

MARCOS VINICIUS WINCKLER CALDEIRA

**DETERMINAÇÃO DE BIOMASSA E NUTRIENTES EM UMA FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA MONTANA EM GENERAL CARNEIRO, PARANÁ**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais na área de concentração Conservação da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares

Co-orientadores: Prof. Dr. Renato Marques  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Celina Wisniewski

CURITIBA

2003

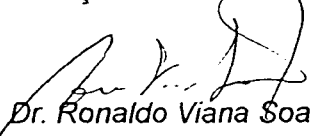


Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**  
Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – CAMPUS III  
80210-170 - CURITIBA - Paraná  
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>  
e-mail: [pinheiro@floresta.ufpr.br](mailto:pinheiro@floresta.ufpr.br)

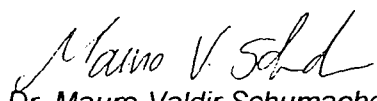
## PARECER

Defesa nº 507

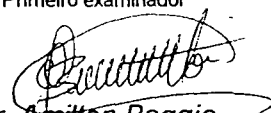
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o doutorando **MARCOS VINICIUS WINCKLER CALDEIRA** em relação ao seu trabalho de tese intitulado “BIOMASSA, SERAPILHERIA ACUMULADA E NUTRIENTES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA EM GENERAL CARNEIRO, PARANÁ”, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Doutor* no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.

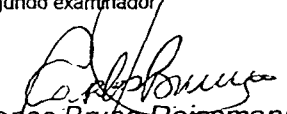
  
**Dr. Ronaldo Viana Soares**

Departamento de Ciências Florestais da UFPR  
Orientador e presidente da banca examinadora

  
**Dr. Mauro Valdir Schumacher**

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Primeiro examinador

  
**Dr. Amilton Baggio**  
EMBRAPA/Florestas  
Segundo examinador

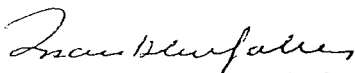
  
**Dr. Carlos Bruno Reissmann**

Departamento de Solos e Engenharia Agrícola - UFPR  
Terceiro examinador

  
**Dr. Ivan Crespo Silva**

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC  
Quarto examinador

Curitiba, 24 de março de 2003.



**Nivaldo Eduardo Rizzi**  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

**Franklin Galvão**  
Vice-coordenador



Dedico essa minha vitória ao meu pai José Ney Caldeira "veio" (*in memoriam*) pelo exemplo de vida e perseverança, avó Cecília "o nosso anjo e a nossa luz" e aos meus irmãos, pelo espírito de união e felicidade e pela confiança e amor que sempre me dedicaram.

“Acreditamos que tudo o que há de belo e honesto na vida só se pode alcançar com o poder do trabalho e da persistência.”

Marina Aparecida Granato de Andrade

Seja qual for o tipo de trabalho realizado pelo homem, o fruto deste, só é possível com a colaboração e união de várias pessoas. Desde já quero registrar meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de uma maneira simples, mas com dedicação, colaboraram para que esse estudo chegasse ao final, com êxito.

“O sucesso é construído de 99% de fracasso.”

Soichiro Honda

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**MARCOS VINICIUS WINCKLER CALDEIRA**, filho de José Ney Caldeira e Carmen Maria Winckler Caldeira, nasceu em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, no dia 08 de julho de 1968.

Começou o 1º Grau na Escola Santa Catarina e terminou na Escola Estadual de 1º Grau Padre Rômulo Zanchi/RS, em 1983.

Cursou o 2º Grau na Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul/RS, obtendo o título de Técnico em Agropecuária em 1987.

No ano de 1988, no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH/URFGS, fez o curso de Técnico de Irrigação e Drenagem.

Em 1990 iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Maria/RS, terminando em 1995. Durante o curso foi bolsista de Iniciação Científica do Programa de Bolsas do CNPq/PIBIC/UFSM e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul – FAPERGS.

No período de 1995 a 1996 foi bolsista do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia/CNPAB/EMBRAPA, onde trabalhou com fungos micorrízicos de leguminosas arbóreas e recuperação de áreas degradadas, sob a orientação da Dra. Eliane Maria Ribeiro da Silva.

Iniciou o Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração Silvicultura, na Universidade Federal de Santa Maria/RS, em agosto de 1996, concluindo-o em agosto de 1988.

Em abril de 1999, ingressou no curso de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná para a realização do doutorado em Ciências Florestais, área de concentração Conservação da Natureza.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Carlos Bruno Reissmann e á Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Celina Wisniewski do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR, pela maneira simples e cordial que me receberam durante o processo seletivo para o ingresso no curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal desta universidade.

Ao colega de graduação, Engenheiro Florestal e mestrando em Ciências Florestais/UFSM Edison Rogério Perrando, pela sua amizade e pelo seu inestimável apoio na moradia durante o primeiro ano no curso de Pós-Graduação. Meus sinceros agradecimentos!

À Engenheira Florestal, mestre em Ciências Florestais e amiga Ana Paula Hummes, pela sua indispensável e valiosa ajuda na mudança de Santa Maria/RS para Curitiba/PR.

Ao orientador Prof<sup>o</sup> Dr. Ronaldo Viana Soares, por ter acreditado no meu ideal e na minha capacidade; pela sua orientação, sugestões, críticas, pela revisão minuciosa do manuscrito e confiança que sempre me passou.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Celina Wisniewski, pela sua co-orientação e sugestões e em especial ao co-orientador Prof<sup>o</sup> Dr. Renato Marques, pela sua valiosa colaboração na interpretação e discussão dos resultados, pela amizade, consideração, pela disposição em ajudar e atenção que me foi dada.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Carlos Roberto Sanquetta, pela oportunidade de participar do Projeto Ecológico de Longa Duração – PELD Site 9 “Bioma Floresta de Araucária e suas Transições” e pelo auxílio financeiro.

Às Industrias Pedro N. Pizzato, pelo apoio institucional; a todos os seus funcionários; aos colegas e amigos: doutorando Luciano Farinha Watzlawick, Rubens Marques Rondon Neto e o mestrando Rafaelo Balbinot e demais acadêmicos da UFPR e UFSM, que direta ou indiretamente contribuíram pela concessão das facilidades indispensáveis à execução do trabalho experimental de campo e divulgação.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Henrique Koehler, pela colaboração na orientação das análises estatísticas.

À acadêmica do curso de Engenharia Florestal/UFPR Ana Paula Dalla Corte, pela ajuda na elaboração das figuras e mapas e ao doutorando Emerson Roberto Schoeninger pelas suas preciosas “dicas” na área de informática e na elaboração de figuras e mapas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela bolsa de estudo concedida.

Ao Dr. Jose Vicente Schenfeld Lopes, pela amizade, críticas, elogios, paciência e pelo estímulo ao crescimento pessoal e profissional. Obrigado!

Meu especial sincero agradecimento ao amigo, colega e irmão de coração, doutorando e prof<sup>o</sup> Luciano Farinha Watzlawick pela nossa amizade de treze anos, brigas, brincadeiras, discussões, sugestões, críticas, apoio e visão otimista da vida. De coração, meu muito obrigado!

Ao colega de estudo, trabalho e o mais novo amigo Dr. Rubens Marques Rondon Neto, pela sua amizade sincera, pelo convívio harmônico durante os quatros de anos de doutorado, pelas suas críticas, idéias e sugestões no trabalho de tese e na vida pessoal e por estar sempre disponível em colaborar nas horas mais difíceis.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. nat. techn. Mauro Valdir Schumacher do Departamento de Ciências Florestais/UFMSM pela sua amizade, pelo seu profissionalismo, pela sua consideração, pela sua valiosa ajuda no campo profissional e financeiro.

Ao senhor superior e a todas as forças do bem por me manterem com saúde e com muita vontade de viver e crescer e acima de tudo por me iluminarem em todos os passos de minha vida.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	2
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....	3
2.2 BIOMASSA.....	7
2.3 NUTRIENTES.....	10
2.3.1 Índice de Eficiência de Nutrientes (IEN).....	17
2.4 SERAPILHEIRA.....	20
2.4.1 Serapilheira Acumulada.....	22
2.4.2 Nutrientes na Serapilheira Acumulada.....	24
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	27
3.1.1 Localização.....	27
3.1.2 Clima.....	28
3.1.3 Geologia.....	28
3.1.4 Relevo e Solos.....	29
3.1.5 Vegetação.....	31
3.2 INSTALAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS PARA A QUAANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA.....	32
3.3 DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA.....	33
Biomassa Acima do Solo (DAP ≥ 10,0 cm), Biomassa Acima do Solo (DAP < 10,0 3.3.1 cm), Biomassa Abaixo do Solo (até 0,5 m de profundidade) e da Serapilheira Acumulada.....	33
3.4 DETERMINAÇÃO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA.....	34



3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
3.6	PRODUÇÃO DE BIOMASSA POR ESPÉCIE E POR UNIDADE DE ÁREA.....	37
3.7	QUANTIFICAÇÃO DOS NUTRIENTES NA BIOMASSA.....	37
3.8	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DOS NUTRIENTES (IEN).....	37
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
4.1	FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO.....	38
4.2	BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm).....	42
4.2.1	Biomassa nas Unidades Amostrais Primárias (UAPs).....	46
4.2.2	Biomassa por Espécie.....	50
4.3	PARTIÇÃO DA BIOMASSA POR ESPÉCIE.....	54
4.4	BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm).....	57
4.5	BIOMASSA ABAIXO DO SOLO (até 0,5 m de profundidade).....	60
4.6	BIOMASSA DA SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	63
4.6.1	Análise Estatística das Amostras de Serapilheira Acumulada.....	70
4.7	MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm).....	71
4.7.1	Teores de Macronutrientes por Espécie.....	71
4.8	CONTEÚDO E DISTRIBUIÇÃO DOS MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm).....	92
4.9	MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0).....	96
4.10	MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO (até 0,5 m de profundidade).....	98
4.11	MACRONUTRIENTES E CARBONO ORGÂNICO NA SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	99
4.12	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES (IEM <sub>acro</sub> ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0).....	102
4.13	MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm).....	110
4.13.1	Teores de Micronutrientes por Espécie.....	110
4.14	CONTEÚDO E DISTRIBUIÇÃO DOS MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm).....	127
4.15	MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0).....	129

4.16	MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO (até 0,5 m de profundidade).....	129
4.17	MICRONUTRIENTES NA SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	130
4.18	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE MICRONUTRIENTES ( $IEM_{\text{micro}}$ ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO ( $DAP \geq 10,0$ ).....	131
	<b>5 CONCLUSÕES</b>	137
	<b>6 RECOMENDAÇÕES</b>	140
	<b>REFERÊNCIAS</b>	141
	<b>DOCUMENTOS CONSULTADOS</b>	157
	<b>APÊNDICES</b>	158

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	VARIÁVEIS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DE GENERAL CARNEIRO.	28
TABELA 2 –	ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO DAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS (UASs), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	30
TABELA 3 –	RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	38
TABELA 4 –	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	40
TABELA 5 –	RELAÇÃO DE FAMÍLIAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	41
TABELA 6 –	BIOMASSA MÉDIA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	42
TABELA 7 –	PARÂMETROS DENDROMÉTRICOS E BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm) DAS UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS (UAPs), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	46
TABELA 8 –	BIOMASSA MÉDIA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm) (kg.espécie <sup>-1</sup> ), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	51
TABELA 9 –	DISTRIBUIÇÃO RELATIVA (%) ENTRE OS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	54
TABELA 10 –	BIOMASSA MÉDIA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	57
TABELA 11 –	BIOMASSA (Mg.ha <sup>-1</sup> ) EM ALGUMAS FLORESTAS DO MUNDO.....	60
TABELA 12 –	BIOMASSA MÉDIA ABAIXO DO SOLO, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	61
TABELA 13 –	BIOMASSA TOTAL E RADICIAL (Mg.ha <sup>-1</sup> ) EM ALGUMAS FLORESTAS DO MUNDO.....	63
TABELA 14 –	SERAPILHEIRA ACUMULADA E RELAÇÃO C/N POR UNIDADE AMOSTRAL PRIMÁRIA (UAP), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001...	64

TABELA 15 –	SERAPILHEIRA ACUMULADA EM ALGUMAS FLORESTAS DO MUNDO.....	70
TABELA 16 –	ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS AMOSTRAS DE SERAPILHEIRA ACUMULADA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	71
TABELA 17 –	TEORES MÉDIOS DE N E P ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	72
TABELA 18 –	TEORES MÉDIOS DE K E Ca ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	76
TABELA 19–	TEORES MÉDIOS DE Mg E S ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	78
TABELA 20–	TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	81
TABELA 21 –	TEORES MÉDIOS ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM FLORESTAS TROPICAIS.....	84
TABELA 22 –	TEORES MÉDIOS ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAS.....	87
TABELA 23 –	CLASSIFICAÇÃO DOS TEORES DOS MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001 <sup>(1)</sup> .....	90
TABELA 24 –	CONTEÚDO TOTAL ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) E PROPORÇÃO (%) DE MACRONUTRIENTES NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	94
TABELA 25 –	TEORES ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $<$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	97
TABELA 26 –	TEORES ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	98

TABELA 27 –	TEORES E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES E CARBONO ORGÂNICO NA SERAPLHEIRA ACUMULADA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	100
TABELA 28 –	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE N E P NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	103
TABELA 29 –	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE K E Ca NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	105
TABELA 30 –	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE Mg E S NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	108
TABELA 31 –	TEORES MÉDIOS DE B, Cu E Fe ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	112
TABELA 32 –	TEORES MÉDIOS DE Mn E Zn ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) NOS COMPONENTES DA BIOMASSA DA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	116
TABELA 33 –	TEORES MÉDIOS ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) DE MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM FLORESTAS TROPICAIS.....	120
TABELA 34 –	TEORES MÉDIOS ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) DE MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAIS.....	122
TABELA 35 –	TEORES MÉDIOS DOS MICRONUTRIENTES ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	124
TABELA 36 –	CLASSIFICAÇÃO DOS TEORES DOS MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001 <sup>(1)</sup> .....	125
TABELA 37 –	CONTEÚDO TOTAL ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) E PROPORÇÃO (%) DE MICRONUTRIENTES NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	128

TABELA 38 –	TEORES ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	129
TABELA 39 –	TEORES ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	130
TABELA 40 –	TEORES E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES NA SERAPILHEIRA ACUMULADA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001..	130
TABELA 41 –	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE B E Cu NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	132
TABELA 42 –	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE Fe E Mn NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	134
TABELA 43–	ÍNDICE DE EFCIÊNCIA DE Zn NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	136

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	LOCALIZAÇÃO DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO ESTADO DO PARANÁ.....	4
FIGURA 2–	LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE GENERAL CARNEIRO.....	27
FIGURA 3 –	INTERPRETAÇÃO VISUAL DO USO DO SOLO E LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	31
FIGURA 4 –	ESQUEMA DA INSTALAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS.....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 –	CORRELAÇÃO ENTRE A BIOMASSA DE SERAPILHEIRA ACUMULADA E A BIOMASSA DE FOLHAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001.....	65
-------------	--	----



## RESUMO

Este estudo é parte do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD Site 9) “Bioma Floresta de Araucária e suas Transições”, desenvolvido nas Indústrias Pedro N. Pizzato, localizadas no município de General Carneiro, Paraná. O objetivo do projeto é quantificar e qualificar a longo prazo, o grau de alteração na produtividade e biodiversidade de diversos ecossistemas florestais brasileiros em função da magnitude e da intensidade das atividades antrópicas. O trabalho aqui apresentado teve como objetivos principais estimar a biomassa das espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana e o seu conteúdo de macro e micronutrientes, utilizando 20 unidades amostrais primárias de 12 m x 12 m. A biomassa total de todos os indivíduos amostrados (164) foi de aproximadamente 60,6 Mg. Desse total, 59,9% (36,3 Mg) foi contribuição das espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI): *Ocotea porosa*, *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Myrsine ferruginea*, *Styrax leprosus* e *Dicksonia sellowiana*. A biomassa total acima do solo das árvores com DAP  $\geq 10,0$  cm foi de 210,4 Mg.ha<sup>-1</sup>, assim distribuída: galhos (45,3%), madeira do fuste (41,1%), casca (10,3%), folhas (2,4%) e miscelânea (0,9%). A biomassa total acima do solo dos indivíduos com DAP  $< 10,0$  cm, das raízes (até 0,5 m de profundidade) e da serapilheira acumulada, foi de 21,8; 40,4 e 7,9 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As contribuições relativas à biomassa total da floresta analisada (280,73 Mg.ha<sup>-1</sup>) foram de 75% para a biomassa acima do solo das árvores com DAP  $\geq 10,0$  cm, 7,8% para a biomassa acima do solo dos indivíduos com DAP  $< 10,0$  cm, 14,4% para a biomassa abaixo do solo (raízes) e 2,8% para a serapilheira acumulada. Os teores de macro e micronutrientes, bem como o índice de eficiência, apresentaram variações entre as espécies estudadas. Não foram constatadas relações entre as espécies de maior IVI e seus teores de macro e micronutrientes, bem como com o índice de eficiência dos mesmos. As espécies que apresentaram altos índices de eficiência de macronutrientes na produção de biomassa apresentaram também altos índices de eficiência de micronutrientes, com exceção de *Myrsine ferruginea* e *Schinus terebinthifolius* que apresentaram altos índices de eficiência de Mn apenas para a produção de biomassa total e *Myrsine ferruginea* e *Calyptanthes concinna* que apresentaram altos índices de eficiência de Zn somente para a produção de biomassa lenhosa (fuste + galhos). O conteúdo total de macronutrientes na biomassa acima do solo (DAP  $\geq 10,0$  cm) foi, em ordem decrescente, K > N > Ca > Mg > P > S; na biomassa acima do solo (DAP  $< 10,0$  cm): N > K > Ca > S > Mg > P, na biomassa abaixo do solo (até 0,5 m de profundidade): N > K > Ca > S > Mg > P. Na serapilheira acumulada, o conteúdo total de macronutrientes e carbono orgânico foram: C > N > K > Ca > S > Mg > P. Dentre todos os componentes da biomassa acima do solo (DAP  $\geq 10,0$  cm), os mais altos teores de Fe foram encontrados na miscelânea, que apresentou também maiores teores de Mn em 25,6% das espécies estudadas. A floresta em estudo apresentou, para o conteúdo total de micronutrientes na biomassa acima do solo (DAP  $\geq 10,0$  cm), a seguinte seqüência decrescente: Mn > Fe > Zn > B > Cu. No entanto,

para a biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm), biomassa abaixo do solo (até 0,5 m de profundidade) e serapilheira acumulada, a seqüência foi Fe > Mn > Zn > B > Cu.

Palavras-chave: biomassa, serapilheira, raiz, floresta com araucária, nutrientes, ciclagem de nutrientes.

## ABSTRACT

This study is part of a Long Term Ecological Project (PELD Site 9) denominated “Araucaria Forest Biome and its Transitions”, that has been developed in the “Pedro N. Pizzato” company, located in General Carneiro, Paraná. The objective of the broad project is to quantify and qualify the changes in productivity and biodiversity of various Brazilian forest ecosystems in function of the magnitude and intensity of long term human activities. The main objective of this study was to estimate the biomass of tree species in a Mixed Araucaria Forest and its contents in macro and micronutrients. through 20 primary sample plots of 12 m x 12 m. The total biomass of all sampled species was approximately 60.6 Mg. The contribution of the species with major Importance Value Index (IVI), *Ocotea porosa*, *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Myrsine ferruginea*, *Styrax leprosus* and *Dicksonia sellowiana* to the total biomass was 59,9% (36.3 Mg). The total above-ground biomass of trees with DBH  $\geq$  10,0 cm was 210,4 Mg.ha<sup>-1</sup>, with following relative distribution: branches (45,3%), wood (41,1%), bark (10,3%), leaves (2,4%) and miscellaneous (0,9%). The total above-ground biomass of the trees with DBH < 10,0 cm, the roots biomass (up to 0.5 m deep), and the accumulated litter were 21,8; 40,4 and 7,9 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectively. From the total forest biomass (280,7 Mg.ha<sup>-1</sup>), approximately 75% came from the above ground biomass of trees with DBH  $\geq$  10,0 cm; 7,8% from the above-ground biomass of trees with DBH < 10,0 cm; 14,4% from the below ground (roots) biomass; and 2,8% from the accumulated litter. The contents of macro and micronutrients and its efficiency index presented high variation in the studied species. It was not found any relationship between the major IVI species and the contents of macro and micronutrients or its efficiency index. It was observed that the species with high efficiency indices of macronutrients in the biomass production, also presented high efficiency indices of micronutrients except *Myrsine ferruginea* and *Schinus terebinthifolius* that showed high efficiency indices of Mn only for total biomass production and *Myrsine ferruginea* and *Calypttranthes concinna* that presented high efficiency indices of Zn only for woody biomass production. The total macronutrients content in the above-ground biomass of the trees with DBH  $\geq$  10,0 cm in decreasing order was K > N > Ca > Mg > P > S; for above-ground biomass of trees with DBH < 10,0 cm the sequence was N > K > Ca > S > Mg > P, and for below-ground (roots) biomass and accumulated litter it was C > N > K > Ca > S > Mg > P. In the above-ground biomass of trees with DBH  $\geq$  10,0 cm, higher Fe content was observed in the miscellaneous, that also presented higher Mn contents in 25,6% of the studied species. The total micronutrients content in the above-ground biomass of trees with DBH  $\geq$  10,0 cm showed the following decreasing order: Mn > Fe > Zn > B > Cu. However, the micronutrients content in the above-ground biomass of trees with DBH  $\leq$  10,0 cm, below-ground biomass, and accumulated litter, presented the following sequence Fe > Mn > Zn > B > Cu.

Key words: Biomass; litter, roots, mixed araucaria forest, nutrients, nutrients cycling.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos países em desenvolvimento, onde o crescimento populacional está em ascensão, tem-se verificado uma intensa ação antrópica sobre as florestas naturais, através de queimadas e cortes rasos, com o objetivo de implantar lavouras agrícolas ou mesmo promover uma exploração irracional dos produtos florestais.

A preservação das florestas natural depende, basicamente do conhecimento de suas dinâmicas. No entanto, raras são as informações referentes à capacidade produtiva das florestas naturais, especificamente da Floresta Ombrófila Mista, bem como sobre a ciclagem dos nutrientes, dificultando assim o monitoramento permanente da dinâmica de crescimento e regeneração destes ecossistemas. Estas informações são importantes para possibilitar a exploração de florestas naturais sob forma de manejo sustentado, ou ainda, para subsidiar ações de conservação das mesmas.

A inexistência ou a raridade de trabalhos sobre a dinâmica de nutrientes em florestas naturais deve-se à dificuldade na coleta de dados, devido a complexidade ambiental destas formações, custos elevados para a realização de estudos, grande número de pessoas necessárias ao desenvolvimento dos trabalhos e falta de metodologia adequada.

A literatura mundial mostra poucos trabalhos relacionados com quantificação de biomassa e nutrientes em florestas naturais. Dentre os mais atuais estão o de RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988) em uma Floresta Pluvial Tropical em Buenaventura, Colômbia e DRUMOND et al. (1997a, 1997b) na Mata Atlântica, Mata Alta com bambuzóides e graminóides, em Minas Gerais.

Como regra geral às florestas naturais, mais especificamente as tropicais, são caracterizadas como ecossistemas de alta produção de biomassa, possuindo um grande reservatório de nutrientes minerais e apresentando rápida decomposição (GOLLEY et al., 1978).

O princípio de manejo sustentado exige que a exploração das florestas seja executada de maneira tal que as árvores remanescentes possuam condições de fornecer

uma produção contínua e periódica de biomassa e também a biodiversidade da floresta.

É fundamental e de grande interesse se conhecer mais profundamente os diversos aspectos bioecológicos presentes na Floresta Ombrófila Mista, devido à importância ecológica, econômica e cultural que a *Araucaria angustifolia* uma das espécies mais importante, teve no passado e ainda tem nos dias de hoje.

A geração dessas informações, em particular no que se refere à dinâmica da biomassa e dos elementos nutricionais, é base importante para a compreensão da estrutura e da dinâmica de nutrientes no ecossistema, permitindo caracterizar os estoques de biomassa e nutrientes e sua compartimentação, além de servir para elucidar alguns aspectos do crescimento e da produtividade. Esse conhecimento pode ainda dar suporte para os planos de manejo sustentado, ou de conservação das florestas, pois a produtividade sustentada nas diferentes formações florestais, tanto exóticas como naturais, está intimamente ligada ao processo da ciclagem de nutrientes.

## 1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como principais objetivos:

- a) Quantificar a produção de biomassa acima do solo ( $DAP \geq 10,0$  cm) e avaliar a sua distribuição nos diferentes componentes das árvores;
- b) Quantificar a biomassa radicial de todas as árvores dentro das unidades amostrais primarias (1 x 1 m) e da serapilheira acumulada;
- c) Determinar os teores e a quantidade de macro e micronutrientes nos diferentes componentes da biomassa acima do solo ( $DAP \geq 10,0$  cm), biomassa acima do solo ( $DAP < 10,0$  cm), biomassa abaixo do solo (até 0,5 m de profundidade) e da serapilheira acumulada;
- d) Determinar o teor e a quantidade de carbono orgânico na serapilheira acumulada;
- e) Caracterizar o índice de eficiência de macro e micronutrientes nos componentes da biomassa acima do solo ( $DAP \geq 10,0$  cm).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A denominação Floresta Ombrófila foi proposta por MUELLER DOMBOIS e ELLEMBERG<sup>1</sup>, citados por LACERDA (1999), em substituição à Floresta Pluvial Tropical, sugerida por RICHARDS<sup>2</sup>, citado por LACERDA (1999). Contudo, ambas têm o mesmo significado, ou seja “amiga das chuvas”. O termo Ombrófilo é de origem grega, enquanto o termo Pluvial tem origem latina e caracterizam as fisionomias ecológicas tropicais. Dentro da ocorrência natural da Floresta Ombrófila encontram-se ecossistemas específicos, de acordo com as características edafoclimáticas de cada região.

A concepção de Floresta Ombrófila Mista procede da ocorrência da mistura de diferentes espécies, definindo padrões fitofisionômicos típicos, em zona climática caracteristicamente pluvial (IBGE, 1992). Este tipo de floresta também é conhecido como Floresta com Araucária, Floresta de Pinheiros, Floresta de Pinhais, Floresta de Pinheirais, Zona dos Pinhais, Mata de Araucária e Floresta Aciculifoliada Subtropical (BRITZ et al., 1995). Essas denominações devem-se à presença de *Araucaria angustifolia*, que domina o dossel e caracteriza fisionomicamente essa formação florestal. Contudo, o termo mista, está relacionado à mistura de floras (IBGE, 1991).

