. & MEDINA E. (eds.). **Tropical ecological systems - Trends in terrestrial and aquatic research**. Berlin: Ecological Studies, v.11 p. 137-152, 1975.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral das plantas**. São Paulo : Editora Agronômica Ceres Ltda. 1980. 251p.
- MALLOCH A.J. Salt-spray deposition on the maritime cliffs of the lizard peninsula. **Journal of Ecology**, Oxford, v.60, p.102-113, 1972.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London : Academic Press, 1986. 674 p.
- MARTINS, F. R. & MATTHES, L.A.F. Respiração edáfica e nutrientes na Amazônia (região de Manaus): floresta arenícola, campinarana e campina. **Acta amazônica**, v. 8, n. 2, p. 233-244, 1978.
- MATTHES, L.A.F. **Composição florística e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás, Campinas, SP**. Campinas, 1980. 209p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo (Temas de Biologia, v.18). 1980, 63p.
- MEDINA H.P. Classificação textural. In: MONIZ, A.C. **Elementos de Pedologia**. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., p.21-28, 1972.
- MEGURO, M. Ciclagem de nutrientes nos ecossistemas da mata atlântica: alguns aspectos. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS (1987 : Cananéia). **Anais...** São Paulo, ACIESP, 1987, n. 54-III, p. 98-122.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária - São Paulo. I- Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica - Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 7, p. 11-31, 1979a.

- _____. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária - São Paulo. II- O papel da precipitação na importação de potássio e fósforo. **Boletim de Botânica - Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 7, p. 61-67, 1979b.
- _____. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária - São Paulo. III- Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Boletim de Botânica - Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 8, p. 7-20, 1980.
- MEGURO, M.; DELITTI, W.B.C. O papel da precipitação na ciclagem de nutrientes minerais no campo cerrado de Mogi-Guaçu, SP. **Ciência e Cultura** v. 37 (suplemento), p.501-504, 1985.
- MEENTEMEYER, V.; BOX, E.O.; THOMPSON, R. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. **BioScience**, v.32, n.2, p. 125-128, 1982.
- MELLO W. Z.; MOTTA J.S.T. Acidez na chuva. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.6 n.34, p.40-43, agosto de 1987.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berna: International Potash Institute. 1987. 687p.
- MOLCHANOV A. A. **Hidrologia Florestal**. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian. 1963. 419p.
- MORAES, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em mata atlântica de encosta e mata sobre restinga, na ilha do Cardoso, Cananéia, SP: produção de serapilheira e transferência de nutrientes**. São Paulo, 1993. 151 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Geral) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MORELLATO-FONZAR, L.P.C. **Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na serra do Japi, Jundiá, SP**. Campinas, 1987. 232p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- MORELLATO, L.P.C. Nutrient cycling in two south-east brazilian forests. I. Litterfall and litter standing-crop. **Journal of Tropical Ecology**, v.8, n.2, p.205-215, 1992.
- MULDER, J. P. M. Simulating interception loss using standard meteorological data. In: HUTCHISON B. A.; HICKS B. B. (eds.). **The forest-atmosphere interaction**. D. Reidel Publishing Company, p.177-196, 1985.
- NOVOA, D. R. A. **Economia hídrica de dos agroecosistemas tropicales: una pastura permanente y un cultivo de maíz**. Universidade de Los Andes, Merida, Venezuela. 163p, 1988.
- NUNES, K.S. **Ciclagem de nutrientes na mata Dois Irmãos, Recife**. Recife, 1980. 108p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- NYE, P.H. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. **Plant and Soil**, Hague, v.13, n.4, p.333-346, 1961.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S. A., 1988. 434p.

- OLIVEIRA, R. **Produção e decomposição da serapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ.** Rio de Janeiro, 1987. 106p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA R.R.; LACERDA L.D. Produção e composição química da serapilheira na Floresta da Tijuca, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, n.1, p.93-99, 1993.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal.** São Paulo : Ed. Ceres, 1981, 435p.
- OVINGTON, J.D. Organic production, turnover and mineral cycling in woodlands. **Biological Review**, Prague, v.40, p.295-336, 1965.
- PAGANO, S. N. **Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, SP.** Rio Claro, 1985. 201p. Dissertação (Livre-docência em Botânica) - Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual de São Paulo.
- _____. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.49, n.3, p.633-639, 1989a.
- _____. 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, 1989b.
- 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.1, p.536-544, 1982.
- PEACE, W.J.H., MACDONALD F.D. An investigation of the leaf anatomy, foliar mineral levels, and water relations of trees of a Sarawak forest. **Biotropica**, Washington, v.13, p.100-109, 1981.
- PEHL, C.E., RAY, K.F. Atmospheric nutrient inputs to three forest types in east Texas. **Forest Ecology. and Management**, v.7, p. 11-18, 1984.
- PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS M.A.T.; DROXDOWICZ A. Litter production in areas of brazilian "cerrados". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.9, p.1037-1043, 1983.
- PESSOA N.S. Balanço hídrico. **Boletim técnico CATI**, Campinas, n.190, 1985.
- PETERSON, D.L.; ROLFE G.L. Nutrient dynamics and decomposition of litterfall in floodplain and upland forests of central Illinois. **Forest Science**, v.28, n.4, p.667-681, 1982.
- POGGIANI, F. Ciclo de nutrientes e produtividade de floresta implantada. **Silvicultura**, São Paulo, v.1, n.3, p.45-48. 1976.
- POTTER C.S.; RAGSDALE H. L. Atmospheric deposition and foliar leaching in a regenerating southern Appalachian forest canopy. **Journal of Ecology**, Oxford, v.19, p.97-115, 1991.

- PRITCHETT, W.L. **Properties and management of forest soils**. New York : John Wiley, 1979. 500p.
- PROCTOR, J. Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. In: SUTTON, S. L., WHITEMORE, T. C. & CHADWICK, A. C. (ed.) **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford, Blackwell Scientific Publications. British Ecological Society, v.2 p.267-273, 1983.
- PROCTOR, J.; ANDERSON J.M.; CHAI P.; VALLACK H.W. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. I. Forest environment, structure, and floristics. **Journal of Ecology**, Oxford, v.71, p.237-260, 1983a.
- PROCTOR, J.; ANDERSON J.M.; FOGDEN S.C.L.; VALLACK H.W. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. II. Litterfall, litter standing crop and preliminary observations on herbivory. **Journal of Ecology**, Oxford, v.71, p.261-283, 1983b.
- PROCTOR J.; PHILLIPPS C.; DUFF G. K.; HEANEY A.; ROBERTSON F.M. Ultrabasic mountain in Sabah, Malaysia. II. Some forest processes. **Journal of Ecology**, Oxford, v.77, n.1, p.317-331, 1989.
- RADAMBRASIL. Programa de integração nacional. Levantamento de Recursos Naturais., 1973-1988.
- RAMOS, M.C.L.; PELLENS, R. Produção de serapilheira em ecossistema da restinga de Maricá, Estado do Rio de Janeiro. In: 3^o SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA (1993: Serra Negra). **Anais....** São Paulo: ACIESP, 1993. No prelo.
- REBELO, C.F.; MORAES R.M.; VARJABEDIAN, R.; DE VUONO, Y.S.; DELITTI, W.B.C. Dados preliminares sobre a ciclagem de nutrientes na mata de restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, S.P. In: SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURA, FUNCIONAMENTO E MANEJO DE ECOSSISTEMAS (1992 : Rio de Janeiro). **Resumos...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992. p.98.
- REICHARDT K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo : Editora Manole Ltda, 1987.
- 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.11-16, 1983.
- REISSMANN, C.B.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. Análise química do húmus em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16, n.1, p.575-578, 1982.
- REITZ, R. 1961. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, Itajaí, v. 13, p. 17-115.
- RIZZINI, C.T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florística-sociológica) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v.1, p. 3-53, 1963.

- RIZZO, J.A.; 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, 1990. p. 354-366.
- ROCHA, H. O.; SANTOS FILHO, A.; REISSMANN, C. B. Condições edáficas para o desenvolvimento do palmito no litoral paranaense. In: PALMITO 1º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES (1987 : Curitiba) **Anais...** Curitiba : EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1987. p. 105-118.