Poucas são as formações florestais brasileiras que têm sua fisionomia tão bem caracterizada pela presença de uma espécie vegetal como a Floresta Ombrófila Mista. Mesmo com a profunda alteração a que foi submetida a cobertura vegetal do Paraná, a presença de remanescentes do pinheiro-do-paraná, ainda que isolados, atestam sua distribuição e facilita grandemente a definição da área de ocorrência desta formação.

No Brasil, a Floresta com Araucária, conforme KLEIN (1960) e HUECK (1972) ocorre nos estados do Paraná (Figura 1), Santa Catarina, Rio Grande do Sul e

---

<sup>1</sup> MULLER DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Tentative physiognomic-ecological classification of plants formation of the earth.** Bericht Uber das Geobot: Instit. Rübel Zurich, v. 37, p. 21-25, 1955-1956.

<sup>2</sup> RICHARDS, P.W. **The tropical rain Forest.** London: Cambridge University, 1952. 450p.

Sul de São Paulo e, em manchas isoladas, nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais e Espírito Santo, atingindo também a província de Misiones, na Argentina e Oeste do Paraguai.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO ESTADO DO PARANÁ



Fonte: CASTELA, P.R. (Coord.). **Conservação do bioma floresta com araucária**. Curitiba: FUFPEF, 2001. v. 1/2. Relatório final. 456p.

A Floresta Ombrófila Mista apresenta, de acordo com VELOSO, RANGEL FILHO e LIMA (1991) quatro subformações distintas: a) Aluvial: em terrenos antigos dos flúvios – *Araucaria angustifolia* associada com *Podocarpus lambertii* e *Drimys brasiliensis* ou gêneros da família Lauraceae; b) Submontana: de 50 até mais ou menos 400 m de altitude; c) Montana: de 400 até mais ou menos 1000 m de altitude – *Araucaria angustifolia* associada com *Ocotea porosa* formavam agrupamentos bem característicos e d) Alto Montana: situada a mais de 1000 m de altitude – *Araucaria*

*angustifolia* associada com *Podocarpus lambertii*, *Drimys brasiliensis*, *Cedrela fissilis* e gêneros da família Lauraceae e Myrtaceae.

Em altitudes abaixo de 500 m a ocorrência da Floresta Ombrófila Mista se dá apenas nas encostas de vales e canions de erosão, associados ao *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), nas linhas de escoamento de frio (HUECK, 1972).

No Paraná, as subformações mais comuns da Floresta Ombrófila Mista são Montana e Altomontana, apresentando normalmente um aspecto de uma associação pura, em função à dominância fisionômica imposta pela araucária (IBGE, 1990).

No final da década de 70, apenas 3.200 km<sup>2</sup> dos pinhais nativos havia sobrevivido, ou seja, cerca de 4,3% da área original coberta pela Floresta Ombrófila Mista no Paraná (LAVALLE, 1974). Segundo a última informação oficial, apresentada no Inventário Florestal Nacional (IBDF, 1984), a área de Floresta com Araucária no Paraná tinha sido reduzida, em 1980, para 2.700 km<sup>2</sup>. No passado, 37% das terras do Paraná eram cobertas por Florestas com Araucária, tendo hoje, conforme dados não oficiais, cerca de 1,0% (TERRA, 1999).

O trabalho de CASTELA (2001) apresenta informações detalhadas sobre a cobertura florestal do Paraná com araucária. A extensão para a Floresta com Araucária foi de 8.295,750 ha, e para o campo de 3.293,389 ha, respectivamente, 41,5% e 16,5% do total da área do Estado (19.972.926 ha). Entretanto, essa quantificação vai um pouco além daquela informada por MAACK (1968), quando existiam 7.378,00 ha de Floresta com Araucária e 3.053,20 ha de campos.

A região centro sul do Estado do Paraná é a que apresenta a maior cobertura de Floresta com Araucária, onde se encontram os municípios de Bituruna, General Carneiro, Coronel Domingos Soares, Porto Vitória, União da Vitória, Cruz Machado, Inácio Martins, parte de Pinhão, Guarapuava e Turvo, estes últimos acompanhando a Serra da Esperança (CASTELA, 2001).

Outra região com uma cobertura florestal bem significativa é a que acompanha a Escarpa Devoniana no primeiro planalto, sendo que neste predominam as formações em estágio inicial. Esta região apresenta as maiores diferenças em termos de tipologia



florestal, provavelmente em função dos diferentes usos antrópicos passados e atuais (CASTELA, 2001).

Além disso, a região da Floresta com Araucária (CASTELA, 2001), é bem delimitada por um clima temperado, onde as geadas provavelmente exercem um papel fundamental e seletivo na ocorrência de determinadas espécies, influenciando também na sua fisiologia como, por exemplo, na queda das folhas.

A *Araucaria angustifolia*, de acordo com KLEIN (1960), é a árvore mais alta da Floresta Ombrófila Mista, cujas copas umbeliformes, verde-escuras, formam uma cobertura arbórea muito característica, distinguindo-se facilmente à distância. Ela pode atingir alturas entre 30 a 35 m e diâmetros de 80 a 120 cm nos exemplares adultos e velhos. O dossel formado é muito uniforme e se encontra alguns metros acima dos estratos inferiores, compostos por agrupamentos de árvores, arvoretas e arbustos, que variam em abundância e porte, de acordo com o local e o estágio de desenvolvimento em que se encontram.

O interior da Floresta Ombrófila Mista é formado por um estrato bastante homogêneo com a presença constante de *Araucaria* e *Podocarpus*. No entanto, em sua área de distribuição, essas duas espécies têm comportamento típico. A *Araucaria angustifolia* é a espécie das encostas secas e dos planaltos, apesar de estender-se também por solos de vales com lençol freático pouco profundo, onde, entretanto, é menos comum do que *Podocarpus lambertii*, espécie dos vales em solos úmidos (HUECK, 1972).

Além de *Araucaria angustifolia* e de *Podocarpus lambertii*, outras espécies arbóreas ocorrem constantemente na associação. Estas espécies, segundo LONGHI (1997), provêm das florestas de altitude, que crescem, de preferência, nas encostas orientais, ricas em chuvas, destacando-se *Ocotea porosa*, *Cedrela fissilis*, *Ilex paraguariensis*, *Balfourodendron riedelianum*, *Cabralea canjerana*, *Holocalyx balansae* e outras tais como *Podocarpus sellowii*, *Ocotea pretiosa*, *Ocotea puberula*, *Ocotea catarinensis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Vernonia discolor*.

A *Araucaria angustifolia* é dióica, ou seja, possui flores masculinas e femininas em árvores diferentes. Pode ser utilizada para vários fins, desde a resina, que

destilada fornece alcatrão, diversos óleos, terebintina e breu até pasta de celulose. As sementes servem de alimento tanto para o homem como para os animais e a madeira reúne uma variedade de aplicações (CASTELA, 2001).

Dentre as atividades de maior relevância que contribuíram para a redução da área de Floresta Ombrófila Mista, tem-se a intensa exploração de madeira de *Araucaria angustifolia*, associada ao desmatamento para a expansão da agricultura.

## 2.2 BIOMASSA

Para ODUM (1986) biomassa é o peso de matéria seca por unidade de área, diferindo do conceito de produtividade que, segundo WHITTAKER (1975) é uma taxa, ou seja, biomassa por unidade de tempo ou o peso de matéria seca existente num dado momento da vida do povoamento ou da floresta (FRANCO, 1996).

Conforme BROWN (1997) biomassa é a quantidade total de matéria seca viva acima do solo expressa em toneladas por unidade de área. Porém, de acordo com SALOMÃO, NEPSTAD e VIEIRA (1998) o termo biomassa refere-se à massa vegetal total viva de um ecossistema, ou parte dele, num dado tempo. Biomassa florestal é a quantidade constituída por organismos presentes no ecossistema florestal em termos de massa (ALEMDAG<sup>3</sup>, citado por WENDLING, 1998) ou a quantidade expressa em massa, do material vegetal disponível na floresta (MARTINELLI et al., 1994).

O termo biomassa representa a matéria orgânica armazenada em um determinado ecossistema, pois especifica o valor numérico dos componentes presentes, além de ser fundamental nos estudos de ciclagem de nutrientes (GOLLEY et al., 1978), conversão de energia (GOLLEY, MCGINNIS; CLEMENTS, 1971), absorção e armazenamento de energia solar (ANDRAE; KRAPFENBAUER, 1983). Possibilita tirar conclusões para uma exploração racional dos ecossistemas (CAMPOS, 1991).

Alguns autores usam o termo fitomassa e, segundo BRIGADÃO (1992) esse termo é usado para medir o material seco da planta, o qual juntamente com a zoomassa

---

<sup>3</sup> ALEMDAG, I.S. Manual of data collection and processing for the development of forest biomass relationships. Canada: Minister of Supply and Services Canada, 1980. 38p

corresponde ao termo biomassa. Nesta definição não é feita menção sobre a unidade de medida do material vegetal seco. O termo fitomassa corresponde à medida em termos de massa, sendo obtida em plantas individuais, sejam florestais ou não.

Geralmente os componentes da biomassa estimados são: biomassa viva horizontal acima do solo (BVHAS), composta de árvores e arbustos; biomassa morta acima do solo (BMAS), composta pela serapilheira e troncos caídos; e biomassa abaixo do solo (BAS), composta pelas raízes. Sendo assim, a biomassa total (BT) é a soma de todos os referidos componentes (MARTINELLI et al., 1994).

Para SALOMÃO, NEPSTAD e VIEIRA (1998) biomassa morta é aquela fração da biomassa total constituída pela vegetação em decomposição: serapilheira e as árvores mortas caídas e/ou em pé. A biomassa total é o somatório dos diversos componentes da biomassa viva, tanto acima do solo quanto subterrânea, como da biomassa morta.

A biomassa viva horizontal acima do solo, em geral, é onde se concentra a maior parte da biomassa, sendo o componente estimado com maior frequência. A estimativa da biomassa abaixo do solo não é um componente analisado com muita frequência em função da dificuldade de metodologia, ao fato de que este tipo de levantamento é bastante laborioso e, na maioria das vezes, requer grandes investimentos financeiros.

A fitomassa viva é constituída, principalmente, de água, cuja quantidade de armazenamento depende do componente arbóreo, da espécie, das condições edafoclimáticas e da estação do ano. Quando um determinado tecido vivo é seco e perde água, a matéria seca que constitui a biomassa é formada por compostos, principalmente de carboidratos, como celulose e lignina, e quantidades menores de proteína (GOLLEY et al., 1978) e por esqueletos de carbono e o restante por nutrientes (LARCHER, 2000).

A biomassa pode ser expressa por massa verde ou massa seca. A massa verde refere-se ao material fresco amostrado, contendo uma variável proporção de água. A massa seca refere-se à massa de uma árvore, de um arbusto ou seus componentes, sendo obtido após a secagem do material em estufa. A massa seca é a expressão

preferida da massa em trabalhos com ciclagem de nutrientes, em função da garantia da consistência dos resultados e da sua relação direta com o potencial de energia (CAMPOS; VALENTE, 1993).

Expressar a biomassa em matéria seca, segundo PARDÉ (1980) é devido principalmente às vantagens de sua aplicação em determinados mercados madeireiros, à necessidade de explicar a produtividade biológica dos ecossistemas e à facilidade para comparações, cálculos e impostos, em conclusões energéticas e químicas.

A determinação da biomassa em um ecossistema específico é um antecedente fundamental no planejamento da produção e na aplicação de tratamentos silviculturais corretos para otimizar a produção florestal. A quantificação da biomassa fornece informações sobre magnitude, qualidade e distribuição dos produtos da floresta que não se encontram nos tradicionais mapas dos ecossistemas. Seu conhecimento também é importante do ponto de vista ecológico, porque permite estabelecer a produção real de um sítio florestal (CALDENTEY, 1995), além de permitir conhecer o crescimento, a produtividade e o ciclo dos nutrientes nos ecossistemas florestais tanto naturais como implantados (LUY, GOYA; FRANGI, 1997).

Conforme HASE, FOELSTER e LINDHEIM (1985) a determinação da biomassa é de suma importância para o estudo dos aspectos funcionais da floresta, da produtividade primária, do ciclo dos nutrientes e do fluxo de energia, sendo também importante para o planejamento da interferência humana na floresta.

O conhecimento ou a estimativa da biomassa de uma floresta durante a sua vida só é possível por meio de um monitoramento contínuo da queda de folhas, galhos, assim como do crescimento de novos ramos e folhas (FRANCO, 1996).

Durante a fase inicial do desenvolvimento de uma floresta, uma grande parte de carboidratos é canalizada para a produção de biomassa da copa. Posteriormente, quando as copas começam a competir entre si, a produção relativa de tronco aumenta e a de folhas e ramos diminui, gradativamente (LARCHER, 2000).

A distribuição de carboidratos, resultantes da fotossíntese, e o padrão de crescimento estrutural dos diferentes componentes de uma árvore podem ser distintos

em função dos fatores edafoclimáticos do sítio, onde esta se encontra estabelecida (KIMMINS, 1987; SCHUMACHER, 1996).

Diversos trabalhos mostram que o acúmulo de biomassa difere entre os ecossistemas. Essa variação pode ser função dos fatores ambientais e dos próprios fatores inerentes à planta (BARNES et al., 1998), bem como da composição florística e das condições edafoclimáticas de cada lugar (HAAG, 1985). Essas variações podem ser observadas nos trabalhos realizados por GOLLEY et al. (1978) com Floresta Tropical Úmida, em Darien, Panamá; por GREENLAND e KOWAL<sup>4</sup>, com Floresta Tropical Úmida Semi-Decídua, em Kade, Chana; por WILLIAMS LINERA<sup>5</sup>, com Floresta Tropical Úmida Sucessional (10 anos de idade), em Uxpanapa, México citados por HAAG (1985).

O acúmulo de biomassa é afetado por todos aqueles fatores que afetam a fotossíntese e a respiração (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1996). A produtividade de um ecossistema está relacionada diretamente com o consumo e com a disponibilidade de dióxido de carbono no meio, pois este é o elemento que movimenta o processo de absorção das plantas (SCHUMACHER; HOPPE, 1997), bem como com a água, a radiação solar e os nutrientes.

Além dos fatores citados, outros também afetam o acúmulo de biomassa e a produtividade, entre eles a idade do povoamento, as procedências, a nutrição, o sítio, a altitude, a umidade do solo, o espaçamento e o desbaste (SCHUMACHER, 1995; LADEIRA et al., 2001).

### 2.3 NUTRIENTES

O conhecimento sobre o teor, bem como sobre a distribuição dos nutrientes nas árvores é fundamental para estabelecer estratégias de amostragem com a finalidade de estudar a nutrição, ciclagem e exportação (CALDEIRA, 1998). Segundo

---

<sup>4</sup> GREENLAND, D.J.; KOWAL, J.M.L. Nutrient content of the moist tropical Forest of Chana. **Plant and Soil**, The Hague, v. 12, n. 2, p.154-174, 1960.

<sup>5</sup> WILLIAMS LINERA, G. Biomass and content in two sucescional stages of tropical Wet Forest in Uxpanapa, Mexico. **Biotropica**, Washington, v. 15, n. 4, p. 275-285, 1983.

KIMMINS (1987), para manter a produtividade em qualquer sítio é necessário determinar a duração do ciclo ecológico, o período necessário para que o sítio recupere as condições antes da exploração, ou uma adequada adubação. Isso só será possível através da quantificação do conteúdo de nutrientes no sítio, nas exportações através de colheita, fogo, erosão e na reposição natural, ou seja, deposições atmosféricas, mineralização e fixação biológica de nitrogênio.

A determinação do teor de nutrientes nos componentes das árvores, segundo MONTAGNINI e SANCHO (1994), juntamente com a determinação de biomassa, podem ser utilizadas como indicadores dos impactos ambientais potenciais das árvores e da colheita florestal sobre os nutrientes no sítio, permitindo, assim, segundo DRUMOND et al. (1997b), adoção de estratégias de manejo que possam levar à redução da perda de nutrientes.

Para DUVIGNEAUD (1974) a determinação do teor de nutrientes nas diversas partes do vegetal permite calcular a mineralomassa em função da fitomassa estimada e o monitoramento da decomposição da serapilheira, fornece dados essenciais sobre a liberação de nutrientes para o solo da floresta.

Os nutrientes de um ecossistema florestal, conforme BORMANN e LIKENS<sup>6</sup>, citado por POGGIANI e SCHUMACHER (2000) encontram-se distribuídos em compartimentos básicos, sendo: a) compartimento orgânico constituído pelos organismos vivos e seus restos; b) compartimento de nutrientes disponíveis na solução do solo ou adsorvidos às superfícies do complexo argila-húmus; c) compartimento de minerais primários, ou seja, nutrientes temporariamente não disponíveis e d) compartimento atmosférico formado por gases e partículas em suspensão.

Nesse contexto, os nutrientes que participam da constituição dos tecidos vegetais são agentes catalíticos em diversas reações, reguladores osmóticos, componentes de sistemas tamponizantes e controladores da permeabilidade da membrana, entre outras funções (ANDRADE, 1997).

---

<sup>6</sup> BORMANN, H.F.; LIKENS, G.E. The nutrient cycles of an ecosystem. *Scientific American*, New York, v. 233, p. 90-101, 1970.

As florestas armazenam quantidades relativamente altas de nutrientes. O teor total de nutrientes está relacionado com a quantidade e com a composição florestal, que por sua vez é influenciada pela vegetação, clima, solo e o período de acumulação após uma perturbação da cobertura florística (PRITCHETT, 1990).

O armazenamento dos nutrientes nos componentes da biomassa acima do solo é função da distribuição da biomassa produzida e do teor de nutrientes nos diversos tecidos e órgãos da planta (VAN DEN DRIESSCHE, 1974; CALDEIRA, 1998). As variações em relação à distribuição da biomassa em função da idade das árvores e as diferenças nos teores dos nutrientes de cada componente irão refletir na variação da quantidade de nutrientes totais em cada componente da árvore (VAN DEN DRIESSCHE, 1974).

A absorção dos nutrientes pelas árvores está influenciada pelo tipo e pela idade das mesmas, assim como pelas condições edafoclimáticas do ambiente (PRITCHETT, 1990). A taxa de absorção de nutrientes nas árvores é maior na fase juvenil, a qual corresponderia, dentro do processo de sucessão, ao período de maior produtividade (KIMMINS, 1987; PRITCHETT, 1990).

Segundo GONÇALVES et al. (2000) existem quatro fatores que influenciam na quantidade de nutrientes absorvidos pelas árvores num determinado tempo e, por conseguinte, também na probabilidade de resposta à fertilização: a) necessidades totais de nutrientes; b) velocidade de crescimento; c) eficiência de uso dos nutrientes nos processos metabólicos e, d) capacidade de absorção de nutrientes nos solos.

A absorção dos nutrientes aumenta com a produtividade e com o incremento anual, pois à medida que as florestas chegam ao clímax, a taxa de absorção dos nutrientes diminuem (REMEZOV<sup>7</sup>, citado por PRITCHETT, 1990). Parece que essa diminuição pode ser função de uma redução da deposição da serapilheira (WELLS; JORGENSEN<sup>8</sup>, citado por PRITCHETT, 1990).

---

<sup>7</sup> REMEZOV, N.P. The method of studying the biological cycle of elements in Forest. *Pochvovedenie*, v. 1, p. 71-79, 1959.

<sup>8</sup> WELLS, C.G.; JORGENSEN, J.R. Nutrient cycling in loblolly pine plantations. In: BERNIER, B.; WINGET, C.H. (Ed.). *Forest Soils and Forest Land Management*, Quebec: Laval University, 1975. p. 137-158.

O comportamento diferenciado das árvores quanto à capacidade de absorver e/ou utilizar nutrientes é bastante citado na literatura (MORAIS et al., 1990). Essa capacidade seria consequência direta da evolução de genótipos em ambientes distintos, nos quais vários fatores do meio, tais como temperatura, água e disponibilidade de nutrientes, levariam à diferenciação de seu comportamento (MASON; PELHAM, 1976; BLACKMON, BAKER; COOPER, 1979). Essa diferenciação evolutiva condicionaria a adaptação de espécies a diferentes situações ambientais quando estabelecidas fora do seu habitat de origem (MORAIS et al., 1990).

As espécies arbóreas variam no que se refere à taxa de absorção e à capacidade de reciclagem de nutrientes (MONTAGNINI; SANCHO, 1993). A possibilidade de usar certas espécies para acumulação de nutrientes foi sugerida por SANCHEZ et al. (1985) que observaram que certas espécies têm a capacidade de acumular Ca e Mg, como, por exemplo, a *Gmelina arborea*.

Conforme KIMMINS (1987) o estoque de nutrientes na biomassa acima do solo aumenta das florestas boreais para as tropicais. Os diferentes teores de nutrientes observados nas espécies florestais arbóreas, podem ser atribuídos às características genéticas pertinentes a cada espécie e também às condições edáficas onde elas se encontram estabelecidas (SCHUMACHER, 1995; CALDEIRA, 1998).

De acordo com GONÇALVES et al. (2000) os teores de nutrientes são maiores nas partes metabolicamente mais ativas das plantas, como folhas, brotações e tecidos corticais (LARCHER, 2000), devido aos seus ativos envolvimento em reações enzimáticas e compostos bioquímicos de transferência de energia e transporte eletrônico. Por outro lado, os menores de teores de macro e micronutrientes são observados na madeira, bem como na casca e galhos mortos (CALDEIRA et al., 2001b, 2001c; SCHUMACHER et al., 2002b). O lenho apresenta teor relativamente baixo, variando de 0,2 a 1% da matéria seca (LARCHER, 2000). Contudo, é na madeira que se encontram a maioria dos nutrientes, simplesmente devido à sua maior biomassa (ANDRADE, 1997; PEREIRA et al., 2000).

O elevado teor de nutrientes nas folhas pode ser justificado por que ali se encontra a maioria das células vivas, associadas aos processos de transpiração e



fotossíntese (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1996), ou seja, é onde ocorre a maior atividade metabólica (TAIZ; ZEIGER, 1998). Cabe ressaltar que na fase inicial do crescimento, a maior parte dos nutrientes está contida nas folhas. À medida que a idade aumenta, ocorre uma redistribuição de nutrientes de órgãos senescentes para regiões de crescimento da árvore (HAAG, 1985) e uma maior taxa de acúmulo de nutrientes quando o povoamento está na fase final, ou seja, após o fechamento de copas (GONÇALVES et al., 2000).

As espécies vegetais pertencentes a um determinado gênero e mesmo às diferentes procedências dentro de uma mesma espécie podem apresentar variações nos teores foliares de nutrientes. Conforme WOLKWEISS (1986) estas variações estão relacionadas com a capacidade que o sistema radicial tem em absorver nutrientes e o grau de eficiência que as árvores possuem na redistribuição e metabolização dos nutrientes.

Os teores de nutrientes na biomassa dependem de vários fatores, entre eles pragas e enfermidades, idade das árvores e das folhas, posição na copa, estação do ano, qualidade do sítio, procedência, variação conforme o elemento, características nutricionais de cada espécie, disponibilidade de nutrientes no solo, componente a ser analisado (BELLOTE; SILVA, 2000).

Além dos fatores relacionados, outras possíveis fontes de variação no teor de nutrientes podem ser também o tamanho das árvores (BAGGIO, 1994), o estágio sucessional da floresta (BOEGER, 2000), bem como diferentes exposições e idades das acículas e folhas de coníferas e folhosas (EVARISTO, 1999).

Dos fatores citados com influenciam no teor de nutrientes na biomassa das árvores, dois merecem destaque: a idade do material amostrado e a espécie. De acordo com BELLOTE e SILVA (2000) a idade do material amostrado se refere à idade fisiológica das folhas, onde o teor de nutrientes nestes órgãos depende, principalmente, do estágio fisiológico e da oferta de nutrientes no solo.

A idade fisiológica das folhas afeta o teor de nutrientes em função da redistribuição de determinados nutrientes móveis para outros órgãos como folhas novas, órgãos de reserva, frutos e regiões de crescimento, antes da abscisão

(CAMPOS, 1991). Portanto, está é uma maneira pela qual a planta conserva parte dos nutrientes absorvidos (MILLER, 1984). Aproximadamente 60 a 85% da maioria dos nutrientes podem ser conservados desta maneira, com exceção do B e do Ca por serem imóveis nas plantas (MALAVOLTA, 1980).

Os teores de N, P e K são, freqüentemente, maiores nas folhas mais novas, ao contrário de elementos imóveis na planta, como Ca e Mg (BELL; WARD, 1984; EVARISTO, 1999). Para os nutrientes de maior mobilidade (N, K e P), os seus teores tendem a diminuir à medida que ocorre o envelhecimento das folhas (MAGALHÃES; BLUM, 1999). Isto foi observado tanto em coníferas como em folhosas (FIFE; NAMBIAR, 1987; EVARISTO, 1999). Porém, Ca, Fe e Mg apresentam maiores teores em folhas mais velhas, enquanto os teores de Zn, Cu e B diminuem, o que revela um ciclo bioquímico eficiente destes elementos (EVARISTO, 1999). O Cu, Zn e B são redistribuídos antes da abscisão foliar, tal como acontece com a transferência de N, P e K descrito nos ciclos de bioelementos florestais (MILLARD, 1994).

As diferenças que ocorrem no teor de nutrientes nas folhas estão relacionadas também a posição que estas ocupam na copa (BELLOTE; SILVA, 2000). Essas variações são devidas às diferenças na atividade fotossintética existente entre as folhas dos ramos da base da copa com a folha do ápice da copa (WHITE<sup>9</sup>, citado por BELLOTE; SILVA, 2000).

Com relação às espécies, as coníferas tendem a ter maior proporção de biomassa foliar do que as folhosas decíduas (VAN DEN DRIESSCHE, 1974). Portanto, a maior proporção do teor total de nutrientes na árvore é encontrado nas folhas de coníferas, em torno de 20 a 25%, quando comparado com folhosas decíduas, que fica entre 8 a 10%, ainda que o teor de nutrientes nas folhas de coníferas seja mais baixo do que nas de folhosas (RODIN; BAZILEVICH<sup>10</sup>, citado por VAN DEN DRIESSCHE, 1974).

---

<sup>9</sup> WHITE, D.P. Variation in the nitrogen, phosphorus, and potassium contents of pine needles with season, crown position, and sample treatment. **Soil Science Society America Proceedings**, Madison, v. 18, p. 326-330, 1954.

<sup>10</sup> RODIN, L.E.; BAZILEVICH, N.I. **Production and mineral cycling in terrestrial vegetation**. Edimburgh: Oliver and Boyd, 1967.

No geral, as folhosas extraem maior quantidade de elementos minerais do que as coníferas (BRAY; GORHAM, 1964). MILLER (1984) considera que diferenças nos teores de nutrientes nos componentes da biomassa, mesmo entre espécies diferentes, estão muito mais relacionados à fertilidade do solo do que a fatores genéticos.

Nas Florestas de Terra Firme de Manaus, de acordo com KLINGE<sup>11</sup>, citado por NEVES, REISSMANN e DÜNISCH (2001) mais de 80% de K, Ca e Mg e 40% de N e P, respectivamente, estão armazenados na biomassa. Conseqüentemente a remoção inadequada da biomassa, mediante a colheita florestal, pode contribuir para o aumento da demanda de nutrientes do solo como também para o declínio da fertilidade natural, fato este que poderá comprometer as atividades silviculturais (CALDEIRA, 1998; NEVES, REISSMANN; DÜNISCH, 2001).

A grande maioria dos trabalhos sobre ciclagem de nutrientes em todo mundo trata somente dos macronutrientes nos componentes da biomassa. Um dos motivos principais pelo qual não se determinam os micronutrientes é o elevado custo das amostras, tornando assim, o trabalho muito oneroso.

O primeiro trabalho no Brasil que informa a necessidade e a exportação de micronutrientes em espécies florestais foi realizado por BELLOTE et al. (1980) com *Eucalyptus grandis* de 1 a 7 anos de idade, em povoamentos estabelecidos no Horto Florestal de Mogi-Guaçu, SP. Em pinus, o primeiro trabalho realizado no Brasil, com micronutrientes na biomassa foi feito por CASTRO, POGGIANI e NICOLIELO (1980) em *Pinus oocarpa* com 8, 14 e 18 anos de idade, em Agudos, SP.

A absorção, a distribuição e o teor dos micronutrientes nas plantas variam consideravelmente com a espécie, com o elemento analisado e sua concentração na solução do solo e época do ano (KOEHLER, 1989; EVARISTO, 1999), e também com o teor de clorofila total, idade das folhas ou acículas e exposição (EVARISTO, 1999). Uma vez absorvidos pelas plantas, os micronutrientes movem-se livremente no xilema, porém a redistribuição para outros tecidos via floema depende da mobilidade específica de cada elemento (KOEHLER, 1989). As evidências parecem sugerir que o estado nutricional da árvore em relação aos micronutrientes tem grande influência na

sua redistribuição (HILL e LAMBERT<sup>12</sup>, citado por KOEHLER, 1989; EVARISTO, 1999).

Para se obter estimativas seguras sobre o teor de nutrientes na biomassa, segundo BAGGIO (1994), existem vários fatores que dependem, em grande parte, da amostragem efetuada para as determinações de laboratório. Existe uma variação significativa do teor de nutrientes nos componentes da biomassa que em geral possuem a seguinte ordem: folhas > frutos e cascas > galhos > madeira (KOEHLER, 1989; BAGGIO, 1994; CALDEIRA et al., 2000a; 2000b). No entanto, quando se trata de micronutrientes essa ordem pode ser modificada (CALDEIRA et al., 2001a; CALDEIRA, RONDON NETO; SCHUMACHER, 2002a; 2002b).

### 2.3.1 Índice de Eficiência de Nutrientes (IEN)

De acordo com HANSEN e BAKER (1979) a eficiência de utilização de nutrientes em uma determinada espécie vegetal pode ser definida como a quantidade de matéria seca em kg produzida por kg de nutriente utilizado. Através deste parâmetro pode-se analisar o quanto de matéria seca em uma determinada espécie vegetal foi produzido por kg de nutriente (PEREIRA et al., 1984).

A quantidade de matéria seca em kg de uma determinada espécie produzida por kg de nutriente utilizado pode ter outras denominações tais como eficiência nutricional (GONÇALVES et al., 1992) e índice de eficiência de utilização de nutrientes (DRUMOND; POGGIANI, 1993; LIMA, 1993; DRUMOND et al., 1997a).

A seleção de material genético que melhor se adapte à condição de baixa fertilidade do solo tem sido uma preocupação constante, sendo desejável espécies, com maior capacidade de absorver e utilizar os nutrientes (MORAIS et al., 1990). A avaliação da eficiência de utilização de nutrientes por parte da diferentes espécies florestais, procedências e/ou clones é um parâmetro para auxiliar o silvicultor no

---

<sup>11</sup> KLINGE, H. Bilanzierung von hauptnährstoffen im ökosystem tropischer regenwald (Manaus) vorläufige daten. **Biogeographica**, The Hague, v. 7, p. 59-77, 1975.

<sup>12</sup> HILL, J.; LAMBERT, M.J. Physiology and management of micronutrients in Forest trees in Australia. In: AUSTRALIAN FOREST NUTRITION WORKSHOP ON PRODUCTIVITY IN PERPETUITY, 1981, Canberra. **Proceedings...** Canberra: CSIRO, 1981. p. 93-103.

momento de optar pelo material a ser utilizado nos reflorestamentos (CALDEIRA, RONDON NETO; SCHUMACHER 2002a; 2002b).

Do ponto de vista nutricional, uma espécie/genótipo superior é aquela capaz de desenvolver e ter uma boa produção em condições desfavoráveis de fertilidade do solo, tendo habilidade de absorver os nutrientes necessários, em menor quantidade, e/ou, distribuí-los de uma maneira mais eficiente nos diversos componentes da planta, sem comprometer a produtividade (FURLANI et al., 1984).

Levando em consideração este aspecto, espécies/genótipos eficientes em utilizar nutrientes, isto é, capazes de sintetizar o máximo de biomassa por unidade de nutriente absorvido, são fundamentais no que se refere à economia da nutrição, levando à redução de custos da fertilização, pela otimização do uso de elementos nutricionais na produção de matéria seca (CLARKSON; HANSON, 1980).

A maior ou menor eficiência de uso de nutrientes (SCHUMACHER, 1995) das diferentes espécies arbóreas pode ser o reflexo de uma adaptação às perdas anuais e ao aumento da reutilização dos mesmos. No entanto, uma menor devolução de serapilheira, principalmente de folhas, e o alto índice de redistribuição de alguns nutrientes antes da queda das folhas são estratégias que as espécies podem utilizar para aumentar a conservação de nutrientes nos componentes das árvores.

Segundo COLE e RAPP (1981) a circulação de nutrientes em florestas de coníferas plantadas em regiões temperadas é menor do que em povoamentos com árvores decíduas. Isso porque em florestas de coníferas ocorre uma menor devolução de nutrientes através da serapilheira depositada. Esse é um dos fatores porque ocorre a alta eficiência de uso de nutrientes em coníferas, mesmo crescendo sobre sítios com fertilidade baixa e com baixa devolução de nutrientes para o solo.

Na maioria das vezes, nas florestas tropicais, a eficiência de utilização de determinados nutrientes é considerada baixa. Nestas florestas as condições climáticas propiciam uma alta produção de biomassa e uma grande circulação de nutrientes através da lixiviação e da serapilheira depositada (SCHUMACHER, 1995).

A razão entre a biomassa foliar recém depositada sobre solo de uma determinada floresta e o seu conteúdo de nutrientes pode-se constituir num parâmetro

conveniente e servir como indicador da eficiência do uso de nutrientes. Geralmente, as pioneiras que se desenvolvem em solos de baixa fertilidade possuem uma elevada eficiência no uso de nutrientes (VITOUSEK, 1984). Segundo VITOUSEK (1984) o mesmo autor, baseando-se no teor de nutrientes do folheto recém caído de diferentes florestas do mundo, observou que o N é utilizado caracteristicamente com uma baixa eficiência nas florestas tropicais, sendo o elemento mais eficiente à utilização nas florestas temperadas e nas tropicais de montanhas altas. As florestas tropicais temperadas demonstram uma grande variação na eficiência de utilização do Ca, porém o P é utilizado com alta eficiência nas florestas tropicais.

A eficiência de uso de nutrientes pela planta é o inverso do teor de nutrientes nos componentes das espécies. Espécies adaptadas em sítios com baixa fertilidade possuem crescimento lento e produzem mais matéria orgânica por unidade de nutriente absorvido do que aquelas estabelecidas em sítios com boa fertilidade (VITOUSEK, 1984; MEDINA; CUEVAS, 1989).

A eficiência de utilização de nutrientes varia em função da idade das espécies (PEREIRA et al., 1984; SCHUMACHER, 1995). Segundo NEGI e SHARMA (1984) árvores de *Eucalyptus globulus* com 5 anos de idade possuem uma tendência de apresentar uma menor eficiência do que árvores com 9 anos de idade. Varia também em função da espécie, sítio, procedências, estágios sucessionais e em plantações puras e consorciadas (GONÇALVES et al., 1992; DRUMOND; POGGIANI, 1993; CALDEIRA, RONDON NETO; SCHUMACHER, 2002a, 2002b).

Além dos fatores evidenciados, a eficiência de utilização de nutrientes também pode ser afetada pelo déficit hídrico. Sob condições de melhor suprimento hídrico, a rápida taxa de crescimento das árvores proporciona uma forte demanda por nutrientes, e os processos de transporte no solo, muitas vezes, não são suficientemente rápidos para satisfazer essa demanda (BARROS; NOVAIS, 1996). Entretanto, por consequência, conforme BARROS e NOVAIS (1996) há uma tendência de diluição dos nutrientes nas plantas, e o processo de redistribuição interna dos nutrientes móveis, como N, P e K, em especial, é intensificado, ocorrendo uma maior eficiência de utilização do que em florestas ou povoamentos estabelecidos em regiões com déficit

hídrico. As florestas estabelecidas em regiões com déficit hídrico, em geral, esgotam com mais rapidez os nutrientes do solo do que as da região costeira.

Espécies eficientes no uso de nutrientes são aquelas que apresentam capacidade em absorvê-los da rizosfera, incorporá-los e utilizá-los para a produção de biomassa acima e/ou baixo do solo. Determinada espécie pode ser eficiente dentro de três critérios: a) eficientes na absorção de nutrientes – baseado na capacidade da raiz em retirar os nutrientes do solo; b) eficiente na translocação de nutrientes – baseado na capacidade de produzir biomassa acima do solo e c) eficiente na utilização de nutrientes – baseado na capacidade de produzir biomassa acima do solo e abaixo do solo (BLAIR, 1993).

Neste estudo, deu-se ênfase somente aos aspectos relacionados com a eficiente na translocação de nutrientes. Entretanto, face à relevância do assunto para as espécies florestais, o mesmo precisa ser aprimorado, visando dominar e aprimora, o conhecimento das estratégias de estabelecimento usado pelas espécies arbóreas no que diz respeito à eficiência de absorção, translocação e utilização de nutrientes.

## 2.4 SERAPILHEIRA

Os ecossistemas florestais desenvolvem um horizonte orgânico sobre o solo, que, segundo KOEHLER (1989) é o resultado da queda periódica de folha, galhos, frutos e às vezes árvores inteiras. Para VIBRANS e SEVEGNANI (2000) serapilheira é todo material vegetal depositado no chão da floresta, bem como restos de animais e material fecal, excluindo troncos e ramos acima de 10 cm de diâmetro.

O material caído no solo florestal tem recebido várias denominações entre elas serapilheira, serrapilheira, sarrapilheira, sarapieira, manta florestal, folhedo, folhada, liteira e folhiço (KOEHLER, 1989; FERNANDES, LUFT e GUIMARÃES, 1993; FERREIRA, 1999), termos esses que equivalem ao inglês “litter”, ao alemão “streu” (MELLO, 1995) e ao francês “litière” (MELLO, 1995). Serapilheira, em latim, significa *sirculaiu* < *scirpiculu* ou *sirpiculu*, referente ao junco (FERREIRA, 1999).

O termo liteira é um neologismo do inglês “litter” que é camada de folhas mortas e outros materiais de origem orgânica que se situa na superfície do solo (PIRES O'BRIEN; O'BRIEN, 1995).

Todas as denominações citadas se referem à camada superior de detritos orgânicos sobre o solo da floresta, composta de material vegetal recém-caído, não decomposto ou em início de decomposição, sendo formado principalmente por folhas, fragmentos de casca, galhos, flores, frutos e outras partes (KOEHLER, 1989).

Para MASON (1980) o material vegetal que forma a serapilheira de um solo sob floresta é uma mistura de vários componentes da estrutura da planta. Entretanto, para FERREIRA (1999) serapilheira é a camada de folhas, galhos, etc. misturada com a terra, que cobre o solo da mata ou é a matéria orgânica em decomposição encontrada no piso da floresta (ART, 2001).

Serapilheira ou detrito orgânico pode ser definido como todos os tipos de material biogênico em vários estágios de decomposição (DARNELL<sup>13</sup>, citado por MASON, 1980). O termo detrito é geralmente empregado em estudos de ecossistemas aquáticos e o termo serapilheira é normalmente usado em sistemas terrestres, especialmente para matérias derivados de plantas superiores (MASON, 1980). Grande parte da serapilheira, de acordo com o mesmo autor, é derivada de fontes vegetais, embora aquelas de origem animal algumas vezes são consideradas, como exemplo, o excremento produzido por populações de grandes herbívoros.

Para FERNANDES, LUFY e GUIMARÃES (1993) serapilheira significa vegetação rala e rasteira da mata virgem, bem como raízes das árvores, que surgem à flor da terra. Porém, LONDSDALE (1988) considera que a definição de serapilheira não está bem formulada, podendo incluir desde folhas até grandes pedaços de tronco.

Ao invés de utilizar o termo serapilheira alguns autores como ZANCHETA e TIMONI (1993); GAMA-RODRIGUES e BARROS (1996); CARPANEZZI (1997) e PAGANO e DURIGAN (2000) usam o termo folhede. Folhede é o conjunto de folhas desprendidas da árvore (FERREIRA, 1975). Entretanto, para LONDSDALE (1988) folhede restringe-se apenas às folhas caducas e CARPANEZZI (1997) definiu como

---

<sup>13</sup> DARNELL, R.M. In *estuaries*. A.A.A.S. Publ., v. 83, p. 376-382, 1967.



folheda o conjunto de todos os materiais de um maciço arbóreo, exceto partes lenhosas grossas, que caem ao solo.

O termo inglês "litterfall" significa, em português, produção de serapilheira, que representa o processo de transferência ou queda do material de origem biótica o qual irá formar a camada de serapilheira no piso florestal (MELLO, 1995). É importante distinguir alguns termos relacionados à serapilheira, principalmente termos em inglês como, por exemplo, "small litterfall" ou "fine litterfall" sendo constituídos de folhas, gravetos, flores, frutos e vários fragmentos de tamanho pequeno. O termo "coarse litterfall" é formado por galhos grandes, geralmente com diâmetro maior que 2,0 cm, e troncos de árvores (PROCTOR, 1983; VITOUSEK, 1984).

O horizonte orgânico também pode ser formado por galhos grossos e troncos e pela morte de raízes, principalmente as finas (CUNHA, 1997), flores, cascas, gravetos (MELLO, 1995), sementes e ramos (FERRI, 1974).

Nas florestas tropicais e subtropicais, os horizontes orgânicos são normalmente de pequena espessura por ser a decomposição nessas condições climáticas, muito rápida que em regiões de clima temperado (TREVISAN, 1992).

Conforme TREVISAN (1992) os horizontes orgânicos desempenham importante papel ecológico na floresta. O material vegetal acumulado sobre o solo mineral garante às plantas um estoque seguro de nutrientes, os quais vão sendo liberados à medida que ocorre o processo de decomposição dos resíduos (REISSMANN, 1983; TREVISAN; 1992; BRITZ, 1994).

#### 2.4.1 Serapilheira Acumulada

A serapilheira acumulada desempenha um papel essencial, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo (GARAY, ANDRADE; KINDEL, 2001). Além disso, o material acumulado permite a existência de uma grande variedade de nichos para a mesofauna, microflora e microrganismo para o solo, sendo ainda fonte de colóides para o solo (SANTOS, 1989; PRITCHETT, 1990).

A serapilheira exerce, também, funções de isolante térmico (melhora as condições térmicas dos horizontes mais profundos) e retenção de água

(MOLCHANOV, 1963; SANTOS, 1989); atua como atenuador de efeitos erosivos (SANTOS, 1989), bem como tem grande efeito hidrológico, funcionando principalmente como filtro e esponja da água proveniente da atmosfera que penetra no solo (MOLCHANOV, 1963).

Nos solos de ecossistema semi-árido, onde predomina a caatinga hiperxerófila, a serapilheira desempenha um papel importante nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, apesar dessa vegetação fornecer pouco material, a ser transformado em húmus, onde o clima quente acelera bastante a mineralização desta matéria orgânica (SOUTO et al., 1999).

O acúmulo de serapilheira varia em função da procedência (MELO, MOURA; RESCK, 1993); da espécie (GARAY, ANDRADE; KINDEL, 2001); da cobertura florestal (GAMA-RODRIGUES, COSTA; ZAIA, 2000); do estágio sucessional (OLSON, 1963; BARICHELLO et al., 2000); da idade (BALBINOT et al., 2000) e da época da coleta (FLOSS, CALDATO; BOHNER, 1999; ANDRADE, COSTA; FARIA, 2000).

Além dos fatores citados outros como tipo de floresta e local (FLOSS, CALDATO; BOHNER, 1999), condições edafoclimáticas e regime hídrico (GAMA-RODRIGUES, COSTA; ZAIA, 2000); condições climáticas (BRAY; GOHRAM, 1964); sítio, sub-bosque e manejo silvicultural (KRAPPENBAUER<sup>14</sup>, citado por SCHUMACHER, 1995); proporção de copa (SCHUMACHER, 1995), bem como taxa de decomposição e distúrbios naturais como fogo e ataque de insetos ou artificiais como remoção da serapilheira e cultivos, ocorridos na floresta ou no povoamento (REIS; BARROS, 1990), também afetam o acúmulo de serapilheira. A taxa de decomposição é determinada pela natureza física e química do tecido vegetal, das condições de aeração temperatura e umidade do solo, bem como pela microflora e fauna presente (PRITCHETT, 1990).

Além desses fatores existem, outros como teor de nutrientes nos componentes da serapilheira, que por sua vez estão relacionados às espécies e suas características nutricionais; fenologia das espécies; intensidade do processo de lixiviação das copas

---

<sup>14</sup> KRAPPENBAUER, A. Skriptum forstliche standortslehre II. 1988.

pela água da chuva; nutriente considerado; quantidade de serapilheira produzida; características nutricionais do ambiente e estratégias de conservação (WISNIEWSKI et al., 1997).

Nas florestas estabelecidas em ambientes poucos sazonais, os fatores ambientais devem ter menor influência sobre a queda das folhas do que em ambientes notadamente sazonais (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1990). Conforme TALORA e MORELLATO (2000) além dos fatores climáticos, processos endógenos da planta e pressões seletivas bióticas devem influenciar a periodicidade das fenofases das espécies da Mata Atlântica (Floresta Úmida de Planície Litorânea ou Floresta de Restinga), pois o clima pouco sazonal de uma determinada região muitas vezes pode favorecer a estratégia de perda e reposição de poucas folhas durante o ano.

#### 2.4.2 Nutrientes na serapilheira Acumulada

O retorno de nutrientes através da deposição do material orgânico, segundo KOEHLER (1989) constitui uma das vias mais importante do ciclo biogeoquímico, além de ser a principal via de transferência de nutrientes da vegetação para o solo (VITOUSEK; SANFORD, 1986). Este ciclo, juntamente com o bioquímico (circulação de nutrientes no interior da planta), permite que as árvores das florestas possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese, reciclando desta maneira os nutrientes especialmente em solos altamente intemperizados onde a biomassa vegetal é o principal reservatório de nutrientes.

A serapilheira contém uma grande parte dos nutrientes extraídos do solo, que são liberados à medida que ocorre a decomposição, podendo ser reaproveitados pelas plantas num ciclo biológico fechado solo-planta-solo. Este ciclo inclui também transferências de elementos via lixiviação das copas, mas a queda da serapilheira é o mais significativo (KOEHLER, SOARES; REISSMANN, 1990), sendo responsável pela entrada de nutrientes no sistema e desempenha papel fundamental no ciclo biológico (POGGIANI, 1992).

Dados existentes na literatura têm mostrado que os teores dos nutrientes minerais contidos na serapilheira são variáveis entres diferentes tipos de florestas,

indicando assim que elas apresentam características distintas e que fatores abióticos influenciam os processos que controlam a disponibilidade de nutrientes (PAGANO; DURIGAN, 2000).

A quantidade de nutrientes presente na serapilheira depende da espécie, da capacidade de redistribuição de nutrientes antes da senescência, do solo e da proporção de folhas em relação aos demais componentes (SCHUMACHER, 1992) e também do aumento da idade do povoamento (PRITCHETT, 1990; BALBINOT et al., 2000).

Vários trabalhos corroboram que o aporte de serapilheira é considerado o meio mais importante de transferência de nutrientes essenciais da vegetação para o solo (PAGANO; DURIGAN, 2000). Neste sentido, a serapilheira é a principal via de transferência de C, N, P e Ca para o solo (COLE; RAPP, 1980; FREITAS, 2000; SCHUMACHER et al., 2002a; 2002b). Além desses nutrientes, segundo PRITCHETT (1990), a serapilheira é a principal fonte de enxofre para as plantas superiores.

DELITTI (1984) observou que ocorre uma variação nos teores de macro e micronutrientes na serapilheira acumulada da mata ciliar e do campo cerrado, na região de Mogi-Guaçu, SP. Essa variação também ocorre em função da época de coleta da serapilheira acumulada nestes ecossistemas. A serapilheira acumulada foi a principal via de transferência de  $N > Ca > Mg > S$  para o solo, independente da época de coleta na mata ciliar e do cerrado.

BRUN, SCHUMACHER e VACCARO (1999) observaram em 3 fases sucessionais, em uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, que o retorno de nutrientes através da serapilheira possui maior razão de proporcionalidade com a quantidade de serapilheira devolvida do que com os teores dos nutrientes na mesma.

Os teores dos macronutrientes da serapilheira acumulada também apresentam valores diferentes no que se refere ao estágio sucessional da floresta. O aumento, tanto em espessura da serapilheira acumulada quanto no incremento dos teores de macronutrientes, segundo BOEGER (2000), é expressivo entre o estágio inicial e intermediário da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, em Paranaguá, PR. O incremento dos macronutrientes do estágio intermediário para o avançado não é tão

marcante, sendo que a espessura da serapilheira acumulada praticamente é a mesma. Porém, o incremento do estágio inicial para o intermediário é decorrência da produção de serapilheira anual, que difere substancialmente entre os dois estádios.

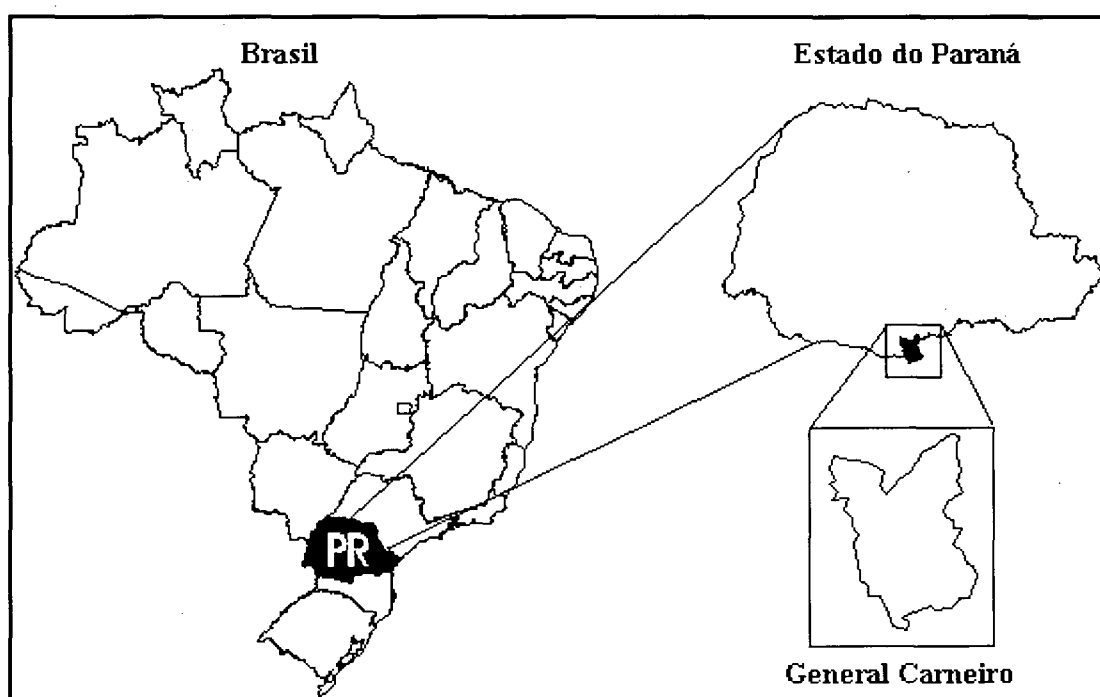
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

##### 3.1.1 Localização

O presente estudo foi realizado em uma propriedade das Industrias Pedro N. Pizzatto, localizada no município de General Carneiro, Paraná, que fica no extremo sul do estado, fazendo divisa com o Estado de Santa Catarina (Figura 2). O acesso ao município pode ser realizado pela BR-153 e PR-170, respectivamente. General Carneiro está localizado na interseção das coordenadas geográficas 26° 43' 00" latitude S e 51° 24' 35" longitude W de Greenwich, com altitude aproximada de 1000 m s.n.m. (PARANÁ, 1987). A área da fazenda onde foi desenvolvido o trabalho é de aproximadamente de 4.570 ha.

FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE GENERAL CARNEIRO



### 3.1.2 Clima

Pela classificação de Köeppen, o clima da região é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), ou seja, temperado com verões frescos e invernos com ocorrência de geadas severas, sem estação seca. A média das temperaturas do mês mais quente é inferior a 22°C e a do mês mais frio é superior a -18°C (PARANÁ, 1987; IAPAR, 1994). Para CAMARGO (1988) o clima da região pode ser considerado como Temperado Semi-Úmido de Altitude.

Através da Tabela 1 pode-se analisar as variáveis climáticas da região de General Carneiro:

TABELA 1 – VARIÁVEIS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DE GENERAL CARNEIRO

Variáveis climáticas	Valor
Precipitação média anual (mm)	1600 - 1700
Precipitação dos meses de primavera e verão (mm)	500
Precipitação dos meses de outono (mm)	400 - 450
Precipitação dos meses de inverno (mm)	400
Temperatura média anual (°C)	15 - 18
Média anual das mínimas (°C)	12 - 13
Média anual das máximas (°C)	23 - 24
Umidade relativa média anual (%)	75 - 80
Horas de frio abaixo de 7°C entre maio e agosto	363 - 460
Número de dias com geadas por ano	10 - 25

Fonte: PARANÁ (1998); IAPAR (1994).