- RODIN, L. E.; BASILEVICH, N. I. **Production and mineral cycling in terrestrial vegetation.** Edinburgh: Oliver and Boyd, 1967.
- ROTHACHER, J. Net precipitation under a Douglas-fir forest. **Forest Science**, v.9, p.423-429, 1963.
- RUTTER, A. J., KERSHAW, K. A., ROBINS, P. C. & MORTON A. J. A predictive model of rainfall interception in forests. 1. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsica pine. **Agriculture Meteorology**, v.9, p.367-384, 1971.
- SANTOS, A.; RIBEIRO, M. N.; RIBEIRO, J. S. & BRINGEL, S. R. Hidroquímica da Amazônia Central III. Química da água de lavagem da floresta no ecossistema Campina Amazônica (Stemflow). **Acta Amazônica**, v. 11, n. 2, p. 335-346, 1981.
- SANTOS FILHO, A.; TOURINHO L.C.N. Podzol hidromórfico da faixa litorânea paranaense. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.5, p.95-97, 1983.
- 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. 385 p. Dissertação (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de São Carlos.
- SANTOS L.A.F.; SANTOS L.G.M. Formas de húmus em dois ecossistemas de mata de restinga e suas relações com características edáficas. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO (1991 : Porto Alegre) **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. p.204.
- SCHLESINGER W. H. Decomposition of Chaparral shrub foliage. **Ecology**, Durham, v.66, n.4, p.1353-1359, 1985.
- SCHLITTLER, F.H.M. **Fitossociologia e ciclagem de nutrientes na floresta tropical do Parque Estadual do Morro do Diabo. (Região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo).** Rio Claro, 1990. 279p. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual de São Paulo.
- SCOTT, D.A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá island, Roraima, Brazil. II. Litterfall and nutrient cycling. **Journal of Ecology**, Oxford, v.80, p.689-703, 1992.
- SILVA, G.M. Solos da Ilha do Mel. IN: SILVA S.M. e ATHAYDE S.F. (Coord.) **Ilha do Mel: História Natural & Conservação.** Curitiba. UFPR. 24-28, 1994.

- SILVA, I.S. **Alguns aspectos da ciclagem de nutrientes em uma área de cerrado (Brasília, DF): Chuva, produção e decomposição de liter.** Brasília, 1983. 87p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Biologia Vegetal. Universidade de Brasília.
- SILVA, M.F.F. Produção anual de serapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme, Tucuruí, PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Botânica**, Belém, v.1, n.1/2, p. 111-158, 1984.
- SILVA, M.F.F.; LOBO, M.A.A. Nota sobre a deposição de matéria orgânica em floresta de terra firme, várzea e igapó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Botânica**, Belém, v.56, p. 1-13, 1982.
- SILVA FILHO, E.V.; OVALLE, A.R.C. O papel da vegetação na neutralização da chuva ácida no Parque Nacional da Tijuca, R.J. In: 4^o SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA (1984 : São Carlos). **Anais...** São Carlos : Universidade Federal de São Carlos, 1985. p.349-369.
- SILVA FILHO, E.V.; OVALLE, A.R.C. & BROWN, I.F. Balanço de nutrientes em uma floresta tropical úmida, Parque Nacional da tijuca, Rio de Janeiro. **Acta limnol. Brasil**. v. 1, p.479-499, 1986.
- SILVA JUNIOR, M. C.; BARROS N.F.; PINHEIRO A.L. Concentração de nutrientes e efeito sobre a fertilidade do solo de três espécies florestais na região de Viçosa, M.G. **Brasil Florestal**, v.62, p. 43-48, 1987.
- SILVA, A.O.; MORAES, J.A.P.V. Composição mineral e perda de nutrientes através da lavagem foliar em algumas espécies do Cerrado. **Acta Limonológica Brasileira**, São Paulo, v.1, p.451-478, 1986.
- SILVA, S.M. **Composição florística e fitossociologia de um trecho de floresta de restinga na Ilha do Mel, município de Paranaguá, PR.** Campinas, 1990. 146p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- SILVA, S.M.; SOUZA, W.S.; BRITZ, R.M. & Guimarães, O.A. Levantamento Florístico da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. II. Fanerógamas. In: XL CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (1989 : Cuiabá). **Resumos...** Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso, 1989. p 179.