### 3.1.3 Geologia

Conforme PARANÁ (1998) a área de estudo está inserida no Grupo São Bento, Formação Serra Geral, Sequência Ácida, compreendendo o terceiro planalto. Na Era Mesozóica, período Jurássico e Cretáceo, toda a parte oeste do Estado do Paraná foi recoberta por derrames vulcânicos de lavas negras, denominadas basaltos.

O conjunto de litologias que constitui a Formação Serra Geral é representado por espessos e extensos derrames de lavas, isto é, por diques e soleiras, com pequenos eventuais corpos de rochas sedimentares associados (KAUL, 1990). Essa formação geológica, de acordo com HERRMANN e ROSA (1990) é constituída por uma

seqüência espessa de rochas vulcânicas predominantemente básicas, mas que contém, também, termos ácidos, mais abundantes na porção superior dos derrames.

A seqüência ácida, segundo KAUL (1990) corresponde a áreas de relevo menos dissecado e menos arrasado, compreende derrames de dacitos pórfiros, dacitos felsíticos, riolitos felsíticos, riodacitos felsíticos, basaltos pórfiros e fenobasaltos vítreos. Essa seqüência é, essencialmente, produto de contaminação do magma básico, gerado no manto superior, com rochas siálicas da crosta inferior.

### 3.1.4 Relevo e Solos

Em relação ao relevo General Carneiro apresenta 20% de topografia plana, 65% de topografia ondulada e 15% de topografia montanhosa. Nesta região, pelo sistema de classificação de solos da EMBRAPA (1999) os tipos de solos predominantes são os Neossolos Litólicos, Cambissolos (BOLETIM DE PESQUISA, 1984) e Argissolos (PARANÁ, 1987).

Os Neossolos Litólicos são solos minerais, poucos desenvolvidos, formados a partir de diferentes materiais de origem, que se desenvolveram no Estado do Paraná principalmente de rochas eruptivas básicas e intermediárias, rochas ígneas ácidas, folhelhos, filitos e arenitos. Os Cambissolos compreendem solos minerais não hidromórficos com horizonte B câmbico e altos teores de silte (BOLETIM DE PESQUISA, 1984).

Os Argissolos são formados por solos não hidromórficos com horizonte B textural, argiloso com baixa capacidade de troca de cátions, ricos em sesquióxidos de Fe e Al e derivados de rochas do derrame do Trapp. São solos com predomínios de minerais pesados e teores relativamente elevados de Mn (BOLETIM DE PESQUISA, 1984).

Foram coletadas amostras em uma das três unidades amostrais secundárias (UASs) (1 x 1 m), ou seja, das vinte unidades, foram utilizadas catorze, para a coleta do solo na profundidade de 0-20 cm com objetivo de caracterizar algumas propriedades físicas e químicas do solo (Tabela 2). O fato de se utilizarem catorze e não vinte unidades foi devido a certas dificuldades de coleta. As amostras foram



separadas e identificadas por UAS e levadas ao Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Para a realização das análises foi utilizada a metodologia de TEDESCO et al. (1995).

TABELA 2 – ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO DAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS (UASS), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Variáveis	Unidade	UAS						
		16	66	68	91	97	98	119
Argila	% (m/V)	74,0	43,0	70,0	83,0	62,0	92,0	64,0
pH H <sub>2</sub> O	1:1	3,9	4,2	4,7	4,2	4,4	4,9	4,2
Índice SMP	-	4,2	4,4	5,0	4,3	4,5	5,2	4,5
P	mg.dcm <sup>-3</sup>	3,2	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5
K		40,0	42,0	66,0	42,0	128,0	128,0	56,0
MO <sup>(1)</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	6,3	5,4	4,8	5,0	5,0	3,3	6,1
CO <sup>(2)</sup>		30,3	44,4	29,3	18,9	15,5	14,3	20,3
Al		6,4	6,0	1,7	4,8	5,0	1,5	5,1
Ca	cmol <sub>c</sub> .dcm <sup>-3</sup>	0,6	0,3	1,3	0,6	5,0	2,9	0,6
Mg		0,3	0,1	0,6	0,4	2,3	0,9	0,3
H + Al		18,1	15,1	8,8	16,5	13,8	7,3	13,8
Saturação por Bases	%	5,0	3,0	19,0	6,0	36,0	36,0	7,0
Cu		10,8	4,1	17,5	16,1	26,1	14,8	8,9
Zn	mg.dcm <sup>-3</sup>	1,7	2,0	2,6	1,4	3,2	1,3	1,8
Fe		247,6	93,1	90,9	132,0	81,0	92,8	100,6
Mn		8,6	6,1	36,1	20,8	11,6	19,1	5,4

Variáveis	Unidade	UAS						
		120	126	136	137	139	141	147
Argila	% (m/V)	72,0	77,0	38,0	34,0	48,0	75,0	65,0
pH H <sub>2</sub> O	1:1	4,5	4,5	5,1	4,6	4,3	4,1	3,7
Índice SMP	-	4,2	5,2	5,7	5,4	4,6	4,7	4,5
P	mg.dcm <sup>-3</sup>	1,0	1,0	2,5	1,0	1,5	1,0	3,2
K		94,0	40,0	34,0	50,0	34,0	44,0	70,0
MO <sup>(1)</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	4,3	3,4	5,6	3,8	5,9	3,7	5,0
CO <sup>(2)</sup>		24,4	20,8	32,0	24,8	41,0	15,3	22,7
Al		7,6	2,5	0,2	1,9	5,9	4,8	5,1
Ca	cmol <sub>c</sub> .dcm <sup>-3</sup>	1,9	0,2	6,0	1,1	0,6	0,4	0,3
Mg		0,7	0,1	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1
H + Al		18,1	7,3	4,7	6,1	12,6	11,5	13,8
Saturação por Bases	%	14,0	5,0	59,0	20,0	7,0	5,0	4,0
Cu		12,9	24,9	2,1	14,9	6,4	12,6	14,4
Zn	mg.dcm <sup>-3</sup>	0,8	1,6	1,1	5,1	0,1	0,2	0,9
Fe		167,6	75,3	8,4	48,1	9,3	68,8	234,1
Mn		13,4	23,4	3,8	93,9	1,3	13,6	19,0

Fonte: Pesquisa de campo.

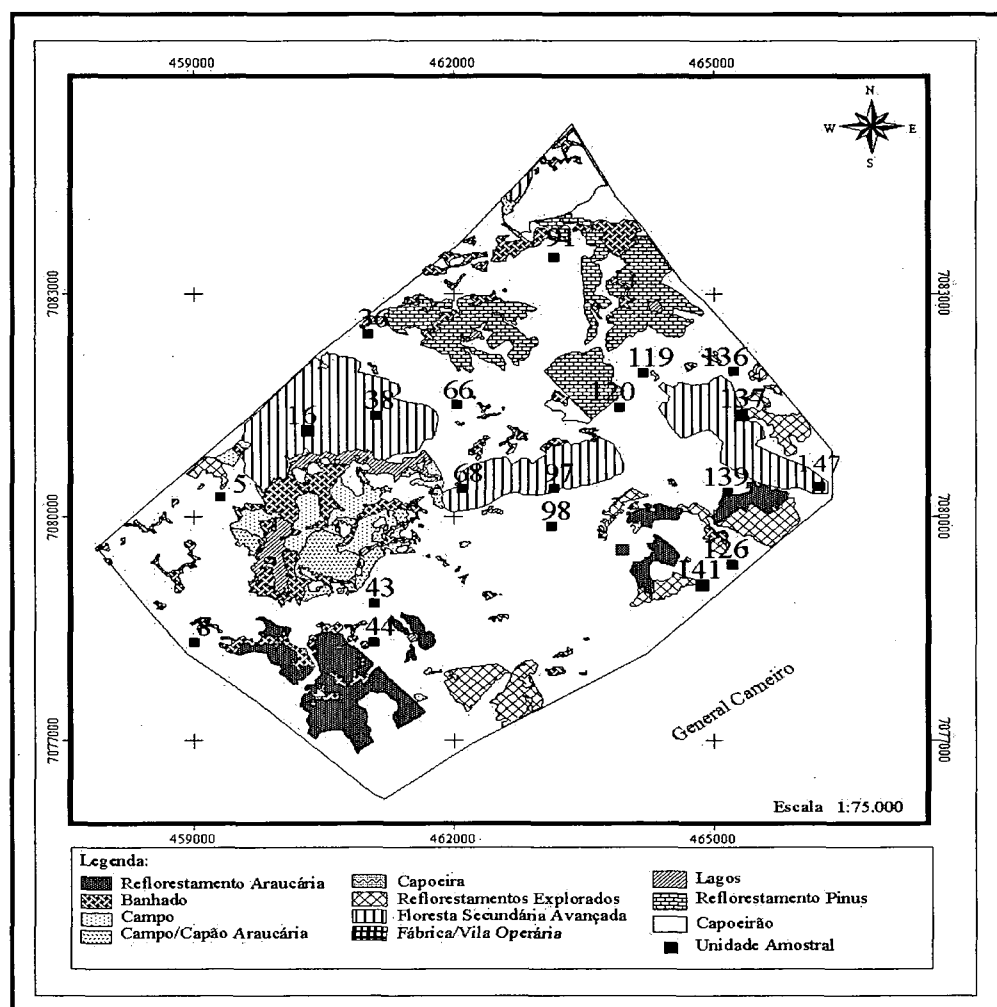
Nota: (1) Matéria orgânica; (2) Carbono orgânico.

### 3.1.5 Vegetação

Conforme a classificação do IBGE (1992), a formação florestal original da área de estudo é classificada como Floresta Ombrófila Mista Montana. Contudo, devido às diversas atividades antrópicas a vegetação se encontra em diferentes estágios sucessionais.

Na Figura 3 pode-se observar a distribuição dos tipos vegetacionais existentes na área de estudo, com as respectivas localizações das parcelas utilizadas no presente trabalho.

FIGURA 3 – INTERPRETAÇÃO VISUAL DO USO DO SOLO E LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001



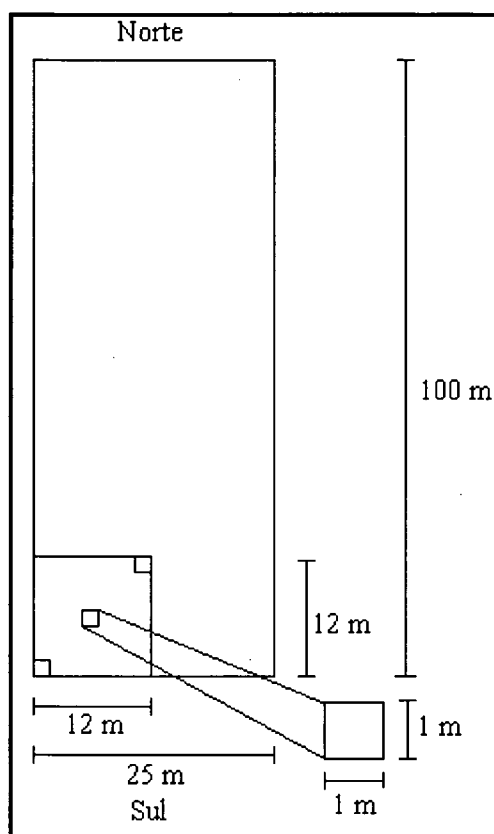
Fonte: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Laboratório de Inventário Florestal. Análise visual do uso da terra utilizando imagem do satélite de alta resolução IKONOS II.

### 3.2 INSTALAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS PARA QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA

No primeiro semestre de 2001, o Laboratório de Inventário Florestal/UFPR realizou inventário florestal, utilizando o método de amostragem de área fixa e o processo sistemático, no qual foram locadas e medidas 70 unidades amostrais (UAs) de 25 m x 100 m, numeradas de 1 a 70.

Destas 70 UAs, conforme WATZLAWICK [200-] foram sorteadas aleatoriamente 20 para a quantificação de biomassa do presente estudo. Nestas, foram locadas subunidades amostrais de 12 m x 12 m (unidade amostral primária - UAP) com orientação Norte-Sul. Dentro de cada UAP, foram locadas três subunidades amostrais transversalmente de 1 m x 1 m (unidade amostral secundária - UAS), dispostas no canto inferior, centro e canto superior (Figura 4).

FIGURA 4 – ESQUEMA DA INSTALAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS



Fonte: Pesquisa de campo.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA

A quantificação de biomassa acima do solo ( $DAP \geq 10,0$  cm), biomassa acima do solo ( $DAP < 10,0$  cm), biomassa abaixo do solo (até 0,5 m de profundidade) e da serapilheira acumulada foi baseada na metodologia proposta por WATZLAWICK [200-] durante o primeiro semestre de 2001 (janeiro a julho).

#### 3.3.1 Biomassa Acima do Solo ( $DAP \geq 10,0$ cm), Biomassa Acima do Solo ( $DAP < 10,0$ cm), Biomassa Abaixo do Solo (até 0,5 m de profundidade) e da Serapilheira Acumulada

Nas UAPs foram cortadas e medidas todas as árvores com  $DAP \geq 10,0$  cm para a determinação de biomassa acima do solo. De cada árvore foram medidas ou pesadas as seguintes variáveis: CAP (circunferência à altura do peito); altura total; altura comercial (ponto de inversão morfológica); comprimento, largura e espessura da casca; peso verde da casca, da madeira do fuste, das folhas, dos galhos e da miscelânea (musgos, líquens, lianas, bromélias, orquídeas). Durante a coleta foram quantificados também flores e frutos, mas devido ao material ser pouco, não possuindo muitas vezes amostras suficientes para as análises de macro e micronutrientes, eles foram agrupados no componente miscelânea.

Para a determinação de biomassa acima do solo ( $DAP < 10,0$  cm), foram utilizadas três UASs. Dentro dessas, as árvores foram cortadas rente à superfície do solo e pesadas como um todo. Após a retirada da biomassa, foi aberta, em cada UAS, uma trincheira com  $1 \times 1 \times 0,5$  m ( $0,5 \text{ m}^3$ ) (SCHUMACHER, 2001), a fim de determinar a biomassa radicial (até 0,5 m de profundidade). As raízes coletadas na trincheira também foram pesadas como um todo.

A coleta da serapilheira acumulada foi realizada em 18 UAPs, utilizando um gabarito de metal de  $0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$  ( $0,0625 \text{ m}^2$ ). A coleta foi realizada de forma aleatória e com oito repetições por UAP.

Os materiais coletados em cada UAP foram pesados separadamente no campo em uma balança. Depois de pesado cada componente da árvore (madeira do fuste,

casca, galhos, folhas e miscelâneas) foram retiradas amostras de aproximadamente 300 gramas. Para a amostra de madeira do fuste foram retirados dois discos de aproximadamente 5,0 cm de espessura. O primeiro a 0,5 m de altura acima do corte da árvore e o segundo a 0,5 m abaixo do ponto de inversão morfológico. Para a amostra de casca foram utilizados os mesmos discos da amostra de madeira do fuste. Em cada disco amostrado foi separada a casca. A biomassa total de casca foi estimada utilizando relações de fator de casca. Somente foram considerados como galhos, aqueles que estavam acima do ponto de inversão morfológico. Para os galhos foram retiradas amostras em todos os diâmetros e em todas as alturas de copa. No que se refere às folhas, foram retiradas amostras na parte superior, intermediária e inferior da copa.

As amostras de cada componente foram acondicionadas em sacos de papel pardo, devidamente identificados para posteriormente serem levadas ao laboratório. No laboratório, as amostras foram colocadas em estufa de circulação e renovação de ar forçada, para secagem à temperatura de 75°C por um período de 72 horas, para a determinação da massa seca.

Todos os indivíduos amostrados no estudo tiveram seu material vegetativo coletado e quando possível material reprodutivo, para serem submetidos aos processos de herborizar, conforme as recomendações do IBGE (1992). O material herborizado foi identificado no Laboratório de Inventário Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná. A correção dos nomes científicos e família foi realizada pelo professor Solon Jonas Longhi do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria.

De posse dos dados, os quais estão definidos nos trabalhos de LAMPRECHT (1964); MATTEUCCI e COLMA (1982); KENT e COKER (1992). Esses parâmetros foram estimados com ajuda do Programa FITOPAC 1 (SHEPHERD, 1994).

### 3.4 DETERMINAÇÃO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA

Das espécies amostradas que tinham mais de três exemplares, foram selecionados três (com maior, médio e menor DAP) e das que tinham menos de três,

todos foram usados para a determinação do teor de nutrientes nos componentes da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm). Para a determinação dos nutrientes na casca e na madeira do fuste foi utilizada a média de duas amostras. A determinação do teor dos nutrientes na biomassa radicial foi utilizada a média das coletas realizadas nas três UASs e para a serapilheira acumulada, a média das oitos amostras coletadas nas UAPs.

As amostras de cada componente da biomassa e da serapilheira acumulada foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa de circulação e renovação de ar a 75°C e em seguida trituradas em moinho do tipo Wiley, passadas em peneiras de malha 1,0 mm (20 mesh) e armazenadas em frascos de vidros para subsequente análise química (MIYAZAWA et al., 1999).

As análises químicas de tecido vegetal de N, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn e carbono orgânico foram determinadas por digestão úmida e o B por digestão seca. As análises de N e carbono orgânico foram feitas por titulação. O N foi determinado pelo método Kjeldahl, chamado também de digestão sulfúrica usando o destilador de nitrogênio e o carbono orgânico com adição de dicromato de potássio e ácido sulfúrico aquecido a 150°C no bico de Bunsen. Para determinação de B, as amostras foram colocadas na mufla a 600°C por 1 hora e lidas no espectrofotômetro UV-VIS. As amostras de K foram lidas no fotômetro de chama. As amostras de P e S foram lidas no espectrofotômetro UV-VIS. No espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) foram lidas as amostras de Ca, Mg Cu, Zn, Fe e Mn (TEDESCO et al., 1995; MIYAZAWA et al., 1999).

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a serapilheira acumulada nas 18 UAPs foram calculadas as seguintes estatísticas: média ( $\bar{x}$ ); variância ( $s^2$ ); desvio padrão ( $s$ ); erro padrão ( $s_x$ ); intervalo de confiança a 5% de probabilidade (IC 5%) e coeficiente de variação em percentagem (CV %). Para determinar a intensidade amostral necessária na coleta de serapilheira acumulada, visando uma estimativa da média com 10% e 20% de erro, a um nível de

95% de probabilidade, foi utilizada a fórmula, para população infinita em função da variância, seguindo os procedimentos descritos por Stein (STEEL; TORRIE, 1960):

$$n = t^2 * \frac{S^2}{E^2}$$

onde: n = numero de amostras

$t^2$  = valor tabelar de "t" a 5% de probabilidade e 17 graus de liberdade

$s^2$  = variância

$E^2$  = erro desejado (10 e 20% da média)

Com o objetivo de determinar se existe diferença na serapilheira acumulada entre as 18 UAPs, cada uma foi considerada como um tratamento em um delineamento inteiramente casualizado, com as oito amostras de cada unidade consideradas como repetição. As médias das UAPs foram comparadas pelo teste de Student Neuman Keul's - SNK a 5% de probabilidade.

Em relação aos nutrientes, foram calculados os teores médios, bem como alguns parâmetros estatísticos como: desvio padrão, coeficiente de variação e limite inferior e superior nos diversos componentes (madeira do fuste, casca, galhos, folhas e miscelânea) da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm).

Foi realizada também a classificação dos teores médios foliares dos macro e micronutrientes ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) das espécies estudadas. Essa classificação foi feita calculando-se inicialmente a média e o desvio padrão de cada um dos teores dos nutrientes, considerando todos as espécies amostradas. A seguir foram calculados os limites inferiores e superiores de cada teor dos nutrientes adicionando-se ou subtraindo-se do desvio padrão da média. Os valores encontrados para cada teor, menores que o limite inferior calculado, foram considerados teores baixos, os valores maiores que o limite superior calculado foram considerados teores altos e os demais como teores médios.

No que se refere à produção de biomassa de serapilheira acumulada e a produção de biomassa foi feita uma correlação entre essas variáveis e uma correlação entre a produção de biomassa de serapilheira acumulada e o estágio sucessional.

### 3.6 PRODUÇÃO DE BIOMASSA POR ESPÉCIE E POR UNIDADE DE ÁREA

A determinação da biomassa por espécie e por componente foi realizada através do somatório de cada espécie amostrada e a biomassa por unidade de área (ha) foi calculada a partir da biomassa média das UAPs.

### 3.7 QUANTIFICAÇÃO DOS NUTRIENTES NA BIOMASSA

A quantidade dos nutrientes em  $\text{kg.espécie}^{-1}$  nos componentes da biomassa foi calculada através da multiplicação da biomassa ( $\text{kg.espécie}^{-1}$ ) pelo teor de nutrientes determinado para cada componente (madeira do fuste, casca, galhos, folhas e miscelânea). A soma dos valores dos nutrientes para cada componente da biomassa forneceu a quantidade total ( $\text{Mg.ha}^{-1}$ ) dos mesmos.

### 3.8 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE NUTRIENTES (IEN)

Para estimar o índice de eficiência de nutrientes (IEN) para os diferentes componentes da biomassa acima do solo ( $\text{DAP} \geq 10,0 \text{ cm}$ ), foi utilizada a fórmula proposta por HANSEN e BAKER (1979), sendo:

$$IEN = \frac{BP}{NU}$$

Onde: IEN = Índice de eficiência de nutrientes

BP = kg de biomassa produzida

NU= kg de nutriente utilizado



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

A Tabela 3 mostra as espécies amostradas, bem como família, nome científico e nome vulgar. Foram encontradas trinta e nove espécies, sendo que as cinco espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) foram: *Ocotea porosa*, *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Myrsine ferruginea* e *Styrax leprosus* (Tabela 4).

TABELA 3 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Família/Nome científico	Nome vulgar
continua	
<b>Araucariaceae</b>	
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-do-Paraná
<b>Aquifoliaceae</b>	
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Caúna-miúda
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Congonha
<i>Ilex paraguariensis</i> St. – Hil.	Erva-mate
<i>Ilex theezans</i> Mart.	Caúna-graúda
<b>Asteraceae</b>	
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	Vassourão-preto
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén	Vassourão-branco
<b>Anacardiaceae</b>	
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Bugre, pau-de-bugre, bugreiro
<i>Schinus Terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira
<b>Bignoniaceae</b>	
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Caroba
<b>Cunoniaceae</b>	
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaperê
<b>Clethraceae</b>	
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Carne-de-vaca
<b>Cyatheaceae</b>	
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim

TABELA 3 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Família/Nome científico	conclusão Nome vulgar
<b><i>Elaeocarpaceae</i></b>	
<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum.	Sapopema
<b><i>Flacourtiaceae</i></b>	
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Café-do-mato
<i>Xylosma</i> sp.	Sucará
<b><i>Euphorbiaceae</i></b>	
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	Leiteiro
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilha
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Branquilha-miúdo
<b><i>Lauraceae</i></b>	
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-imbuia
<i>Ocotea porosa</i> (Ness & Mart. ex Ness) L. Barroso	Imbuia
<i>Ocotea puberula</i> (A. Rich.) Ness	Canela-guaicá
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela-lageana
<i>Persea major</i> (Ness) Kopp.	Pau-de-andrade
<b><i>Myrtaceae</i></b>	
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	Guamirim-ferro
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabiroba
<i>Myrcia</i> sp.	Guamirim
<b><i>Mimosaceae</i></b>	
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga
<b><i>Myrsinaceae</i></b>	
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Capororoquinha
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoça
<b><i>Rosaceae</i></b>	
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schlecht.) D. Dietr.	Pessegueiro-bravo
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. Et Tul.) Mart.	Pau-sabão
<b><i>Sapindaceae</i></b>	
<i>Allophylus edulis</i> (A. St. - Hil. et al.) Radlk.	Chal-chal
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Miguel-pintado-graúdo
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-pintado-miúdo
<b><i>Styracaceae</i></b>	
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Maria-mole-graúda
<b><i>Symplocaceae</i></b>	
<i>Symplocos celastrina</i> Mart. ex Miq.	Maria-mole-branca
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Bent.	Sete-sangia
<b><i>Winteraceae</i></b>	
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Cataia

Fonte: Pesquisa de campo.

TABELA 4 – ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	n <sup>(1)</sup>	P <sup>(2)</sup>	continua
			IVI <sup>(3)</sup>
<i>Ocotea porosa</i>	11	9	38,70
<i>Araucaria angustifolia</i>	15	9	37,19
<i>Ilex paraguariensis</i>	15	8	18,00
<i>Morta</i>	10	6	15,19
<i>Myrsine ferruginea</i>	10	5	13,21
<i>Styrax leprosus</i>	10	6	13,05
<i>Dicksonia sellowiana</i>	7	5	11,38
<i>Myrsine umbellata</i>	9	4	10,57
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	3	3	10,54
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	8	4	10,46
<i>Sapium glandulatum</i>	7	4	10,14
<i>Myrcia sp.</i>	8	4	9,55
<i>Nectandra megapotamica</i>	3	3	8,30
<i>Ilex dumosa</i>	4	4	7,32
<i>Cupania vernalis</i>	3	2	7,32
<i>Symplocos uniflora</i>	4	4	6,67
<i>Mimosa scabrella</i>	4	2	6,49
<i>Ocotea puberula</i>	3	3	6,49
<i>Allophylus edulis</i>	5	1	5,79
<i>Lithraea brasiliensis</i>	4	2	4,71
<i>Ocotea pulchella</i>	2	2	4,66
<i>Quillaja brasiliensis</i>	1	1	3,44
<i>Calyptranthes concinna</i>	2	2	3,34
<i>Casearia decandra</i>	3	1	3,06
<i>Ilex microdonta</i>	3	1	3,01
<i>Jacaranda puberula</i>	2	1	2,99
<i>Matayba elaeagnoides</i>	2	1	2,73
<i>Persea major</i>	1	1	2,62
<i>Lamanonia ternata</i>	1	1	2,54
<i>Prunus brasiliensis</i>	1	1	2,30
<i>Sloanea lasiocoma</i>	1	1	2,19
<i>Clethra scabra</i>	1	1	2,06
<i>Vernonia discolor</i>	1	1	1,95
<i>Drimys brasiliensis</i>	1	1	1,93
<i>Ilex theezans</i>	1	1	1,90
<i>Sebastiania commersoniana</i>	1	1	1,82
<i>Xylosma sp.</i>	1	1	1,70
<i>Symplocos celastrina</i>	1	1	1,60

TABELA 4 – ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	n <sup>(1)</sup>	P <sup>(2)</sup>	conclusão
			IVI <sup>(3)</sup>
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1	1	1,57
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1	1	1,55

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Número de indivíduos; (2) Número de parcelas onde ocorre; (3) Índice de valor de importância em %.

As trinta e nove espécies amostradas pertencem a vinte famílias botânicas, sendo que as cinco famílias de maior IVI foram: *Lauraceae* (58,54), *Araucariaceae* (38,10), *Aquifoliaceae* (29,62), *Myrsinaceae* (24,68) e *Myrtaceae* (22,32) (Tabela 5).

TABELA 5 – RELAÇÃO DE FAMÍLIAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Família	N <sup>(2)</sup>	VC <sup>(3)</sup>	continua
			IVI <sup>(4)</sup>
<i>Lauraceae</i>	20	44,40	58,54
<i>Araucariaceae</i>	15	29,01	38,10
<i>Aquifoliaceae</i>	23	17,50	29,62
<i>Myrsinaceae</i>	19	15,59	24,68
<i>Myrtaceae</i>	13	15,25	22,32
<i>Mortaceae</i> <sup>(1)</sup>	10	9,73	15,79
<i>Sapindaceae</i>	10	12,21	15,24
<i>Euphorbiaceae</i>	9	8,07	14,13
<i>Styracaceae</i>	10	7,60	13,66
<i>Asteraceae</i>	9	7,86	12,91
<i>Cyatheaceae</i>	7	6,84	11,89
<i>Symplocaceae</i>	5	3,72	7,76
<i>Mimosaceae</i>	4	4,67	6,69
<i>Rosaceae</i>	2	3,92	5,94
<i>Anacardiaceae</i>	5	3,53	5,55
<i>Flacourtiaceae</i>	4	2,95	4,97
<i>Bignoniaceae</i>	2	2,08	3,09
<i>Cunoniaceae</i>	1	1,63	2,64
<i>Elaeocarpaceae</i>	1	1,29	2,30

TABELA 5 – RELAÇÃO DE FAMÍLIAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Família	N <sup>(2)</sup>	VC <sup>(3)</sup>	conclusão
			IVI <sup>(4)</sup>
<i>Clethraceae</i>	1	1,15	2,16
<i>Winteraceae</i>	1	1,02	2,03

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Nome da família fictícia; (2) Número de indivíduos; (3) Número de parcelas onde ocorre; (4) Valor de importância em %.

Nos Apêndices 1 e 2 podem ser observados alguns parâmetros estruturais de cada espécie e das famílias botânicas.

#### 4.2 BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm)

A produção total média de biomassa acima do solo (DAP ≥ 10,0 cm) foi estimada em 210,45 Mg.ha<sup>-1</sup>, correspondendo 75,0% da biomassa total que foi de 280,73 Mg.ha<sup>-1</sup> (serapilheira acumulada + biomassa acima do solo = DAP ≥ 10,0 cm + biomassa acima do solo = DAP < 10,0 cm + biomassa radicial). A produção de biomassa total lenhosa (fuste + galhos) foi de 203,36 Mg.ha<sup>-1</sup>, das folhas (não lenhosa) 5,13 Mg.ha<sup>-1</sup> e miscelânea 1,96 Mg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 6).

TABELA 6 – BIOMASSA MÉDIA ACIMA SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Componente	Biomassa (Mg.ha <sup>-1</sup> )	%
Galhos	95,24	45,3
Madeira do fuste	86,55	41,1
Casca	24,57	10,3
Folhas	5,13	2,4
Miscelânea	1,96	0,9
Total	210,45	-

Fonte: Pesquisa de campo.

São raros os trabalhos nos quais é quantificada a produção de biomassa de miscelânea, talvez devido à dificuldade de interpretar esse componente. RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988) em uma Floresta Tropical Pluvial em Buenaventura, Colômbia, quantificou a produção desse componente em  $9,1 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

A biomassa total produzida e quantificada está dentro da faixa de estudo realizado em quarenta ecossistemas florestais tropicais e subtropicais de todas as altitudes e regiões hídricas (BROWN; LUGO, 1984). Os mesmos autores afirmam que a biomassa florestal oscila entre 40 a  $518 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e apresenta uma relação com o índice climático (relação entre temperatura/precipitação), alcançando valores máximos em Floresta Tropical Úmida e diminuindo em condições muito úmidas ou mais secas.

Levando em consideração o estudo realizado por SANCHEZ (1976), a unidade florestal estudada pode ter atingido o seu clímax, as florestas tropicais naturais, neste estágio, podem acumular entre 200 e  $400 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de biomassa. Em geral, as Florestas Tropicais Úmidas produzem biomassa  $< 250 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , por conseguinte, somente uma minoria, pode produzir cerca de  $400 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (LUGO; BROWN, 1986; BROWN; LUGO, 1990).

De uma maneira geral, a produção total de biomassa ( $280,13 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), bem como de cada componente do ecossistema Floresta Ombrófila Mista Montana em relação a Floresta Tropical Úmida de Rio Sabana, Panamá ( $276,13 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e a Floresta Tropical Úmida Baixo Montana, Panamá ( $284,07 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) estão na mesma ordem de grandeza, ou seja, próximas de  $300 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , exceto a Ciliar ( $1.188,76 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e o Manguezal ( $469,09 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (GOLLEY et al., 1978).

A produção total de biomassa acima do solo ( $\text{DAP} \geq 10,0 \text{ cm}$ ) do presente estudo ( $210,45 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) é similar ao da Floresta Tropical Chuvosa de Ghana ( $213$

Mg.ha<sup>-1</sup>) (GREENLAND; KOWAL<sup>15</sup>, citado por HAAG, 1985) e da Floresta Baixo Montana, El Verde, Porto Rico (198 Mg.ha<sup>-1</sup>) (OVINGTON; OLSON<sup>16</sup>, citado por RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, 1988). Tal semelhança pode ser em função de vários fatores: condições edafoclimáticas, tipo de vegetação e metodologia utilizada.

Os fatores que influenciam na produção de biomassa das populações florestais tropicais ainda não estão bem elucidados. Florestas sob as mesmas condições edafoclimáticas apresentam, segundo BROWN et al. (1994) diferenças na produção de biomassa. Alguns estudos relacionam a produção com os fatores climáticos, mas poucos estudos relacionam a produção com os fatores do sítio (LUGO, BROWN; CHAPMAN, 1988). De acordo com GONÇALVES et al. (2000) grandes diferenças em necessidades totais de nutrientes são mais frequentes entre espécies do que entre variações genotípicas de uma mesma espécie.

Em uma escala mais ampla, a produção de biomassa florestal é determinada pela distribuição de chuvas que influenciam a disponibilidade de água no solo e, numa escala mais restrita, a disponibilidade de nutrientes. A extração de nutrientes nos solos tropicais é bastante influenciada pelo regime hídrico do solo, devido ao efeito que a água exerce na decomposição da matéria orgânica e no transporte de nutrientes para o nível das raízes. A nutrição da planta e conseqüentemente, a maior produção de biomassa, é melhor em regiões onde a disponibilidade de água é mais contínua, em razão do melhor transporte dos nutrientes no solo por fluxo de massa e, em especial, por difusão (BARROS; NOVAIS, 1996).

A distribuição relativa dos componentes da biomassa acima do solo (DAP ≥ 10,0 cm) neste trabalho seguiu a seguinte ordem decrescente, conforme pode ser

---

<sup>15</sup> GREENLAND, D.J.; KOWAL, J.M.L. Nutrient content of the moist tropical Forest of Chana. **Plant and Soil**, The Hague, v. 12, n. 2, p. 154-174, 1960.

observado na Tabela 6: galhos (45,3%) > madeira (41,1%) > casca (10,3%) > folhas (2,4%) > miscelânea (0,9%). O padrão da distribuição relativa da biomassa dos componentes da floresta em estudo difere de outras florestas naturais como, por exemplo, os componentes arbóreos da mata natural, na região média do Rio Doce, Minas Gerais (DRUMOND et al., 1997a). Isso pode decorrer de diferentes metodologias de amostragem ou de diferenças relativas à fisionomia das espécies estudadas.

Segundo RUSSO (1983) as copas das folhosas representam 20 a 25% dos pesos da biomassa total. A proporção de biomassa de folhas da floresta desse estudo está dentro da faixa encontrada em outros tipos de ecossistemas. Em florestas naturais tropicais, galhos e fuste ocupam 75% da biomassa total e folhas entre 4 a 6% (SANCHEZ, 1976). Entretanto, estima-se que florestas naturais acumulam biomassa de folhas equivalente a 2% da biomassa acima do solo (BROWN; LUGO, 1982).

A distribuição relativa de biomassa de galhos foi superior a da madeira do fuste (Tabela 6), apontado que a metodologia utilizada nesse estudo não foi compatível com os métodos citados na literatura. Em Florestas Tropicais, a participação dos galhos na biomassa das árvores gira em torno de 30% (CLEVELARIO JUNIOR, 1996).

Diferenças na produção de biomassa de folhas entre as diversas florestas está relacionada com a metodologia utilizada, isto é, inclusão de galhos ou ramos com diferentes diâmetros. De acordo com CLEVELARIO JÚNIOR (1996) a alta insolação, provavelmente reduz a biomassa de folhas necessária para sustentação da floresta.

---

<sup>16</sup> OVINGTON, J.D.; OLSON, J.S. Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. In: ODUM, T.H. (Ed.) **A tropical rain forest**. Section H-2, Spring Field, Virginia, US. Atomic Energy Commission, 1970. p. 53-79.



#### 4.2.1 Biomassa nas Unidades Amostrais Primárias (UAPs)

A Tabela 7 mostra que tanto para os parâmetros dendrométricos como para a produção de biomassa para cada componente e total foram observadas diferenças entre as UAPs, havendo, no entanto, algumas exceções. Essas diferenças podem ser devido às espécies, o número de árvores e atividades antrópicas. A menor produção de biomassa de madeira do fuste foi verificado nas UAPs 43, 5 e 120 e a maior produção na UAPs 137. Em relação à produção de biomassa de casca, as UAPs 36 e 13 tiveram menor e maior produção, respectivamente e as UAPs 120 e 43; 139 e 5; 119 e 116 produção semelhante.

TABELA 7 – PARÂMETROS DENDROMÉTRICOS E BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm) DAS UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS (UAPs), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

UAP	DAP cm	Altura m	Componentes da biomassa					Total
			Madeira do fuste	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	
68	18,8	9,9	34,69	9,58	28,31	6,20	0,48	79,26
147	17,5	13,0	36,80	5,99	9,18	1,08	0,07	53,11
137	36,6	14,2	271,47	155,78	133,70	8,19	5,04	574,20
136	25,5	11,6	84,61	8,98	102,20	3,48	0,72	199,99
120	22,4	15,3	29,45	3,83	33,24	2,31	0,25	69,07
38	32,6	15,6	152,08	19,45	213,12	4,84	4,31	393,82
8	28,4	14,3	130,03	2,72	253,88	2,53	9,50	398,66
66	46,6	16,3	132,38	40,35	149,24	13,11	2,26	337,43
119	21,5	13,3	76,68	6,11	143,39	4,96	4,23	235,36
16	29,4	11,2	78,67	6,06	72,81	2,41	1,73	161,68
126	23,1	11,8	104,85	16,59	146,63	5,54	3,87	277,48
43	24,9	14,9	25,55	3,89	23,70	1,33	0,03	54,50
97	28,6	14,9	105,21	22,15	205,27	9,18	3,05	344,85
91	31,9	16,7	64,72	43,49	25,40	10,26	0,82	144,70
98	30,2	15,6	194,30	24,20	227,83	9,78	3,00	459,12

continua

TABELA 7 – PARÂMETROS DENDROMÉTRICOS E BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm) DAS UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS (UAPs), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

UAP	DAP cm	Altura m	Componentes da biomassa					Total	conclusão
			Madeira do fuste	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea		
141	18,8	9,8	74,71	33,86	27,69	6,58	0,18	143,02	
36	18,0	7,8	35,07	1,17	11,26	0,91	0,30	48,72	
44	22,6	11,3	63,50	25,08	33,94	5,82	0,68	129,19	
139	18,3	12,2	48,71	5,11	78,65	3,94	0,86	137,27	
5	12,5	8,8	27,09	5,16	23,02	2,26	0,23	57,76	
Média	25,4	12,9	88,53	21,98	97,12	5,24	2,08	210,45	
s <sup>2(1)</sup>	62,4	6,8	3.989,9	1.158,2	6.588,1	11,8	5,8	24.271,3	
s <sup>(2)</sup>	7,9	2,6	63,1	34,0	81,2	3,4	2,4	155,8	
s <sub>x</sub> <sup>(3)</sup>	6,1	2,2	47,1	19,1	70,1	2,8	1,9	130,1	
CV (%) <sup>(4)</sup>	31,1	20,1	71,3	154,9	83,6	65,6	115,5	72,5	

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Variância; (2) Desvio padrão; (3) Erro padrão; (4) Coeficiente de variação.

A maior produção de biomassa de madeira do fuste e da casca na UAP 137 ocorreu devido maior presença de espécies arbóreas. Nessa unidade, foram amostradas 8 árvores, sendo que as árvores com maior altura e DAP foram: *Araucaria angustifolia* (h= 30,1 cm; DAP= 105, 7cm), *Ocotea porosa* (h= 17,5 cm; DAP= 53,2 cm) e *Ocotea puberula* (h= 19,6 m e DAP= 43,6 cm).

O numero de árvores e o crescimento em altura e diâmetro podem ter influenciado na menor produção de biomassa de madeira do fuste e da casca na UAP 43. Nessa unidade foram amostradas somente 3 árvores (2 *Myrsine umbellata* e 1 *Sapium glandulatum*).

Na UAP 5, onde também foi constado a menor produção de biomassa de madeira do fuste e de casca, foram amostradas 17 árvores, porém com baixo crescimento em altura e diâmetro. Fato esse que pode ser observado na Tabela 7. A menor produção de biomassa na UAP 5 também pode estar relacionada com as

atividades antrópicas como, por exemplo, a presença de animais domésticos e efeitos do fogo efetuados na pastagem todo ano. Esse último aspecto pode ser constatado pela presença de *Chusquea* sp., que domina o sub-bosque e de espécies classificadas, segundo REIS (1993) como pioneiras tais como: *Lithraea brasiliensis* e *Myrsine umbellata*. Cabe ressaltar que a UAP 5 ficava próxima a uma área de pastagem natural, para o pastoreio de eqüinos desde de 1940 até 1980. Após esse ano, a área foi abandonada iniciando o processo de sucessão natural.

A menor produção de biomassa de galhos e folhas foram observados nas UAPs 36 e 147, porém a maior produção de biomassa de galhos nas UAPs 8 e 98. No que se refere a maior produção de folhas, a Tabela 7 mostra que essa produção foi maior nas UAPs 66 e 91. O fato das UAPs 36 e 147 terem produzido menos biomassa de galhos e folhas pode ser devido ao menor crescimento em DAP e alturas das árvores. Tal fato pode ser em função da exploração seletiva de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa* ocorrido na área durante a década de 60, e no ano de 1999. Essa prática contribuiu para degradação da floresta, favorecendo a instalação de espécies arbóreas pioneiras como *Vernonia discolor*, *Piptocarpha angustifolia* e *Mimosa scabrella* (REIS, 1993). O sub-bosque era totalmente formado por *Chusquea* sp.

Nas UAPs que produziram maior biomassa de galhos foram amostradas 7 árvores, sendo a espécie *Campomanesia xanthocarpa* com maior diâmetro (UAP 8), na UAP 98 foram amostradas 11 árvores, com *Ocotea porosa* e *Cupania vernalis* apresentando os maiores diâmetros.

Apesar da UAP 98 ter apresentado maior produção de biomassa de galhos, na mesma, por volta de 1940, sofreu exploração seletiva de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa*, fato esse que pode ser confirmado com a presença de cepas e partes das copas dispersas pela área. A exploração de *Ilex paraguariensis* é outra atividade realizada na área. Essa exploração é realizada a cada três anos, iniciando na década de

70 e perdurando até o momento. Não existe registro da ocorrência de fogo na área nos últimos 60 anos.

A Tabela 7 evidencia que em 50% das UAPs, a produção de biomassa de galhos foi superior à de madeira do fuste. O fato da produção de biomassa de galhos em algumas UAPs ser superior à de madeira do fuste deve-se ao porte das árvores e à metodologia utilizada, onde foram considerados como galhos, aqueles que estavam acima do ponto de inversão morfológico e galhos epicórmicos abaixo do ponto. No campo foi observado que determinadas árvores, principalmente aquelas de grande porte em termos de DAP, tinham muita vezes galhos com diâmetro superior a 40,0 cm.

A menor produção de biomassa de folhas nas UASs 36 e 147 pode ser devido ao menor crescimento em diâmetro e altura das árvores em relação a outras UASs e das espécies presentes. Foram amostradas 11 e 8 árvores nas UASs 36 e 147, respectivamente. Como foi comentado anteriormente, a UASs 147 sofreu exploração seletiva, favorecendo a instalação de espécies arbóreas pioneiras.

A maior produção de biomassa de miscelânea (musgos, líquens, lianas, bromélias, orquídeas, frutos e flores) foi verificado nas UASs 8, 137 e 119. A produção de biomassa total (madeira do fuste + casca + galhos + folhas + miscelâneas) em cada UAS, foi maior naquelas onde estavam presentes árvores de grande porte (UASs 137, 98, 8, 38, 66) como: *Ocotea* sp., *Araucaria angustifolia* e *Campomanesia xanthocarpa*. Na UAS 38, o estrato superior, era formado pela predominância de *Ocotea porosa* e *Araucaria angustifolia* e o sub-bosque denso constituído, principalmente por *Chusquea* sp. A menor produção de biomassa total foram nas UASs, onde foram amostradas árvores com menor diâmetro e nas unidades onde sofreram atividades antrópicas (corte seletivo e feitos do fogo), por exemplo, UASs 5 e 147.

As UAPs que sofreram cortes seletivos, principalmente de *Ocotea* sp. e *Araucaria angustifolia* são evidenciadas pela presença de cepas das árvores derrubadas e formação de clareiras na floresta. Essa condição, segundo VIANA (1989) favorece o estabelecimento e crescimento de espécies oportunistas como *Sapium glandulatum* (REIS, 1993), o que foi observado em algumas UAPs, principalmente na 98 em que foi amostrado 5 árvores de *Sapium glandulatum*.

#### 4.2.2 Biomassa por Espécie

A produção total de biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm) (164 indivíduos) foi de 60.612,2 kg (Tabela 8). Desse total, 45,2% foi de biomassa de galhos; 41,1% de biomassa de madeira do fuste; 10,2% de biomassa de casca; 2,4% de biomassa de folhas e 1,1% de biomassa de miscelânea. Observa-se na Tabela 8 que a produção total de biomassa de galhos foi superior à de madeira do fuste. Tal constatação é devida a metodologia utilizada, o qual foram considerados galhos todos aqueles que estavam acima do ponto de inversão morfológica.

As espécies amostradas, de uma maneira geral, apresentaram uma produção de biomassa diferenciada para todos os componentes analisados (madeira do fuste, casca, galhos, folhas e miscelânea). De todas as espécies amostradas, *Ocotea porosa*, *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Cupania vernalis*, *Mimosa scrabella*, *Myrsine ferruginea* e *Ocotea puberula* contribuíram com aproximadamente 72,7%, (44.084,43 kg) da biomassa total das espécies amostradas (60.612,20 kg). No entanto, as espécies *Ocotea porosa*, *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Myrsine ferruginea*, *Styrax leprosus* e *Dicksonia sellowiana*, com maior VI (Tabela 4), contribuíram com aproximadamente com 59,9% (36.333,22 kg) da biomassa total das espécies amostradas.

Na produção de biomassa de madeira do fuste e da casca, somente duas espécies tiveram uma contribuição média de 22,9% na produção de biomassa em ambos os componentes: *Araucaria angustifolia* (24,1%) e *Ocotea porosa* (21,7%), que foram também as espécies que apresentaram os maiores VI. As espécies *Campomanesia xanthocarpa* e *Nectandra megapotamica* também contribuíram, mas não tanto como a *Araucaria angustifolia* e a *Ocotea porosa* na produção de biomassa de madeira do fuste.

TABELA 8 – BIOMASSA MÉDIA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm) (kg.espécie<sup>-1</sup>), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira do fuste	Casca	Galhos	Folhas	Misc.	Total	continua
							Lenhoso <sup>(1)</sup>
<i>Allophylus edulis</i>	319,26	11,75	1.329,13	19,58	54,71	1.734,44	1.660,15
<i>Araucaria angustifolia</i>	7.069,51	434,85	2.416,48	656,75	36,94	14.414,52	13.720,83
<i>Calyptranthes concinna</i>	89,24	4,80	130,42	4,01	1,76	230,22	224,45
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1.702,01	36,28	2.933,26	38,37	84,26	4.794,17	4.671,55
<i>Casearia decandra</i>	94,04	8,36	87,68	1,64	1,79	193,51	190,08
<i>Clethra scabra</i>	57,76	2,80	26,45	2,84	0,17	90,01	87,01
<i>Cupania vernalis</i>	882,23	99,65	945,63	59,26	18,54	2.005,32	1.927,52
<i>Dicksonia sellowiana</i>	92,09	...	...	24,18	20,76	137,03	92,09
<i>Drimys brasiliensis</i>	55,21	8,45	228,74	6,30	1,74	300,44	292,40
<i>Ilex dumosa</i>	272,85	37,11	276,44	13,22	3,56	603,18	586,41
<i>Ilex microdonta</i>	56,90	8,81	108,94	8,77	0,47	183,90	174,65
<i>Ilex paraguariensis</i>	352,75	57,65	179,04	28,24	3,57	621,24	589,43
<i>Ilex theezans</i>	133,04	31,90	63,07	2,69	2,16	232,87	228,02
<i>Jacaranda puberula</i>	140,98	9,06	142,71	1,34	2,67	296,76	292,75
<i>Lamonia ternata</i>	228,75	21,27	170,21	2,00	3,95	426,19	420,23
<i>Lithraea brasiliensis</i>	185,54	24,53	206,97	13,13	0,48	430,65	417,04
<i>Matayba elaeagnoides</i>	153,92	28,19	142,98	3,99	3,73	332,81	325,09
<i>Mimosa scabrella</i>	581,76	63,07	1.013,19	34,65	6,52	1.699,20	1.658,02
Morta	674,72	9,10	-	-	4,27	688,09	683,82
<i>Myrcia</i> sp.	209,34	16,82	250,45	13,47	4,91	495,00	476,61
<i>Myrsine ferruginea</i>	667,21	151,50	729,26	30,39	4,35	1.582,70	1.547,96

TABELA 8 – BIOMASSA MÉDIA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm) (kg.espécie<sup>-1</sup>), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira do fuste	Casca	Galhos	Folhas	Misc.	Total	conclusão
							Lenhoso <sup>(1)</sup>
<i>Myrsine umbellata</i>	427,27	68,96	484,66	32,40	1,90	1.015,18	980,89
<i>Nectandra megapotamica</i>	949,20	68,92	897,03	43,42	19,41	1.977,97	1.915,15
<i>Ocotea porosa</i>	6.041,52	715,79	10.848,24	303,45	211,60	18.120,60	17.605,55
<i>Ocotea puberula</i>	415,96	64,69	946,91	15,60	24,62	1.467,79	1.427,56
<i>Ocotea pulchella</i>	473,76	58,13	545,76	19,69	13,22	1.110,56	1.077,65
<i>Persea major</i>	178,35	46,76	259,73	5,06	3,34	493,24	484,84
<i>Quillaja brasiliensis</i>	189,30	14,13	446,32	6,84	2,32	658,90	649,74
<i>Sapium glandulatum</i>	546,14	79,73	126,68	12,33	2,79	767,67	752,55
<i>Schinus terebinthifolius</i>	5,65	0,72	2,45	0,45	0,01	9,28	8,81
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	22,84	3,79	11,94	1,13	0,17	39,86	38,57
<i>Sebastiania commersoniana</i>	140,38	4,30	22,44	0,59	2,60	170,32	167,13
<i>Sloanea lasiocoma</i>	116,27	10,08	105,61	1,97	3,47	237,39	231,96
<i>Styrax leprosus</i>	289,22	23,27	384,86	28,62	7,06	733,04	697,35
<i>Symplocos celastrina</i>	14,77	2,39	17,14	1,20	0,00	35,49	34,29
<i>Symplocos uniflora</i>	134,39	23,17	115,22	1,36	0,71	274,84	272,78
<i>Vernonia discolor</i>	60,82	10,87	82,75	2,14	0,13	156,71	154,44
<i>Xylosma sp.</i>	21,98	2,55	83,33	0,76	1,88	110,50	107,87
Total	24.927,4	6.213,3	27.429,8	1.477,5	564,1	60.612,2	58.570,5

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos.

Na Tabela 8 pode-se observar que em algumas espécies, a produção de galhos foi superior à de madeira do fuste. Em ordem decrescente as espécies superiores na produção de galhos em relação à de madeira foram: *Ocotea porosa* > *Camponesia xanthocarpa* > *Araucaria angustifolia* > *Allophyllus edulis* > *Mimosa scabrella* > *Ocotea puberula* > *Cupania vernalis* > *Nectandra megapotamica*. Esse fato é devido ao porte das árvores e à metodologia utilizada, onde foram considerados como galhos, aqueles que estavam acima do ponto de inversão morfológico e galhos epicórmicos abaixo do ponto. Essa constatação, também foi observado no estudo de DRUMOND (1998) com *Mimosa tenuiflora*, que produziu mais galhos do que lenho, onde dos

42,8% de biomassa da copa, 36,5% foi de galhos devido ao elevado número de bifurcações e galhos, característica comum desta espécie.

No que se refere à produção de folhas somente duas espécies contribuíram de uma forma expressiva na biomassa total desse componente, a *Araucaria angustifolia* e a *Ocotea porosa*, ambas contribuindo em média com 65% (960,20 kg) da biomassa total de folhas (1.477,50 kg). A contribuição de biomassa de folhas de *Araucaria angustifolia* e de *Ocotea porosa* em relação à biomassa total desse componente foi de 44,4% e 20,5%, respectivamente. Cabe ressaltar que a *Araucaria angustifolia* (656,75 kg) teve uma produção de folhas duas vezes superior a *Ocotea porosa* (303,45 kg).

A contribuição da biomassa de miscelânea para a maioria das espécies foi pequena em relação aos outros componentes, com exceção da *Ocotea porosa*, *Allopyllus edulis*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Ocotea pulchella*, *Jacarandá puberula* e *Lamonia ternata*, onde a produção de miscelânea foi superior à produção de folhas. As espécies *Allopyllus edulis*, *Camponesia xanthocarpa* e *Jacaranda puberula* produziram aproximadamente 2,7; 2,1 e 2,0 vezes, respectivamente, mais biomassa de miscelânea do que de folhas (Tabela 8).

São vários os fatores que podem influenciar na produção de biomassa entre as espécies amostradas na Floresta Ombrófila Mista tais como fatores ambientais e fatores próprios inerentes à planta, composição florística, condições edafoclimáticas, potencial genético de cada espécie para fixar carbono e absorver água e nutrientes e características ecofisiológicas das espécies.