- SILVA, S.M., BRITZ, R.M., SOUZA, W.S. & JOLY, C.A. Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. In: 3^o SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA (1993: Serra Negra). **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1993. No prelo.
- SILVA, S.M.; BRITZ R.M.; ATHAYDE S.F.; LIMA R.X.; REISSMAN C.B. Estudo comparativo de duas formações arbóreas da planície litorânea da ilha do Mel, Paranaguá, Pr. **Relatório técnico**, Universidade Federal do Paraná, 1994.
- SILVA, S.M.; BRITZ R.M.; SOUZA, W.S.; ATHAYDE S.F.; LIMA R.X. Vegetação e flora da Ilha do Mel. IN: SILVA S.M. e ATHAYDE S.F. (Coord.) **Ilha do Mel: História Natural & Conservação**. Curitiba. UFPR. 24-28, 1994.

- SIM, L. K. Interception loss in the humid forested areas. **Malayan Nature Journal**, v.25, n.2, p.104-111, 1972.
- SMITH, L. K. Throughfall, stemflow and interception in pine and eucalypt forest. **Australien Forestry**, v.36, n.3, p.190-197, 1973.
- SINGH, J.S.; GUPTA, S.R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botanical Review**, New York, v.43, n.4, p.449-528, 1977.
- SPURR S.H.; BARNES, V.B. **Ecologia forestal**. México: A.G.T. Editor S.A., 1982.
- SPVS - SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Fitossociologia, aspectos da ciclagem de minerais e fenologia da vegetação da fazenda do Durgo, São Mateus do Sul, Paraná**. Curitiba, 1991. 469 p.
- STARK, N. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. **Biotropica**, Washington. v. 2, n.1, p. 51-60, 1970.
- _____. Nutrient cycling. I. Nutrient distribution in some Amazonian soils. **Tropical Ecology**, Varanasi, v.12, p. 24-50, 1971a.
- _____. Nutrient cycling. II. Nutrient distribution in Amazonian vegetation. **Tropical Ecology**, Varansi, v.12, p. 177-201, 1971b.
- _____. Nutrient cycling pathways and litter fungi. **BioScience**, Washington. v.22, p.355-360, 1972.
- STARK, N.; HOLLEY, C. Final report on studies of nutrient cycling on white and black water areas in Amazonia. **Acta Amazonica**, Manaus, v.6, n.1, p.51-76, 1975.
- STARK, N.; JORDAN, C.F. Nutrient retention by the root mat of an amazonian rain forest. **Ecology**, Durham, v.59, n.3, p.434-437, 1978.
- STEINHARDT, U. & FASSBENDER, H.W. Características y composición química de las lluvias de los Andes occidentales de Venezuela. **Turrialba**, São Jose, v.29, n.3, p. 175-182, 1979.
- STELFELLD, C. Fitogeografia geral do Estado do Paraná. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v.7 p.48-68, 1949a.
- STELFELLD, C. Aspectos da zona da praia do Estado do Paraná (Brasil). **Lilloa**, v.20, p.203-215, 1949b.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M.G. Planície de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA (1987 : Cananéia). **Anais...** São Paulo : ACIESP n. 54, v.1, p. 15-25, 1987.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. Geomorfologia das restingas. In: II SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS (1990 : águas de Lindóia). **Anais...** São Paulo, ACIESP, 1990, n. 71-III, p. 185-206.

- TANNER, E.V.J. Four montane rain forests of Jamaica: quantitative characterization of floristics, the soils and the foliar mineral levels, and a discussion of the interrelations. **Journal of Ecology**, Oxford, v.65, p.883-918, 1977.
- TANNER, E.V.J. Litterfall in montane rain forests of Jamaica and its relation to climate. **Journal of Ecology**, Oxford, v.68, p.833-848, 1980.
- TEIXEIRA C.B., DOMINGOS, M., REBELO, C.F., MORAES, R.M. Produção de serapilheira em floresta residual da cidade de São Paulo: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. In: 2º CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS (1992 : São Paulo) **Anais...** São Paulo: REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL, v.4, n.3, p.785-789, 1992.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Laboratory of Climatology**, Centerton, v.8, n.1, p. 1- 104, 1955.