### 4.3 PARTIÇÃO DA BIOMASSA POR ESPÉCIE

A Tabela 9 mostra que somente em 2,6% das espécies amostradas, a distribuição relativa de biomassa da madeira do fuste foi superior a 50%. Em ordem decrescente as espécies que apresentaram uma distribuição de biomassa da madeira do fuste superior a 50% foram: *Sebastiania commersoniana* > *Dicksonia sellowiana* > *Clethra scabra* > *Schinus terebinthifolius* > *Ilex theezans* > *Ilex paraguariensis* > *Pitocarpha angustifolia* > *Lithraea brasiliensis*.

TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO RELATIVA (%) ENTRE OS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	continua					
	Madeira do fuste	Casca	Galhos	Folhas	Misc.	Lenhoso <sup>(1)</sup>
<i>Allophylus edulis</i>	18,4	0,7	76,6	1,1	3,2	95,7
<i>Araucaria angustifolia</i>	49,0	29,4	16,8	4,6	0,3	95,2
<i>Calyptanthes concinna</i>	38,8	2,1	56,6	1,7	0,8	97,5
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	35,5	0,8	61,2	0,8	1,8	97,4
<i>Casearia decandra</i>	48,6	4,3	45,3	0,8	0,9	98,2
<i>Clethra scabra</i>	64,2	3,1	29,4	3,2	0,2	96,7
<i>Cupania vernalis</i>	44,0	5,0	47,2	3,0	0,9	96,1
<i>Dicksonia sellowiana</i>	67,2	-	-	17,6	15,2	67,2
<i>Drimys brasiliensis</i>	18,4	2,8	76,1	2,1	0,6	97,3
<i>Ilex dumosa</i>	45,2	6,2	45,8	2,2	0,6	97,2
<i>Ilex microdanta</i>	30,9	4,8	59,2	4,8	0,3	95,0
<i>Ilex paraguariensis</i>	56,8	9,3	28,8	4,5	0,6	94,9
<i>Ilex theezans</i>	57,1	13,7	27,1	1,2	0,9	97,9
<i>Jacarandá puberula</i>	47,5	3,1	48,1	0,5	0,9	98,6
<i>Lamonia ternata</i>	53,7	5,0	39,9	0,5	0,9	98,6
<i>Lithraea brasiliensis</i>	43,1	5,7	48,1	3,0	0,1	96,8
<i>Matayba elaeagnoides</i>	46,2	8,5	43,0	1,2	1,1	97,7
<i>Mimosa scabrella</i>	34,2	3,7	59,6	2,0	0,4	97,6
Morta	98,1	1,3	-	-	0,6	99,4
<i>Myrcia sp.</i>	42,3	3,4	50,6	2,7	1,0	96,3
<i>Myrsine ferruginea</i>	42,2	9,6	46,1	1,9	0,3	97,8

TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO RELATIVA (%) ENTRE OS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira do fuste	Casca	Galhos	Folhas	Misc.	conclusão
						Lenhoso <sup>(1)</sup>
<i>Myrsine umbellata</i>	42,1	6,8	47,7	3,2	0,2	96,6
<i>Nectandra megapotamica</i>	48,0	3,5	45,4	2,2	1,0	96,8
<i>Ocotea porosa</i>	33,3	4,0	59,9	1,7	1,2	97,2
<i>Ocotea puberula</i>	28,3	4,4	64,5	1,1	1,7	97,3
<i>Ocotea pulchella</i>	42,7	5,2	49,1	1,8	1,2	97,0
<i>Persea major</i>	36,2	9,5	52,7	1,0	0,7	98,3
<i>Pitocarpha angustifolia</i>	55,5	10,3	31,8	2,3	0,2	97,6
<i>Prunus brasiliensis</i>	44,0	6,2	47,2	1,8	0,8	97,4
<i>Quillaja brasiliensis</i>	28,7	2,1	67,7	1,0	0,4	98,6
<i>Sapium glandulatum</i>	71,1	10,4	16,5	1,6	0,4	98,0
<i>Schinus Terebinthifolius</i>	60,9	7,7	26,4	4,9	0,1	95,0
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	57,3	9,5	29,9	2,8	0,4	96,7
<i>Sebastiania commersoniana</i>	82,4	2,5	13,2	0,3	1,5	98,1
<i>Sloania lasiocoma</i>	49,0	4,2	44,5	0,8	1,5	97,7
<i>Styrax leprosus</i>	39,5	3,2	52,5	3,9	1,0	95,1
<i>Symplocos celastrina</i>	41,6	6,7	48,3	3,4	0,0	96,6
<i>Symplocos uniflora</i>	48,9	8,4	41,9	0,5	0,3	99,2
<i>Vernonia discolor</i>	38,8	6,9	52,8	1,4	0,1	98,6
<i>Xylosma sp.</i>	19,9	2,3	75,4	0,7	1,7	97,6

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos.

Em relação ao componente casca, de todas as espécies amostradas, somente a *Araucaria angustifolia* apresenta alta distribuição relativa de biomassa em relação às outras espécies. Tal fato é explicado em função do porte da mesma.

No geral, a maioria das espécies possui percentual de biomassa de casca superior ao de folhas, merecendo destaque *Piptocarpha angustifolia*, *Sapium glandulatum*, *Ilex theezans* e *Araucaria angustifolia*. Deve ser ressaltado que a quantificação de biomassa de casca foi estimada através de fator de forma.

Em praticamente mais da metade das espécies amostradas a distribuição relativa da biomassa de galhos foi superior à madeira (Tabela 9). Em ordem decrescente as espécies que apresentaram maior proporção na distribuição de biomassa

de galhos em relação à de madeira foram: *Myrcia* sp. > *Styrax leprosus* > *Persea major* > *Vernonia discolor* > *Calyptrocalyx concinna* > *Ilex microdonta* > *Mimosa scabrella* > *Ocotea porosa* > *Campomanesia xanthocarpa* > *Ocotea puberula* > *Quillaja brasiliensis* > *Xylosma* sp. > *Drimys brasiliensis* > *Allophylus edulis*.

Em algumas espécies a proporção de biomassa de madeira foi superior a de galhos na seguinte ordem decrescente: *Lamanonia ternata*, *Piptocarpha angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Ilex theezans*, *Sebastiania brasiliensis*, *Schinus terebinthifolius*, *Clethra scabra*, *Dicksonia sellowiana*, *Sapium glandulatum*, *Sebastiania commersoniana*. Este fato comum pode ser observado em povoamentos com *Pinus*, *Eucalyptus*, *Acacia* e florestas naturais.

De todas as espécies estudadas, *Dicksonia sellowiana* foi a que apresentou a maior contribuição na distribuição de biomassa de folha e miscelânea. De todos os componentes da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm), a menor contribuição foi observada na miscelânea (Tabela 9).

Diversos trabalhos mostram que o maior percentual de biomassa em uma espécie florestal encontra-se no fuste (madeira + casca). Isso independe da espécie (DRUMOND et al. 1997a; 1997b), espaçamentos e idade (LADEIRA et al., 2001), do sítio (BAGGIO, 1994) e da procedência (CALDEIRA, 1998; NEVES, REISSMANN; DÜNISCH, 2001). Tal constatação não foi observada em algumas espécies estudadas, provavelmente devido à metodologia utilizada.

As proporções de biomassa de cada componente das espécies amostradas na floresta em estudo, bem como no total não seguem, de uma maneira geral, os padrões observados em florestas plantadas.

#### 4.4 BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm)

A biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm) apresentou valores bem diferenciados entre as UASs, mostrando de uma maneira geral, influência de diferentes fatores do ecossistema na produção desses componentes pelas espécies do sub-bosque (Tabela 10). Isso pode ser observado pela grande diferença entre a menor e a maior produção de biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm), respectivamente 2,30 e 80,83 Mg.ha<sup>-1</sup>, tendo assim uma diferença de 78,53 Mg.ha<sup>-1</sup>.

As diferenças na produção de biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm) entre as UASs podem estar relacionadas as atividades antrópicas, como exploração de determinadas espécies e efeitos do fogo como pode ser diagnosticado nas UASs 98, 139 e 137.

TABELA 10 – BIOMASSA MÉDIA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Unidade Amostral Secundária (UAS)	continua	
	Biomassa Acima do Solo (DAP < 10,0 cm) (Mg.ha <sup>-1</sup> )	
5	47,04	
16	29,55	
38	80,83	
137	8,20	
44	14,21	
139	2,85	
141	5,71	
119	12,94	
36	29,31	
136	30,73	
126	5,17	
68	14,59	
147	22,00	
120	19,39	
66	16,45	

TABELA 10 – BIOMASSA MÉDIA ACIMA DO SOLO (DAP &lt; 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Unidade Amostral Secundária (UAS)	Biomassa Acima do Solo (DAP < 10,0 cm) (Mg.ha <sup>-1</sup> )	conclusão
97	23,59	
98	2,30	
43	31,43	
91	33,97	
8	6,73	
Média	21,85	
S <sup>2(1)</sup>	340,6	
S <sup>(2)</sup>	18,5	
s <sub>x</sub> <sup>(3)</sup>	13,2	
CV (%) <sup>(4)</sup>	84,5	

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Variância; (2) Desvio padrão; (3) Erro padrão; (4) Coeficiente de variação.

Por volta de 1970, a área da UAS 137 foi desmatada e queimada para o cultivo de espécies agrícolas e abandonada no ano seguinte. Na época de coleta dos dados a vegetação secundária era caracterizada pelo domínio de espécies arbóreas e arbustivas pioneiras como *Mimosa scabrella* (CORDINI, 1994), *Myrsine ferruginea* e *Styrax leprosus* (REIS, 1993).

A contribuição da biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm) em relação à biomassa total (280,73 Mg.ha<sup>-1</sup>) foi de aproximadamente 7,8%. Segundo RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988) em uma Floresta Tropical Pluvial em Buenaventura, Colômbia, a contribuição da biomassa das espécies com DAP < 3,0 cm e das raízes em relação à total (330,8 Mg.ha<sup>-1</sup>) foi de 7,1 e 17,7%, respectivamente. Em povoamentos de *Araucaria angustifolia* com 27 anos de idade, a contribuição da biomassa do sub-bosque em relação à biomassa total foi de 9,3%, segundo estudo realizado por SCHUMACHER et al. (2002b).

No que se refere à biomassa acima do solo (DAP < 10,0) deste estudo, os resultados foram similares aos observados no trabalho de LUGO (1992) em floresta

secundaria em estágio inicial, na região de Cubuy, Porto Rico. A biomassa do sub-bosque foi de 18,9 Mg.ha<sup>-1</sup>; 17,3% em relação à biomassa total que foi de 109 Mg.ha<sup>-1</sup>.

Comparando a biomassa acima do solo (DAP < 10,0) da vegetação em estudo com outros ecossistemas florestais, observam-se similaridades e diferenças na produção de biomassa (Tabela 11).

A diferença entre a biomassa de raízes da floresta avaliada neste trabalho e a de outros tipos de floresta (Tabela 11) deve-se às espécies, idade, condições edafoclimáticas, ecossistema e metodologia utilizada (diferenças no tamanho e profundidade das amostras e diferenças no DAP das espécies amostradas). Deve-se ressaltar que aproximadamente 50% das UAPs das espécies com DAP < 10,0 era formada por taquaras (*Chusquea* sp.), ou seja, uma situação típica de floresta que sofreu cortes seletivos de espécies.

Conforme CLEVELARIO JUNIOR (1996) são vários os fatores que influenciam as diferenças na produção de biomassa de sub-bosque, entre eles a quantidade de luz que chega ao solo e o adensamento de grandes árvores. Dessa forma é a estrutura da floresta, que está relacionada com manejo sofrido e não com a disponibilidade de nutrientes, que parece estar controlando a biomassa do sub-bosque em áreas distintas da Floresta Tropical Úmida Baixo Montana.

A produção de biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm) da Floresta Ombrófila Mista Montana foi maior quando comparada com a Floresta Tropical Úmida Baixo Montana e outras Florestas Tropicais Úmidas (Tabela 11). Essas diferenças podem estar associadas a florestas mais jovens e abertas (NIÑO B., 1990) ou a uma definição mais abrangente de vegetação de sub-bosque (HASE, FÖLSTER, 1982). A delimitação do compartimento da vegetação do sub-bosque é muito variável na literatura, o que dificulta fazer comparações entre os valores de produção, teor e conteúdo de nutrientes.

TABELA 11 – BIOMASSA (Mg.ha<sup>-1</sup>) EM ALGUMAS FLORESTAS DO MUNDO

Floresta	Local	Biomassa Total	Biomassa do sub-bosque
<sup>1</sup> Floresta Tropical Chuvosa	Chana	213,00 (sem raiz)	...
<sup>2</sup> Floresta Baixo Montana	El Verde, Porto Rico	198,00 (sem raiz)	...
<sup>3</sup> Floresta Baixo Montana	Tabonuco, Porto Rico	311,00	21,5 (6,9) <sup>(2)</sup>
<sup>4</sup> Floresta Tropical Chuvosa	Tailândia	335,00 (sem raiz)	3,6 (1,1) <sup>(2)</sup>
<sup>5</sup> Floresta Secundária Subtropical	Guzmán, Porto Rico	32,00	9,9 (30,9) <sup>(2)</sup>
	Sabana, Porto Rico	72,00	3,6 (5,0) <sup>(2)</sup>
	El Verde, Porto Rico	80,00	1,6 (2,0) <sup>(2)</sup>
<sup>5</sup> Floresta Decídua Madura	Guánica Forest, Porto Rico	90,00	...
<sup>6</sup> Floresta Tropical Úmido Baixo Montana <sup>(1)</sup>	Rio de Janeiro, RJ	325,00	0,99 <sup>(3)</sup>

Fonte: <sup>1</sup>GREENLAND; KOWAL<sup>17</sup>, citado por HAAG, 1985.

<sup>2</sup>OVINGTON e OLSON<sup>18</sup>, citado por RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988).

<sup>3</sup>ODUM, P.H.; PIGEON, R.F. **A tropical rain forest**. US Atomic Energy Commission, 1970. p. 76-87.

<sup>4</sup>OGAWA<sup>19</sup>, citado por RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988).

<sup>5</sup>MURPHY, P.G. et al. The dry forest of Puerto Rico's South Coast. In: LUGO, A.E.; LOWE, C. (Ed.) **Tropical forests: management and ecology**. New York: Springer, v. 112, p. 178-209, 461 p.

<sup>6</sup>CLEVELARIO JUNIOR (1996).

Nota: (1) Biomassa de madeira + casca e sem raiz; (2) Representa o percentual em relação à biomassa total; (3) Biomassa de espécies com DAP < 4,4 cm.

#### 4.5 BIOMASSA ABAIXO DO SOLO (até 0,5 m de profundidade)

A Tabela 12 mostra que a biomassa radicial apresentou valores diferentes entre as UASs, ou seja, uma diferença entre a menor (12,52 Mg.ha<sup>-1</sup>) e a maior (113,37 Mg.ha<sup>-1</sup>) produção de aproximadamente de 100,85 Mg.ha<sup>-1</sup>. As diferenças observadas

<sup>17</sup> GREENLAND, D.J.; KOWAL, J.M.L. Nutrient content of the moist tropical Forest of Chana. **Plant and Soil**, v. 12, n.2, p. 154-174, 1960.

<sup>18</sup> OVINGTON, J.D.; OLSON, J.S. Biomass and chemical content of El Verde lower montana rain forest plants. In: ODUM, T.H. (Ed.) **A tropical rain forest**. Section H-2, Spring Field, Virginia, US. Atomic Energy Commission, 1970. p. 53-79.

na produção de biomassa radicial entre as UASs são devido à metodologia utilizada, pois muitas vezes, em determinadas unidades foram amostradas raízes de espécies de grande porte como, por exemplo, nas UASs número 136; 38; 8 e 5.

TABELA 12 – BIOMASSA MÉDIA ABAIXO DO SOLO, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Unidade Amostral Secundária (UAS)	Biomassa Abaixo do Solo (Mg.ha <sup>-1</sup> )
5	113,37
16	40,61
38	64,71
137	28,99
44	37,58
139	14,32
141	20,43
119	60,85
36	39,12
136	64,97
126	12,52
68	12,58
147	25,60
120	30,93
66	39,25
97	48,95
98	29,20
43	31,27
91	15,57
8	77,94
Média	40,44
$s^2(1)$	648,7
$s^{(2)}$	25,5
$s_x^{(3)}$	18,8
CV (%) <sup>(4)</sup>	63,0

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Variância; (2) Desvio padrão; (3) Erro padrão; (4) Coeficiente de variação.

<sup>19</sup> OGAWA, H. et al. Comparative ecological studies on three main types forest vegetation in Thailand plants biomas. **Nature and Live in Asia**, v. 4, p. 50-80, 1965.



A contribuição da biomassa radicial do presente estudo em relação à biomassa total (280,73 Mg.ha<sup>-1</sup>) foi de aproximadamente 14,4%. Em uma Floresta Tropical Pluvial em Buenaventura, Colômbia, a contribuição da biomassa radicial em relação a biomassa total (330,8 Mg.ha<sup>-1</sup>) foi de 17,7% (RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, 1988). Em povoamentos de *Araucaria angustifolia* com 27 anos de idade, a contribuição da biomassa radicial em relação à biomassa total foi de 12,0% (SCHUMACHER et al., 2002b).

A contribuição da biomassa de raiz em relação à biomassa total acima do solo ficou no limite em relação a outros tipos de Florestas Tropicais Úmidas. BROWN e LUGO (1982) comentam que a biomassa radicial varia consideravelmente entre os diversos ecossistemas. A biomassa das raízes de Florestas Tropicais Úmidas pode ter uma contribuição em relação à biomassa total acima do solo de 10 a 50%, com uma média de 17%, sendo que esse valor depende principalmente do tipo, fertilidade e umidade do solo (BROWN; LUGO, 1982). A biomassa radicial também difere com relação à dinâmica, apresentando a seguinte ordem: árvores dominantes > intermediárias > suprimidas (KOZLOWSKI, KRAMER; PALLARDY, 1991).

Comparando a biomassa radicial da vegetação em estudo com outros ecossistemas florestais, observam-se similaridades e diferenças na produção desse componente (Tabela 13).

Comparar resultados de biomassa de raiz, principalmente de florestas naturais, é tarefa difícil e acima de tudo duvidosa, uma vez que as metodologias para coletar as informações são as mais diversas possíveis. Devido ao fato deste tipo de levantamento ser bastante laborioso, na maioria das vezes requer grandes investimentos financeiros.

TABELA 13 – BIOMASSA TOTAL E RADICIAL (Mg.ha<sup>-1</sup>) EM ALGUMAS FLORESTAS DO MUNDO

Floresta	Local	Biomassa Total	Biomassa Radicial
<sup>1</sup> Floresta Tropical Chuvosa	Chana	213,00 (sem raiz)	25 (11,7) <sup>(2)</sup>
<sup>2</sup> Floresta Baixo Montana	El Verde, Porto Rico	198,00 (sem raiz)	65 (32,8) <sup>(2)</sup>
<sup>3</sup> Floresta Baixo Montana	Tabonuco, Porto Rico	311,00	65 (20,9) <sup>(2)</sup>
<sup>4</sup> Floresta Tropical Chuvosa	Tailândia	335,00 (sem raiz)	31 (9,2) <sup>(2)</sup>
<sup>5</sup> Floresta Secundária Subtropical	Guzmán, Porto Rico	32,00	...
	Sabana, Porto Rico	72,00	...
	El Verde, Porto Rico	80,00	...
<sup>5</sup> Floresta Decídua Madura	Guánica Forest, Porto Rico	90,00	43,7 (48,0) <sup>(2)</sup>
<sup>6</sup> Floresta Tropical Úmido Baixo Montana <sup>(1)</sup>	Rio de Janeiro, RJ	325,00	12,1 <sup>(3)</sup>

Fonte: <sup>1</sup>GREENLAND; KOWAL<sup>20</sup>, citado por HAAG, 1985.

<sup>2</sup>OVINGTON e OLSON<sup>21</sup>, citado por RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988).

<sup>3</sup>ODUM, P.H.; PIGEON, R.F. **A tropical rain forest**. US Atomic Energy Commission, 1970. p. 76-87.

<sup>4</sup>OGAWA<sup>22</sup>, citado por RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988).

<sup>5</sup>MURPHY, P.G. et al. The dry forest of Puerto Rico's South Coast. In: LUGO, A.E.; LOWE, C. (Ed.) **Tropical forests: management and ecology**. New York: Springer, v. 112, p. 178-209, 461 p.

<sup>6</sup>CLEVELARIO JUNIOR (1996).

Nota: (1) Biomassa de madeira + casca e sem raiz; (2) Representa o percentual em relação à biomassa total; (3) Biomassa de raiz fina (< 1,0 cm) + raiz grossa (> 1,0 cm) de diâmetro.

#### 4.6 BIOMASSA DA SERAPILHEIRA ACUMULADA

As menores quantidades de serapilheira acumulada foram encontradas nas UAPs 120 e 126 e a maior quantidade na UAP 147. A Tabela 14 também mostra a

<sup>20</sup> GREENLAND, D.J.; KOWAL, J.M.L. Nutrient content of the moist tropical Forest of Chana. **Plant and Soil**, v. 12, n.2, p. 154-174, 1960.

<sup>21</sup> OVINGTON, J.D.; OLSON, J.S. Biomass and chemical conten of El Verde lower montanã rain forest plants. In: ODUM, T.H. (Ed.) **A tropical rain forest**. Section H-2, Spring Field, Virginia, US. Atomic Energy Comision, 1970. p. 53-79.

<sup>22</sup> OGAWA, H. et al. Comparative ecological studies on three main types forest vegetation in Thailand plants biomas. **Nature and Live in Asia**, v. 4, p. 50-80, 1965.

relação C/N média da floresta em estudo e a relação em cada UAP. As maiores relações de C/N (decomposição lenta) foram observadas nas UAPs 139 e 66 e as menores relações (decomposição rápida) na unidade 91.

TABELA 14 – SERAPILHEIRA ACUMULADA E RELAÇÃO C/N POR UNIDADE AMOSTRAL PRIMÁRIA (UAP), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

UAP	Média da serapilheira acumulada (g/0,0625 m <sup>2</sup> )			Mg.ha <sup>-1</sup>	C/N
120	27,71	a		4,43	22
126	30,14	a		4,82	24
137	35,68	a	b	5,71	25
119	40,49	a	b	6,48	32
38	44,78	a	b	c	7,16
16	45,28	a	b	c	7,24
68	45,75	a	b	c	7,32
44	46,88	a	b	c	7,50
98	47,13	a	b	c	7,54
91	47,63	a	b	c	7,62
136	48,11	a	b	c	7,70
5	49,11	a	b	c	7,86
8	50,41	a	b	c	8,07
139	55,58	a	b	c	8,89
66	57,28	a	b	c	9,16
97	66,95	a	b	c	10,71
36	74,00		b	c	11,84
147	85,68			c	13,71
Significância	...	0,111	0,123	0,061	...
Média	49,92	...	...	...	7,99
s <sup>2(1)</sup>	...	...	...	...	5,3
s <sup>(2)</sup>	...	...	...	...	2,3
s <sub>x</sub> <sup>(3)</sup>	...	...	...	...	1,6
CV (%) <sup>(4)</sup>	...	...	...	...	28,8

Fonte: Pesquisa de campo.

Unidades amostrais primárias com médias não ligadas por mesma letra diferem pelo teste de Student Neuman Keul's - SNK a 5% de probabilidade.

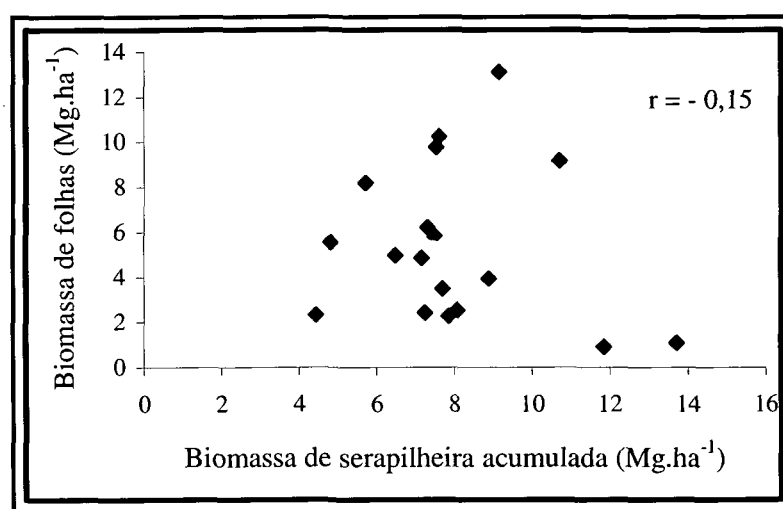
Nota: (1) Variância; (2) Desvio padrão; (3) Erro padrão; (4) Coeficiente de variação.

Há várias hipóteses sobre as diferenças existentes entre a quantidade de serapilheira e as UAPs. Uma delas pode ser devido à correlação entre a serapilheira e a produção de biomassa. O Gráfico 1 mostra que não houve uma tendência entre a

biomassa de serapilheira acumulada e a produção de biomassa de folhas. Para as demais variáveis, também não foi observada correlação com tendência. A correlação ( $r$ ) entre a biomassa de serapilheira acumulada e a produção de biomassa de madeira foi de  $-0,28$ ; da casca ( $-0,25$ ); dos galhos ( $-0,18$ ); da miscelânea ( $-0,26$ ) e total ( $-0,27$ ).

Uma outra hipótese sobre a menor quantidade de serapilheira nas unidades 120 e 126, bem como sobre as diferenças entre as 18 UAPs pode ser devido ao número de árvores presentes, o diâmetro e a altura das espécies. Mas, provavelmente, estes fatores não tenham influenciado no acúmulo de serapilheira, pois foram encontradas 5 e 18 espécies nas unidades 120 e 126, respectivamente. Na unidade com maior acúmulo de serapilheira foram encontradas 8 espécies. Em relação ao diâmetro e altura média das unidades, foram encontrados nas unidades 120; DAP de 22,4 cm e altura 15,3 m e na unidade 126; DAP 23,1cm e altura de 11,8 m. Na unidade com maior acúmulo de serapilheira, o DAP e altura foram de 17,5 cm e 13,0 m, respectivamente.

GRÁFICO 1- CORRELAÇÃO ENTRE A BIOMASSA DE SERAPILHEIRA ACUMULADA E A BIOMASSA DE FOLHAS NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001



Fonte: Pesquisa de campo.

As diferenças entre as menores e maiores quantidades de biomassa de serapilheira acumulada nas unidades 120, 126 e 147 também podem ser devido o estágio sucessional da floresta. Das 18 UAPs, 66,7%, estavam no estágio sucessional capoeirão e 33,3%, na floresta secundária avançada (Figura 3). No entanto, nesse estudo foi observado que não houve uma tendência de correlação definida entre a biomassa de serapilheira acumulada e o estágio sucessional observado na floresta, ou seja, a correlação entre essas variáveis foi 0,21. Alguns estudos mostram que existe correlação entre a serapilheira acumulada e o estágio sucessional como, por exemplo, BRUN et al. (2001) que observaram uma correlação expressiva entre a quantidade de serapilheira acumulada nas três fases sucessionais (capoeirão com 27 anos de idade, floresta secundária com 45 a 50 anos de idade e floresta madura) em Floresta Estacional Decidual, no Rio Grande do Sul.

Estudo feito por BRITZ (1994) em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel em Paranaguá, PR, mostra que no estágio inicial a serapilheira acumulada é descontínua, sendo que existem áreas com ausência total da mesma, ficando o solo mineral completamente exposto. Nos outros estágios, a serapilheira acumulada é mais espessa e contínua, não havendo exposição do solo mineral. As características descritas no estágio inicial acarretam consequências como maior lixiviação dos nutrientes do solo, menor umidade e conseqüentemente uma decomposição mais lenta da matéria orgânica, interferindo assim, na liberação dos nutrientes.

A periodicidade na queda das folhas também pode ter influenciado nas diferenças de serapilheira acumulada nas UAPs. A maioria das espécies amostrada era perenifólias, semidecíduas ou decíduas. Na unidade 147, 62,5% das espécies amostradas eram perenifólias e 25% semidecíduas. Em ordem decrescente, a maioria das espécies amostrada na unidade 126 era: semidecíduas > perenifólias > decíduas e na 120 perenifólias > semidecíduas > decíduas.

Diferenças estatísticas de serapilheira acumulada entre as UAPs, provavelmente, estão associadas à qualidade do material produzido pelas espécies, que determinam a sua degradabilidade e talvez às condições ecofisiológicas que proporcionariam menores taxas de decomposição.

O acúmulo de serapilheira na superfície do solo é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e sua taxa de decomposição. Esse acúmulo, conforme PRITCHETT (1990) deve-se à quantidade anual de serapilheira menos a taxa anual de decomposição. O ritmo da queda da serapilheira é uniforme entre as espécies de árvores que crescem em condições similares de clima e solo.

O acúmulo médio de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista Montana foi de  $7,99 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , ou seja, 2,8% em relação à biomassa total que foi de  $280,73 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Conforme RODRÍGUEZ JIMÉNEZ (1988) a produção total de biomassa da Floresta Tropical Pluvial em Buenaventura, Colômbia foi de  $330,8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e, deste total, 12,9% era de serapilheira acumulada ( $42,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Comparando os resultados da serapilheira acumulada da floresta em estudo ( $7,99 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) com a da Floresta Tropical Úmida Baixo Montana, Rio de Janeiro, a mesma possui valores bem elevados ( $20,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), isto é, situa-se entre os maiores da literatura. Por sua vez, os valores elevados de biomassa de serapilheira, conforme CLEVELARIO JÚNIOR (1996) estão associados a tempos de renovação altos, apresentados geralmente por florestas oligotróficas, como a Floresta Tropical Úmida Baixo Montana. Nas florestas com maior escassez de nutrientes o acúmulo de serapilheira está associado à desaceleração da decomposição e não à queda mais intensa de material formador. Nas florestas onde é maior a escassez de nutrientes ocorre maior acúmulo de serapilheira, reduzindo a velocidade com que os mesmos são ciclados.

Vários fatores influenciaram nas diferenças entre a serapilheira acumulada na floresta do presente estudo e outros tipos de floresta. Toda a dinâmica das reações no material acumulado na superfície do solo é influenciado por fatores do ambiente, temperatura e umidade; pela qualidade inicial do material formador como, por exemplo, relação C/N (Tabela 14); pelos componentes orgânicos, pela lignina e polifenóis; pelos macronutrientes e, em condições especiais, micronutrientes; pelos organismos do solo, como fauna, actinomicetos e bactérias entre outros (O'CONNELL; SANKARAN, 1997; WEDDERBURN; CARTER, 1999).

A serapilheira acumulada nos solos florestais, segundo O'CONNELL e SANKARAN (1997), pode variar significativamente entre diferentes espécies estabelecidas no mesmo sítio. Outros fatores podem influenciar, tais como baixo nível de nutrientes na serapilheira e no solo; condições desfavoráveis para a decomposição como déficit de água no solo e na serapilheira, pH alto ou baixo; baixa densidade da população de organismos decompositores, além da época de coleta, bem como da estação do ano.

Existem poucos dados sobre acúmulo de serapilheira em florestas tropicais naturais. Conforme O'CONNELL e SANKARAN (1997) em determinados locais da América do Sul a biomassa da serapilheira acumulada de florestas tropicais naturais varia entre 3,1 e 16,5 Mg.ha<sup>-1</sup>. O valor máximo é observado nas Florestas Submontanas, na Colômbia. Florestas Montanas geralmente acumulam mais serapilheira do que outras florestas tropicais naturais (TANNER, 1980), provavelmente por causa do baixo teor de nutrientes nas folhas e principalmente devido aos fatores climáticos, os quais resultam numa decomposição lenta.

Nas florestas ombrófilas da Austrália, a serapilheira acumulada pode variar de 4,4 a 6,3 Mg.ha<sup>-1</sup> (SPAIN, 1984). De acordo com a revisão realizada por O'CONNELL e SANKARAN (1997), mais de 75% dos valores da serapilheira

acumulada em florestas tropicais naturais está abaixo de  $7,0 \text{ Mg.ha}^{-1}$ , tendo como média  $6,0 \text{ Mg.ha}^{-1}$ .

Qualquer que seja o motivo que tenha provocado as diferenças na serapilheira acumulada entre as UAPs, os processos de queda de folhas melhoram a fertilidade da camada superficial do solo (MAGALHÃES; BLUM, 1999), estabelecendo uma relação C/N e um pH mais favorável ao desenvolvimento biótico (NOVAIS; POGGIANI, 1983).

O acúmulo de serapilheira encontrado na floresta do presente estudo apresenta alguns resultados similares a outros tipos de floresta, conforme mostra a Tabela 15, apesar das grandes diferenças entre as metodologias utilizadas.



TABELA 15 – SERAPILHEIRA ACUMULADA EM ALGUMAS FLORESTAS DO MUNDO

Tipo de floresta	Local	Serapilheira (Mg.ha <sup>-1</sup> )
<sup>1</sup> Floresta Tropical (área montanhosa)	Porto Rico	8,1
	Nova Guiné	7,7
<sup>1</sup> Floresta Decídua (clima temperado)	Missouri, U.S.A	8,2
	Tennessee, U.S.A	7,6
	Minesota, U.S.A	8,4
<sup>1</sup> Floresta Tropical (terras baixas)	Nova Guiné	8,2
<sup>2</sup> Floresta Tropical (clímax)	Araras, SP	8,2
<sup>3</sup> Floresta Tropical Úmida	Borneo, Malásia	8,5
<sup>4</sup> Floresta Ombrófila Mista (tipo floresta I) <sup>(1)</sup>	Caçador, SC	9,7
<sup>4</sup> Floresta Ombrófila Mista (tipo floresta II) <sup>(2)</sup>		7,5
<sup>5</sup> Floresta Ombrófila Mista Montana (estádio I) <sup>(3)</sup>	General Carneiro, PR	7,9
<sup>5</sup> Floresta Ombrófila Mista Montana (estádio II) <sup>(4)</sup>		8,6
<sup>5</sup> Floresta Ombrófila Mista Montana (estádio III) <sup>(5)</sup>		7,6

Fonte: <sup>1</sup>ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Decomposition in tropical forests. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (Ed.) **Tropical rain forest: ecology and management**. London: Blackwell Scientific, 1983. p. 287-309.

<sup>2</sup>MORELLATO, L.P.C. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forest. I Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, p. 205-215, 1992.

<sup>3</sup>PROCTOR (1983).

<sup>4</sup>FLOSS, CALDATO; BOHNER (1999).

<sup>5</sup>WATZLAWICK, L.F. et al. Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios sucessionais. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, p. 153-173, 2002.

Nota: (1) Predominância de *Araucaria angustifolia* no estrato superior; (2) Local onde a diversidade de espécies é maior, com predominância de outras espécies no estrato superior; (3) Estádio inicial; (4) Estádio intermediário; (5) Estádio avançado.

#### 4.6.1 Análise Estatística das Amostras de Serapilheira Acumulada

A média da serapilheira acumulada foi de 49,92 g/0,0625 m<sup>2</sup>, com intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade apresentando limite inferior de 19,9 e limite superior de 79,9. O coeficiente de variação encontrado foi de 25,8%, sendo que o número de amostras necessárias para obter-se um erro de 10% da média com 95% de probabilidade foi de 36 amostras e de 9 amostras para um erro de 20% da média na mesma probabilidade (Tabela 16). Foi estimado a verdadeira média da serapilheira

acumulada na floresta em estudo com 14,2% de erro ao nível de 95% de probabilidade.

TABELA 16 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS AMOSTRAS DE SERAPILHEIRA ACUMULADA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Variáveis estatísticas	Valores
Média (x)	49,92 g/0,0625 m <sup>2</sup>
Variância (s <sup>2</sup> )	202,82
Desvio padrão (s)	14,24
Erro padrão (s <sub>x</sub> )	3,36
Erro de amostragem absoluto	± 29,98
Erro de amostragem relativo	60,2%
Intervalo de confiança (α = 5%)	IC <sub>95</sub> [19,9 ≤ μ ≤ 79,9] = 0,95
Coefficiente de variação (CV)	28,5%
-----	
Intensidade amostral (10% de erro) da média e probabilidade de	
95% $n = t^2 * \frac{s^2}{E^2}$	36 amostras por UAP
-----	
Intensidade amostral (20% de erro) da média e probabilidade de	
95% $n = t^2 * \frac{s^2}{E^2}$	9 amostras por UAP

Fonte: Pesquisa de campo.

#### 4.7 MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm)

##### 4.7.1 Teores de Macronutrientes por Espécie

Os teores de macronutrientes em cada componente da biomassa acima do solo (DAP ≥ 10,0 cm), bem como de cada espécie amostrada são apresentados nas Tabelas 17, 18 e 19. No geral, os teores não foram uniformes entre as espécies estudadas, sendo este um reflexo diferencial interespecífico. Para todas as espécies e todos os componentes da biomassa, os teores de N foram maiores sempre maiores em todos os componentes da biomassa das espécies estudadas. Para *Ilex theezans*, *Prunus brasiliensis*

e *Xylosma* sp., como exceção menores teores de N foram observados apenas na miscelânea. Analisando os teores de N e P, observa-se que de todas as espécies estudadas, *Xylosma* sp. apresentou menor teor de N nas folhas, na madeira do fuste, casca e galhos (Tabela 17).

As espécies *Mimosa scabrella*, *Sapium glandulatum* e *Vernonia discolor* apresentaram altos teores de N nas folhas em relação às demais espécies. Os maiores teores de N nas folhas, principalmente de *Mimosa scabrella*, comprovam o potencial de ciclagem de nutrientes desta espécie, via serapilheira. O alto teor de N nas folhas de *Mimosa scabrella* pode ser justificado pela capacidade que a mesma possui de fixar N<sub>2</sub> através do efeito sinérgico da associação com bactérias diazotróficas.

TABELA 17 – TEORES MÉDIOS DE N E P (g.kg<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

continua

Espécie	Folhas		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
<i>Allophyllus edulis</i>	28,79	1,94	5,16	0,56	15,81	1,09	10,59	1,12	19,4	6,72
<i>Araucaria angustifolia</i>	14,62	1,44	1,83	0,11	5,86	0,20	3,97	0,45	9,36	6,97
<i>Calyptanthes concinna</i>	13,89	0,71	1,89	0,75	4,92	0,30	3,40	0,71	15,31	7,81
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	21,54	1,29	6,80	0,23	9,64	0,47	10,4	0,77	14,93	8,42
<i>Casearia decandra</i>	28,82	1,33	4,03	0,21	10,71	0,40	9,07	0,58	18,05	7,64
<i>Clethra scabra</i>	23,45	1,62	3,45	0,25	6,61	0,68	5,86	0,64	19,56	8,41
<i>Cupania vernalis</i>	18,68	1,87	2,83	0,25	9,45	0,49	7,50	0,52	15,38	9,14
<i>Dicksonia sellowiana</i>	21,06	1,72	4,06	1,10	...	...	...	...	13,23	8,65
<i>Drimys brasiliensis</i>	21,89	1,69	2,65	0,07	4,72	0,28	0,53	0,68	14,74	8,23
<i>Ilex dumosa</i>	21,29	1,05	3,78	0,10	13,86	0,33	5,86	0,86	18,08	7,58
<i>Ilex microdonta</i>	15,56	0,78	2,21	0,09	4,72	0,25	6,18	0,36	13,16	6,9
<i>Ilex paraguariensis</i>	25,58	1,17	3,40	0,22	9,70	0,36	7,94	0,74	20,22	8,31
<i>Ilex theezans</i>	24,57	1,12	0,22	0,23	6,80	0,28	0,51	0,5	0,85	6,92
<i>Jacaranda puberula</i>	18,88	1,29	7,18	0,34	7,29	0,39	7,59	0,86	9,24	6,56
<i>Lamanonia Ternata</i>	14,55	0,97	2,08	0,12	4,91	0,28	7,94	0,44	13,42	8,84

TABELA 17 – TEORES MÉDIOS DE N E P ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq 10,0$  cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão									
	Folhas		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
<i>Lithraea brasiliensis</i>	21,17	1,68	1,89	0,20	4,85	0,29	4,34	0,59	9,51	8,14
<i>Matayba elaeagnoides</i>	25,61	1,93	2,83	0,14	8,88	0,47	4,72	0,25	19,56	7,64
<i>Mimosa scabrella</i>	37,60	1,73	4,72	0,07	15,41	0,37	11,40	0,15	21,64	11,74
<i>Myrcia</i> sp.	11,25	0,67	2,20	0,26	5,10	0,35	3,97	0,47	13,98	8,36
<i>Myrsine ferruginea</i>	24,63	1,90	2,74	0,13	8,13	0,52	6,61	0,59	12,10	8,40
<i>Myrsine umbellata</i>	14,04	0,91	2,41	0,58	4,34	0,37	3,97	0,24	14,55	8,78
<i>Nectandra megapotamica</i>	24,82	1,04	3,47	0,12	11,21	0,55	11,15	0,64	18,81	7,81
<i>Ocotea porosa</i>	24,00	1,01	5,86	0,18	12,98	0,37	7,68	0,44	17,7	8,96
<i>Ocotea puberula</i>	26,39	1,44	3,65	0,09	18,52	0,65	10,08	0,43	20,22	8,68
<i>Ocotea pulchella</i>	20,25	0,91	3,31	0,16	6,8	0,25	9,64	0,56	11,55	7,03
<i>Persea major</i>	17,01	0,94	3,54	1,19	7,85	0,44	0,47	0,64	14,74	5,63
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	28,62	1,33	2,95	0,16	8,12	0,29	8,75	0,35	17,7	6,60
<i>Prunus brasiliensis</i>	27,65	0,98	2,65	0,07	5,44	0,48	9,07	0,47	0,93	6,76
<i>Quillaja brasiliensis</i>	25,32	0,83	3,02	0,07	6,99	0,26	8,69	0,30	16,32	6,46
<i>Sapium glandulatum</i>	34,40	1,95	3,27	2,59	11,02	0,54	13,92	1,19	19,4	11,79
<i>Schinus terebinthifolius</i>	26,46	1,13	3,97	0,26	9,64	0,63	6,61	0,26	19,84	10,39
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	19,47	1,05	0,31	0,33	6,99	0,26	0,40	0,53	20,41	7,85
<i>Sebastiania commersoniana</i>	27,78	1,63	6,24	0,82	19,28	0,59	13,25	0,59	22,49	6,59
<i>Sloanea lasiocoma</i>	14,36	1,04	3,97	0,40	5,10	0,53	4,54	0,53	12,66	7,05
<i>Styrax leprosus</i>	18,62	1,47	2,56	0,26	6,33	0,31	5,65	0,43	20,03	8,04
<i>Symplocos celastrina</i>	18,71	3,05	2,38	0,07	6,61	0,29	6,05	0,46	...	...
<i>Symplocos uniflora</i>	18,90	1,22	2,52	0,19	4,63	0,27	8,69	0,35	13,92	7,05
<i>Vernonia discolor</i>	33,07	2,89	2,65	0,31	5,48	0,40	4,72	0,37	17,58	7,09
<i>Xylosma</i> sp.	0,73	0,94	0,20	0,22	0,37	0,31	0,40	0,47	0,90	6,39

Fonte: Pesquisa de campo.

BAGGIO (1994) estudando a quantidade e a distribuição de nutrientes na biomassa acima do solo de *Mimosa scabrella*, explorada no sistema tradicional em plantios localizados na Região Metropolitana de Curitiba, PR, observou que de todos os macronutrientes analisados, os maiores teores de N ( $29,5 \text{ g.kg}^{-1}$ ) estavam na biomassa verde (folhas + ramos finos  $< 0,5$  cm de diâmetro).

Analisando os teores de N em cada componente da biomassa por espécie, pode-se observar que *Campomanesia xanthocarpa* e *Sebastiania commersoniana*

apresentaram os maiores teores na madeira do fuste, enquanto que *Ilex theezans* e *Xylosma* sp. apresentaram os menores teores.

Em relação aos teores de N na casca, quatro espécies apresentaram os maiores teores: *Sebastiania commersoniana*, *Ocotea puberula*, *Allophyllus edulis* e *Mimosa scabrella*. No componente galhos somente duas espécies, *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*, apresentaram maiores teores de N

Quanto ao teor de P nas folhas, observaram-se os maiores teores deste elemento em *Symplocos celastrina*, *Vernonia discolor*, *Sapium glandulatum*, *Allophyllus edulis*, *Matayba elaeagnoides* e *Cupania vernalis*, enquanto *Myrcia* sp. apresentou os menores teores.

A Tabela 17 mostra que somente três espécies (*Sapium glandulatum*, *Persea major* e *Dicksonia sellowiana*) apresentaram teores elevados de P na madeira do fuste. As espécies *Drimys brasiliensis*, *Mimosa scabrella*, *Prunus brasiliensis*, *Quillaja brasiliensis*, *Symplocos celastrina* e *Ocotea puberula* os menores teores.

Os teores de P na casca e nos galhos apresentaram valores homogêneos entre as espécies estudadas, exceto *Allophyllus edulis*, que apresentou maiores teores de P nos galhos, enquanto os menores teores de P na casca foram verificados em *Araucaria angustifolia*. Os galhos das espécies *Sapium glandulatum* (1,19 g.kg<sup>-1</sup>), *Allophyllus edulis* (1,12 g.kg<sup>-1</sup>) e *Mimosa scabrella* (0,15 g.kg<sup>-1</sup>) apresentam respectivamente, os maiores e os menores teores de P. Por outro lado, os teores de P no componente miscelânea das diversas espécies foram semelhantes, exceto *Sapium glandulatum* e *Mimosa scabrella* que, apresentaram os maiores teores.

Os teores de K e Ca nos diversos componentes da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm) apresentaram valores distintos entre as espécies estudadas (Tabela 18). Os teores de Ca na casca das espécies foram maiores do que os teores de K. Analisando somente os teores de Ca, observa-se que para todos os componentes da

biomassa analisada, os maiores teores foram encontrados na casca, exceto nas espécies *Piptocarpha angustifolia* e *Clethra scabra* cujos maiores teores foram nas folhas.

Em relação aos teores de K nas folhas, a espécie *Vernonia discolor* (25,92 g.kg<sup>-1</sup>), apresentou teores superiores em relação às outras espécies.

Pode ser observado na Tabela 18 que os teores de K na madeira do fuste, na casca, nos galhos e na miscelânea foram similares para todas as espécies amostradas, exceto em *Prunus brasiliensis* e *Drimys brasiliensis* que apresentaram menores teores na madeira do fuste; *Sapium glandulatum* e *Vernonia discolor* os maiores teores na casca; *Sapium glandulatum* os maiores teores nos galhos e *Sapium glandulatum*, *Mimosa scabrella* e *Schinus terebinthifolius* os maiores teores na miscelânea.

Espécies como *Araucaria angustifolia* e *Casearia decandra* e outras apresentam teores de Ca nas folhas semelhantes. Os maiores teores de Ca nas folhas foram observados em *Xylosma* sp. e *Lamonia ternata* e os menores em *Piptocarpha angustifolia*, *Drimys brasiliensis* e *Prunus brasiliensis*.

Os teores de Ca na madeira do fuste das espécies presentes na Tabela 18, de uma maneira geral, apresentam valores similares. Contudo, os menores teores foram observados em *Drimys brasiliensis* e *Piptocarpha angustifolia* e os maiores teores em *Casearia decandra* e *Matayba elaeagnoides*.

Em ordem decrescente, as espécies como *Casearia decandra*, *Ilex microdonta*, *Lamonia ternata*, *Sebastiania brasiliensis* e *Sloanea lasiocoma* apresentaram os maiores teores de Ca na casca e *Drimys brasiliensis* seguida das espécies *Vernonia discolor*, *Prunus brasiliensis*, *Ilex dumosa* e *Ocotea porosa* os menores teores.

Na Tabela 18 tanto para galhos como miscelânea, poucas espécies apresentaram teores mais altos em relação às demais. Nesse contexto, os teores mais elevados de Ca nos galhos e na miscelânea foram observados em três espécies. Nos

galhos, os menores teores de Ca, foram em *Vernonia discolor*. Na miscelânea, alguma espécies apresentaram teores de Ca semelhantes.

TABELA 18 – TEORES MÉDIOS DE K E Ca (g.kg<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

continua

Espécie	Folhas		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea	
	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca
<i>Allophyllus edulis</i>	10,17	10,09	5,47	5,70	6,35	20,45	6,89	8,26	6,72	8,77
<i>Araucaria angustifolia</i>	9,64	14,34	6,58	2,00	6,48	20,00	7,72	4,75	6,97	7,82
<i>Calyptanthes concinna</i>	8,57	9,33	5,41	2,06	6,48	13,94	6,48	5,94	7,81	14,80
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1,29	10,50	7,04	1,94	6,98	12,63	6,89	9,80	8,42	13,00
<i>Casearia decandra</i>	14,24	14,25	9,48	6,72	7,68	54,67	7,64	16,71	7,64	14,52
<i>Clethra scabra</i>	12,25	9,23	8,54	3,10	8,27	4,50	7,20	1,69	8,41	10,12
<i>Cupania vernalis</i>	11,01	8,05	5,54	4,47	6,35	16,77	6,50	11,75	9,14	6,48
<i>Dicksonia sellowiana</i>	13,63	9,45	7,68	2,07	...	...	...	...	8,65	6,55
<i>Drimys brasiliensis</i>	9,12	3,90	1,09	0,27	5,21	3,10	6,70	3,10	8,23	4,30
<i>Ilex dumosa</i>	11,19	8,30	5,93	1,35	5,67	7,09	6,79	8,87	7,58	6,71
<i>Ilex microdonta</i>	6,98	11,83	5,11	1,57	5,53	43,00	6,66	14,90	6,90	5,94
<i>Ilex paraguariensis</i>	16,04	8,03	6,33	1,15	6,33	18,50	8,38	5,36	8,31	4,30
<i>Ilex theezans</i>	6,76	10,70	5,35	2,00	4,67	23,00	5,08	13,85	6,92	4,42
<i>Jacaranda puberula</i>	7,80	7,19	5,32	1,51	6,25	10,00	6,45	5,38	6,56	3,37
<i>Lamanonia ternata</i>	6,13	16,10	6,87	2,40	5,02	35,80	8,73	16,00	8,84	6,50
<i>Lithraea brasiliensis</i>	11,66	5,19	6,38	3,25	7,57	17,82	7,72	5,49	8,14	8,84
<i>Matayba elaeagnoides</i>	9,49	8,20	5,35	6,60	5,80	28,70	8,32	5,32	7,64	5,60
<i>Mimosa scabrella</i>	7,54	6,84	6,80	1,33	7,17	17,18	6,95	7,13	11,74	5,50
<i>Myrcia</i> sp.	8,73	6,46	5,95	1,33	6,67	20,80	7,15	4,69	8,36	7,09
<i>Myrsine ferruginea</i>	15,00	8,23	6,96	2,24	9,45	13,44	9,59	7,00	8,40	6,19
<i>Myrsine umbellata</i>	9,66	9,80	6,47	4,89	6,03	29,40	7,03	8,08	8,78	7,80
<i>Nectandra megapotamica</i>	9,33	5,77	5,69	1,36	6,18	14,50	7,56	7,59	7,81	8,65
<i>Ocotea porosa</i>	9,95	6,67	6,61	1,27	6,56	8,06	6,55	6,46	8,96	7,41
<i>Ocotea puberula</i>	11,41	8,13	7,13	1,10	9,49	12,14	8,40	5,48	8,68	8,24
<i>Ocotea pulchella</i>	9,46	8,13	6,80	2,84	6,81	27,70	6,60	7,41	7,03	8,25
<i>Persea major</i>	10,02	14,20	6,47	2,89	8,45	18,45	5,87	9,20	5,63	5,30
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	9,67	3,63	6,56	0,73	8,30	3,32	8,84	2,05	6,60	6,15
<i>Prunus brasiliensis</i>	8,12	4,58	1,09	1,30	4,12	6,48	6,45	4,50	6,76	6,50
<i>Quillaja brasiliensis</i>	8,73	8,20	5,02	1,70	7,24	23,60	6,94	4,60	6,46	5,80

TABELA 18 – TEORES MÉDIOS DE K E Ca ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão									
	Folhas		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea	
	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca
<i>Sapium glandulatum</i>	22,62	11,37	7,38	3,67	12,44	13,65	14,47	8,50	11,79	8,01
<i>Schinus Terebinthifolius</i>	9,91	7,50	5,35	3,62	6,33	15,80	8,77	5,09	10,39	9,41
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	7,31	12,30	5,45	1,50	5,45	34,00	6,37	9,70	7,85	7,50
<i>Sebastiania commersoniana</i>	8,95	9,70	5,24	1,40	5,91	22,60	5,78	8,85	6,59	5,86
<i>Sloanea lasiocoma</i>	7,22	9,30	6,31	5,00	7,48	32,80	6,70	8,50	7,05	5,60
<i>Styrax leprosus</i>	5,87	11,69	7,73	1,54	6,00	29,10	6,47	6,66	8,04	12,03
<i>Symplocos celastrina</i>	14,75	10,52	5,45	1,03	5,98	25,60	6,55	5,20	...	...
<i>Symplocos uniflora</i>	7,03	9,00	6,43	1,49	7,97	13,42	7,57	5,87	7,05	6,20
<i>Vernonia discolor</i>	25,92	5,90	5,93	1,40	11,06	6,45	7,68	1,30	7,09	5,70
<i>Xylosma sp.</i>	8,51	18,70	7,22	2,24	6,11	25,90	6,35	7,40	6,39	7,20

Fonte: Pesquisa de campo.