- THOMPSON, J.; PROCTOR J.; VIANA V.; MILLIKEN W.; RATTER J.A.; SCOTT D.A. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá island, Roraima, Brazil. I. Physical environment, forest structure and leaf chemistry. **Journal of Ecology**, Oxford, v.80, p.689-703, 1992.
- TIFFIN, L.O. Translocación de micronutrientes en plantas. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (comp.). **Micronutrientes en agricultura**. Planta Alta : A.G.T. Editor S.A. p.217-251, 1983.
- TREVISAN E. **Classificação e caracterização e horizontes orgânicos sob povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Ponta Grossa, PR, 1º aproximação**. Curitiba, 1992. 112p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- TRUFFEM, S.F.B. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares de mata tropical úmida da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.4, n.2, p.31-46, 1990.
- _____. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares de mata tropical úmida da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. In: II SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS (1990 : águas de Lindóia). **Anais...** São Paulo, ACIESP, 1990, n. 71-III, p. 478-487.
- TRUFFEM, S.F.B.; OTOMO, H.S.; MALATINSZKY, S.M.M. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em rizosferas de plantas em dunas do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, São Paulo, Brasil. I. Taxonomia. In: XL CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (1989 : Cuiabá). **Anais...** Brasília: SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, **Acta Botanica Brasilica** Brasília, v.3 (supl.), n.2, p.141-152, 1989.
- TUKEY, H.B. The leaching of substances from plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 21, p.305-324, 1970.
- VALADARES, J.M.A.S. Microelementos. In: MONIZ, A.C. **Elementos de Pedologia**. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., p.199-208, 1972.

- VAN DER VALK, A.G. Mineral cycling in coastal foredune plant communities in Cape Hatteras National Seashore. **Ecology**, Durham, v.55, p.1349-1358, 1974.
- VARJABEDIAN, R. & PAGANO, S. N. 1988. Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de encosta no município do Guarujá, SP. In: XXXVIII CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (1987 : São Paulo), **Anais...** São Paulo: **Acta Botânica Brasílica**, v.1, n.2 (supl.), p.243-256, 1988.
- VETTORI, L. & PIERANTONI, H. **Análise granulométrica, novo método para determinação da fração argila.** Equipe de pedologia e fertilidade do solo, (Boletim técnico 3), Rio de Janeiro, 1968. 8 p.
- VELOSO, H.P. & KLEIN, R.M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil. III - As associações das planícies costeiras do quaternário situadas entre o rio Itapocu (SC) e a Baía de Paranaguá (PR). **Sellowia**, Itajai, v.15, p.57-114, 1961.
- VELOSO, H.P.; GOES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira. Classificação Fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL, Vegetação** v. 1, p. 3-79, 1982.
- 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 de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.
- VENEKLAAS, E. J. Nutrient fluxes in bulk precipitation and throughfall in two montane tropical rain forests, Colombia. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, p.974-972, 1990.
- VERRY, E.S., TIMMONS, D.R. Precipitation nutrients in the open and under two forests in Minnesota. **Canadian Journal of Forest Research**, v.7, p.112-119, 1977.
- VIEIRA, L.S. **Manual da ciência do solo: com ênfase aos solos tropicais.** 2^o edição. São Paulo : Editora Agronômica Ceres, 1988. 464p.
- VITOUSEK, P.M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **The American Naturalist**, Chicago, v. 119, n.4, p.53-72, 1982.
- _____. Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology**, Durham, v. 65, n.1 p. 285-298, 1984.
- VITOUSEK, 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, L.L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comun. Museu de Ciências da PUCRS, série Botânica**, Porto Alegre v. 33 p.49-68, 1985.
- WARING R.H.; SCHLESINGER W. H. **Forest ecosystems concepts and management.** London : Academic Press, Inc., 1985, 340p.
- WESTMAN, W.E. Inputs and cycling of mineral nutrients in a coastal subtropical Eucalypt forest. **Journal of Ecology**, v.66, p.513-531, 1978.