Na Tabela 19, são apresentados os teores de Mg e S nos diversos componentes da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm) da floresta em estudo. Os teores desses macronutrientes, em geral, foram similares em alguns componentes. De todos os componentes da biomassa, os maiores teores de Mg nas espécies analisadas foram nas folhas, com rara exceção em algumas espécies. Em relação aos maiores teores de Mg nas folhas, os mesmos foram observados em *Ilex theezans*. As folhas de *Ilex dumosa* também apresentaram teores elevados de Mg quando comparada com as outras espécies.

Em relação aos teores de Mg na madeira do fuste e na casca, as espécies *Ocotea puberula* e *Ilex dumosa* apresentaram maiores teores de Mg na madeira do fuste e casca, respectivamente. De todas as espécies analisadas, três apresentaram teores elevados de Mg nos galhos e quatro teores elevados na miscelânea. No entanto, os menores teores de Mg e S, na miscelânea, foram registrados em *Araucaria angustifolia* e *Vernonia discolor*, respectivamente e os maiores teores de S foram em *Sebastiania commersoniana* (Tabela 19).



As espécies, em geral, apresentaram variações no que diz respeito aos teores, taxas de absorção e capacidade de reciclagem de nutrientes. Algumas espécies podem ter a capacidade de acumular Ca e Mg, e outras K e P. O trabalho de SANCHEZ et al. (1985) mostra, por exemplo, que *Gmelina arborea* tem a capacidade de acumular Ca e Mg e outras espécies a capacidade de acumular K e P.

Analisando-se as Tabelas 17, 18 e 19, as folhas das espécies estudadas apresentaram os maiores teores de N, P, K, Mg e S em relação aos outros componentes da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm). Fato esse explicado em função de que, segundo GONÇALVES e MELLO (2000) os teores dos nutrientes são maiores nas partes mais ativas metabolicamente das plantas, como folhas e brotações, devido aos seus ativos envolvimento em reações enzimáticas e compostos bioquímicos de transferência de energia e transporte eletrônico, bem como nos diversos processos de fixação de energia em formas orgânicas (VITOUSEK; SANFORD, 1986).

TABELA 19 – TEORES MÉDIOS DE Mg E S ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

continua

Espécie	Folhas		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea.	
	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S
<i>Allophylus edulis</i>	5,57	3,20	1,37	0,55	1,22	1,91	1,58	1,45	1,88	2,97
<i>Araucaria angustifolia</i>	3,76	1,42	0,53	0,74	1,40	1,38	1,74	1,67	0,84	1,53
<i>Calyptranthes concinna</i>	2,66	2,79	0,10	4,08	1,34	2,09	0,81	2,98	1,87	2,87
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1,93	2,08	1,44	1,52	1,40	1,81	1,44	1,48	1,80	2,72
<i>Casearia decandra</i>	3,99	1,92	3,05	1,43	2,46	1,46	2,24	1,70	2,91	1,77
<i>Clethra scabra</i>	4,15	1,97	2,36	1,35	1,11	1,56	1,04	0,79	3,45	1,83
<i>Cupania vernalis</i>	5,20	3,28	1,13	0,35	2,14	1,50	0,99	0,75	2,37	1,72
<i>Dicksonia sellowiana</i>	3,83	1,84	2,12	1,29	...	...	...	...	2,38	1,63

TABELA 19 – TEORES MÉDIOS DE Mg E S ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão									
	Folhas		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea.	
	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S
<i>Drimys brasiliensis</i>	3,25	1,09	2,89	0,47	1,10	1,46	1,62	1,12	1,60	1,84
<i>Ilex dumosa</i>	6,83	1,68	1,41	0,44	3,26	0,95	2,08	1,21	2,93	2,58
<i>Ilex microdonta</i>	5,07	1,69	1,10	0,35	1,80	0,93	1,47	0,78	1,23	1,23
<i>Ilex paraguariensis</i>	4,93	1,76	1,21	0,48	2,83	1,39	1,56	0,68	3,17	3,08
<i>Ilex theezans</i>	8,00	2,25	1,96	0,62	4,10	1,82	2,57	1,22	1,83	1,84
<i>Jacaranda puberula</i>	3,33	1,41	0,62	0,44	0,75	0,62	1,55	1,52	1,27	1,96
<i>Lamanonia ternata</i>	3,67	1,41	2,00	0,20	2,40	0,90	2,78	0,73	1,20	1,76
<i>Lithraea brasiliensis</i>	1,79	1,57	0,40	0,19	3,57	1,44	1,00	0,85	1,86	1,58
<i>Matayba elaeagnoides</i>	5,67	2,59	1,30	0,32	3,90	0,59	1,20	0,36	1,90	1,21
<i>Mimosa scabrella</i>	1,50	1,62	0,43	0,28	1,36	1,69	0,86	0,72	1,89	2,00
<i>Myrcia</i> sp.	1,51	1,23	0,82	0,33	0,84	0,88	0,45	1,69	1,23	3,09
<i>Myrsine ferruginea</i>	1,40	2,46	0,23	2,99	0,67	2,17	0,55	1,99	1,15	2,64
<i>Myrsine umbellata</i>	2,60	2,05	0,33	0,37	1,10	0,87	0,79	1,19	2,45	1,69
<i>Nectandra megapotamica</i>	1,61	1,97	0,19	0,62	0,24	0,64	0,66	0,58	1,18	1,45
<i>Ocotea porosa</i>	1,41	2,18	0,10	1,90	0,40	1,81	0,74	1,44	1,39	2,19
<i>Ocotea puberula</i>	1,88	1,97	5,45	0,43	0,80	1,04	0,67	0,63	1,82	1,38
<i>Ocotea pulchella</i>	2,39	2,12	0,59	1,82	1,09	1,88	0,87	0,81	1,18	3,29
<i>Persea major</i>	2,30	2,15	0,29	0,75	0,21	1,12	1,30	0,50	0,91	1,56
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	2,60	2,22	0,26	0,36	1,09	2,29	0,96	1,55	1,63	1,56
<i>Prunus brasiliensis</i>	3,78	0,89	0,25	0,50	1,15	0,48	0,97	0,39	2,50	1,60
<i>Quillaja brasiliensis</i>	1,93	2,25	0,30	1,48	0,62	1,23	0,85	0,88	2,14	2,23
<i>Sapium glandulatum</i>	4,12	1,72	0,41	0,90	2,74	3,40	1,89	2,39	1,03	2,03
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1,81	2,07	0,57	1,07	3,00	2,04	1,03	0,84	2,29	1,80
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	3,97	1,52	0,80	0,44	2,20	0,85	1,40	0,51	1,90	2,80
<i>Sebastiania commersoniana</i>	4,40	0,52	1,06	0,39	0,82	1,39	1,58	0,50	1,52	3,16
<i>Sloanea lasiocoma</i>	2,52	1,72	0,88	0,28	1,45	0,89	0,82	0,42	1,41	1,32
<i>Styrax leprosus</i>	1,74	1,47	0,64	0,32	0,99	0,54	1,30	0,75	1,31	1,66
<i>Symplocos celastrina</i>	2,10	4,58	0,23	0,17	0,80	1,79	0,70	0,60	...	...-
<i>Symplocos uniflora</i>	4,10	2,60	0,38	1,62	1,05	1,65	0,79	1,39	1,41	2,84
<i>Vernonia discolor</i>	1,86	2,75	0,22	0,67	0,60	0,71	0,60	0,33	1,12	1,16
<i>Xylosma</i> sp.	2,90	2,49	0,41	0,66	0,68	0,53	0,82	0,62	1,57	1,44

Fonte: Pesquisa de campo.

As folhas possuem uma capacidade fotossintética, o qual determina uma correlação extremamente alta com os teores dos nutrientes, especialmente com o N e mecanismos fisiológicos ainda não compreendidos (VITOUSEK; SANFORD, 1986).

Esse fato também foi observado por CLEVELARIO JÚNIOR (1996) em uma Floresta Tropical Úmida Baixo Montana, pois além das folhas, de uma forma geral, os teores mais elevados de todos os macronutrientes foram também encontrados no sub-bosque.

Os teores de Ca mais elevados na casca das espécies estudadas em relação aos outros componentes, é devido ao Ca estar associado à parede celular, não sendo redistribuído, ocorrendo a diminuição do teor com o desenvolvimento da planta (LAMBERS, CHAPIN III; PONS, 2000).

Os teores mais elevados de alguns nutrientes nas folhas, em relação a outros componentes da biomassa (Tabelas 17, 18 e 19) tornam as folhas um componente com potencial para ciclagem de nutrientes, embora represente um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores (Tabela 6).

No geral, a Floresta Ombrófila Mista Montana, apresentou teores médios de N, P, K e Mg nas folhas superiores quando comparados com os demais componentes da biomassa. Os teores médios nas folhas e miscelânea de S foram praticamente iguais, porém os teores de Ca na casca foram superiores aos demais componentes da biomassa, ou seja, 8,1; 2,65; 2,1; 2,6 vezes superior na madeira, galhos, folhas e miscelânea, respectivamente (Tabela 20).

Analisando-se somente os componentes madeira e casca, os teores médios de todos aos macronutrientes foram maiores na casca que na madeira (Tabela 20), pois a casca é composta por tecidos fisiologicamente muito mais ativos que os do lenho. Essa observação também foi constatada por CLEVELARIO JÚNIOR (1996) em uma Floresta Tropical Úmida Baixo Montana. Segundo esse autor essa diferença de teor entre a casca e a madeira é mais intensa para Ca e menos pronunciada para K. Para a floresta em estudo, foi mais intensa para Ca e N e menos intensa para P, S e Mg (Tabela 20).

TABELA 20 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Madeira do fuste	N	P	K	Ca	Mg	S
Média	3,20	0,35	6,09	2,41	1,02	0,85
Desvio padrão	1,57	0,46	1,53	1,59	1,06	0,81
Erro padrão	0,51	0,06	0,98	0,39	0,16	0,14
Coefficiente de variação (%)	48,91	131,69	25,07	65,85	103,65	94,69
Limite inferior	1,64	0,11	4,56	0,82	0,04	0,05
Limite superior	4,77	0,80	7,62	4,00	2,08	1,66
-----						
Casca						
Média	8,29	0,41	6,89	19,59	1,54	1,36
Desvio padrão	4,12	0,17	1,67	11,24	1,03	0,62
Erro padrão	1,35	0,07	1,12	3,18	0,25	0,22
Coefficiente de variação (%)	49,66	41,41	24,18	57,36	66,95	45,61
Limite inferior	4,17	0,24	5,22	8,35	0,51	0,74
Limite superior	12,41	0,58	8,56	30,82	2,58	1,98
-----						
Galhos						
Média	6,63	0,54	7,34	7,33	1,22	1,05
Desvio padrão	3,54	0,22	1,52	3,61	0,56	0,60
Erro padrão	1,08	0,09	1,19	1,19	0,20	0,17
Coefficiente de variação (%)	53,36	41,02	20,73	49,33	46,12	56,57
Limite inferior	3,09	0,32	5,82	3,71	0,66	0,46
Limite superior	10,17	0,76	8,86	10,94	1,78	1,65
-----						
Folhas						
Média	21,90	1,38	10,30	9,26	3,28	2,01
Desvio padrão	6,92	0,53	4,33	3,26	1,59	0,72
Erro padrão	3,51	0,22	1,65	1,48	0,53	0,32
Coefficiente de variação (%)	31,61	38,49	42,06	35,18	48,51	35,61
Limite inferior	14,98	0,85	5,97	6,00	1,69	1,30
Limite superior	28,82	1,91	14,63	12,52	4,88	2,73
-----						
Miscelânea						
Média	15,04	1,09	7,90	7,43	1,78	2,03
Desvio padrão	5,45	0,30	1,34	2,62	0,64	0,63
Erro padrão	2,44	0,18	1,28	1,21	0,29	0,33
Coefficiente de variação (%)	36,24	27,35	16,93	35,28	36,12	31,14
Limite inferior	9,59	0,79	6,57	4,81	1,13	1,40
Limite superior	20,49	1,38	9,24	10,05	2,42	2,66

Fonte: Pesquisa de campo.

Deve ser ressaltado que os teores de nutrientes na casca e na madeira podem apresentar variações com a idade e o tamanho das árvores, pois árvores menores

tendem a apresentar maiores teores. Em algumas florestas, os teores de K na madeiras são altos relativamente, sendo inclusive maior que o do Ca (CLEVELARIO JÚNIOR, 1996).

Os teores médios dos macronutrientes, observados nesse estudo (Tabela 20) estão de acordo com os resultados obtidos para outras espécies florestais ou florestas, por exemplo, Bosque Pluvial de Terras Baixas (RODRIGUES JIMÉNEZ, 1988); plantações jovens com espécies arbóreas (MONTAGNINI; SANCHO, 1993); *Mimosa scabrella* (BAGGIO, 1994); povoamentos puros mistos de *Eucalyptus saligna* e *Acacia mearnsii* (VEZZANI, 1997); espécies da Floresta Tropical Úmida (STANLEY; MONTAGNINI, 1999); *Acacia mearnsii* (CALDEIRA et al., 2000a; 2000b; PEREIRA et al., 2000).

DRUMOND et al. (1997a) estudando os teores dos macronutrientes em 10 espécies de maior IVI na Mata Atlântica, Mata Média Alta com bambuzóides e graminóides, em Minas Gerais observaram que as folhas, seguidas dos galhos, foram os componentes que, de modo geral, apresentam os teores mais elevados e a madeira, os mais baixos. Os teores de Ca na casca foram uma exceção a essa afirmativa, visto que eles foram, em geral, superior os teores nos galhos e nas folhas.

Os maiores teores de Mg foram observados nas folhas (Tabela 20). Essa observação é óbvia, pois o mesmo faz parte do componente fotossintético, ou seja, da estrutura da clorofila *a* e *b* (SALISBURY; ROSS, 1999). Isso também foi observado em diferentes espécies e idades (TURVEY; SMETHURST, 1994; DRUMOND et al., 1997a). Os teores de Ca e Mg foliares podem variar de acordo com a época do ano (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1996), com a idade das folhas e entre procedências (CALDEIRA, 1998; CALDEIRA et al., 1999a; 1999b).

As necessidades de nutrientes, por parte das árvores, são bastante variáveis de espécie para espécie. Conforme LAMBERS, CHAPIN III e PONS (2000) as espécies

diferem no que se refere ao teor dos nutrientes minerais em seus tecidos, sendo que isso dependente do meio ambiente, distribuição para madeira e tecidos vivos, estágio de desenvolvimento e espécies.

As informações sobre os teores e a capacidade de reciclagem de nutrientes nas espécies estudadas ajudam a melhorar estratégias de manejo, assim como os efeitos benéficos das espécies sobre a fertilidade do solo evitando, assim, uma deterioração do sítio em termos de nutrientes no momento da colheita.

Os teores médios de macronutrientes encontrados nas folhas das espécies estudadas estão dentro dos limites encontrados em florestas naturais. Resultados encontrados para os teores médios de N nas folhas, estão dentro dos limites daqueles observados em Florestas Tropicais Úmidas (VITOUSEK; SANFORD, 1986) e Floresta Mesófila Seca (MARLIN; MEDINA, 1981), conforme a Tabela 21.

Os teores médios de P nas folhas, no presente estudo, em geral, foram maiores em relação à Floresta Tropical Úmida (VITOUSEK; SANFORD, 1986) e a Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas (BONGERS; POPMA, 1988). Porém, foram menores quando em comparação com a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas em diferentes estádios (BOEGER, 2000). Segundo TURNER, ONG e TAN (1995) esses baixos teores de P nas folhas são comuns nesse tipo de floresta; as florestas tropicais litorâneas possuem baixo suprimento de P.

Os teores de K nas folhas foram altos quando comparados com os de outras florestas tropicais e alguns casos similares (Tabela 21). Comparando os teores de K foliares na Floresta Ombrófila Mista Montana com a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, observou-se baixos teores deste macronutriente. Conforme BOEGER (2000) isto pode estar relacionado com grande mobilidade deste macronutriente, uma vez que ele não possui função estrutural nas plantas e tende a acumular no suco vacuolar (MALAVOLTA, 1980), tornando-se assim facilmente lixiviável.

Os teores médios de Ca e Mg nas folhas ficaram abaixo da média mencionada por VITOUSEK e SANFORD (1986) e RODRÍGUES JIMÉNEZ (1988) para maioria das florestas tropicais. Ao contrário, os teores de Ca nas folhas foram superiores na Floresta Densa de Terras Baixas nos três estádios (BOEGER, 2000).

A faixa de variação dos teores de Mg na literatura é relativamente estreita quando comparada à de outros macronutrientes. Esse indicador é, provavelmente, decorrência da participação deste macronutriente na clorofila, molécula essencial à fotossíntese.

TABELA 21 – TEORES MÉDIOS (g.kg<sup>-1</sup>) DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM FLORESTAS TROPICAIS

continua								
Floresta	Local	Nº sp.	N	P	K	Ca	Mg	S
Este estudo	Paraná	39	21,90	1,38	10,30	9,26	3,28	2,01
<sup>1</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas	Nova Guiné	10	15,5	0,71	3,3	...	...	...
<sup>2</sup> Caatinga	Amazonas	12	8,3	0,4	8,9	3,5	...	...
<sup>3</sup> Mesófila Seca	Venezuela	7	21,0	1,6	...	13,9	...	...
<sup>3</sup> Esclerófila Seca	Venezuela	4	11,8	0,7	...	13,9	...	...
<sup>4</sup> Restinga	Malásia	9	8,7	0,22	3,50	7,5	2,0	...
<sup>5</sup> Tropical Úmida – solos com fertilidade moderada	Panamá	...	...	1,5	15,3	22,9	2,6	...
	Chana	...	25,2	1,4	8,5	15,4	4,8	...
	Venezuela	...	25,4	1,5	15,2	15,0	4,8	...
<sup>5</sup> Tropical Úmida – solos com fertilidade moderada	New Britain	...	20,8	1,5	16,7	20,4	3,0	...
	Zaire	...	24,5	1,2	19,2	7,0	8,8	...
	...	...	10,2	0,6	6,0	6,0	2,3	...
<sup>5</sup> Tropical Úmida – solos de fertilidade baixa (oxisols/ultisols)	Venezuela	...	12,7	0,6	4,6	1,9	1,0	...
	Venezuela	...	17,8	0,6	3,8	1,1	1,1	...
	Brasil	...	18,4	0,5	5,0	4,2	2,9	...
	Colombia	...	19,3	0,7	5,4	5,0	2,2	...
<sup>6</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas	México	68	17,4	1,3	10,5	...	...	...
<sup>7</sup> Bosque Pluvial de Terras Baixas	Colômbia	77	14,6	0,8	6,1	34,4	15,1	...
<sup>8</sup> Tropical Úmida	...	...	15,5	1,1	11,5	1,6	5,0	...

TABELA 21 – TEORES MÉDIOS (g.kg<sup>-1</sup>) DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM FLORESTAS TROPICAIS

Floresta	Local	Nº sp.	N	P	K	Ca	Mg	conclusão	
								S	
<sup>9</sup> Restinga Paludosa	Paraná	9	14,4	0,4	5,2	4,9	2,5	...	
<sup>9</sup> Restinga Seca		19	10,8	0,3	5,1	5,4	4,5	...	
<sup>10</sup> Floresta Tropical Úmida Baixo Montana	Brasil	...	18,2	0,75	11,3	7,5	3,3	...	
<sup>11</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas – estágio inicial		4	11,85	0,18	3,16	8,48	4,52	...	
<sup>11</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas – estágio intermediário	Paraná	8	12,01	0,21	3,34	6,08	3,46	...	
<sup>11</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas – estágio avançado		11	14,02	0,24	5,24	7,41	2,84	...	

Fonte: <sup>1</sup>CRUBB, P.J. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains: with special reference to mineral nutrition. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 8, p. 83-107, 1977.

<sup>2</sup>SOBRADO, M.A.; MEDINA, E. General morphology, anatomical structure, and nutrient content of sclerophyllous leaves of the “bana” vegetation of Amazonas. **Oecologia**, Berlin, v. 45, p. 341-345, 1980.

<sup>3</sup>MARLIN, D.; MEDINA, E. Duracion foliar, contenido de nutrientes y esclerofilia en arboles de un bosque muy seco tropical. **Acta Cient. Venezolana**, Caracas, v. 32, p. 508-514, 1981.

<sup>4</sup>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.

<sup>5</sup>VITOUSEK e SANFORD (1986).

<sup>6</sup>BONGERS, F.; POPMA, J. Leaf characteristics of the tropical rain forest flora of Los Tuxtlas, Mexico. In: BONGERS, F.; POPMA, J. (Ed.) **Trees and gaps in a mexican tropical rain forest**. Mexico: Netherlands Organization for the Advancement of Pure Research, 1988.

<sup>7</sup>RODRIGUES J. (1988).

<sup>8</sup>NOIJ, J.G.A.M. et al. Modeling nutrient and moisture cycling in tropical forests. **Tropenbos Serie**, Wageningen, v. 4, 1993.

<sup>9</sup>BRITEZ (1994).

<sup>10</sup>CLEVELARIO JÚNIOR (1996).

<sup>11</sup>BOEGER (2000).

Em relação ao S, são raros os resultados com os teores deste macronutriente em espécies de florestas naturais (Tabela 22). Os teores médios de S nas folhas encontradas neste trabalho estão dentro dos limites para duas espécies, *Carapa guianensis* Aubl. e *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, da Floresta Primária de Terra Firme da Amazônia Ocidental. As espécies nativas *Carapa guianensis* e *Cedrelinga*



*catenaeformis* apresentaram maiores teores de S em folhas velhas, ao contrário das exóticas *Eucalyptus deglupta* e *Gmelina arborea*, conforme MAGALHÃES (1994).

Comparando-se os teores de nutrientes nas folhas de algumas espécies da Floresta Ombrófila Mista Montana (Tabelas 17, 18 e 19) com as mesmas espécies ou gêneros, porém em outros tipos de florestas, observam-se diferenças e similaridades nos teores dos macronutrientes (Tabela 22).

Deve-se também ressaltar que as diferenças entre os teores foliares entre as espécies que constam na Tabela 22 podem estar ligadas à disponibilidade dos bioelementos nos solos onde foram realizadas as investigações (VITOUSEK; SANFORD, 1986). Segundo BOEGER (2000) os teores de K no solo de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas são considerados baixos, ao contrário do Ca e Mg. Solos arenosos e bem drenados, em particular possuem capacidade limitada para reter e manter determinados nutrientes (WAMBEKE, 1992).

Um aspecto importante que deve ser considerado sobre os teores não similares dos macronutrientes, especialmente do P e K em *Ilex theezans* e *Ocoeta pulchela* é a estação do ano na qual foram coletadas as amostras de folhas. As coletas, no estudo de BOEGER (2000) foram realizadas no outono (abril/1996), após o período de floração e frutificação da maioria das espécies. Isto implica na redistribuição de determinados macronutrientes como P e K para outras partes, como por exemplo, os frutos, o que poderia provocar uma diminuição dos teores desse macronutrientes nas folhas (SALISBURY; ROSS, 1999). As coletas de folhas do presente estudo, para a análise nutricional, foram realizadas durante o primeiro semestre de 2001 (janeiro a julho).

Os maiores teores de Mg foram observados nas folhas (Tabelas 17, 18 e 19). Essa observação é óbvia, pois o mesmo faz parte do componente fotossintético, ou seja, da estrutura da clorofila *a* e *b* (SALISBURY; ROSS, 1999). Isso também foi

observado em diferentes espécies e idades (TURVEY; SMETHURST, 1994; DRUMOND et al., 1997a). Os teores de Ca e Mg nas folhas podem variar de acordo com a época do ano (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1996), com a idade das folhas e entre procedências (CALDEIRA et al., 1999a; 1999b).

TABELA 22 – TEORES MÉDIOS (g.kg<sup>-1</sup>) DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAIS

Espécie/floresta	Local	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Araucaria angustifolia</i>		14,62	1,44	9,64	14,34	3,76	1,42
<i>Ilex paraguariensis</i>		25,58	1,17	16,04	8,03	4,93	1,76
<i>Ilex theezans</i>	General	24,57	1,12	6,76	10,70	8,00	2,25
<i>Mimosa scabrella</i>	Carneiro, PR	37,60	13,73	7,54	6,84	1,50	1,62
<i>Ocotea pulchella</i>		20,25	0,91	9,46	8,13	2,39	2,12
<i>Sloanea lasiocoma</i>		14,36	1,04	7,22	9,30	2,52	1,72
<sup>1</sup> <i>Ilex paraguariensis</i> – Povoamentos naturais <sup>(1)</sup>	Mandirituba, PR	20,60	1,45	17,2	5,20	3,75	...
<sup>2</sup> <i>Ilex paraguariensis</i> - Povoamentos com 9 anos de idade <sup>(1)</sup>	Teixeira Soares, PR	23,90	1,10	14,85	6,35	5,45	...
<sup>2</sup> <i>Ilex paraguariensis</i> - Povoamentos com 12 anos de idade <sup>(1)</sup>		23,10	1,10	12,8	6,50	5,50	...
<sup>3</sup> <i>Ilex theezans</i> – Floresta Planície Litorânea Restinga Baixa <sup>(1)</sup>	Paranaguá, PR	8,6	0,2	4,9	5,3	4,1	...
<sup>3</sup> <i>Ocotea pulchella</i> – Floresta Planície Litorânea Restinga Baixa <sup>(1)</sup>		14,4	0,4	2,9	2,5	3,0	...
<sup>3</sup> <i>Ocotea pulchella</i> – Floresta Planície Litorânea Restinga Alta <sup>(1)</sup>		16,4	0,5	3,7	7,4	4,9	...
<sup>4</sup> <i>Mimosa scabrella</i> - Povoamentos explorados no sistema tradicional	Região Metropolitana Curitiba, PR	29,49	1,34	7,88	2,93	1,67	0,94

continua

TABELA 22 – TEORES MÉDIOS (g.kg<sup>-1</sup>) DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAIS

							continuação	
Espécie/floresta	Local	N	P	K	Ca	Mg	S	
<sup>5</sup> <i>Ocotea odorifera</i> – Mata Atlântica, Mata Média Alta	Parque Estadual do Rio Doce, MG	24,05	0,93	4,21	3,16	2,19	...	
<sup>5</sup> <i>Sloanea</i> sp. - Mata Atlântica, Mata Média Alta,		25,51	0,82	12,11	10,35	3,95	...	
<hr/>								
<sup>6</sup> <i>Ocotea pulchela</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio inicial		13,44	0,20	3,75	6,06	3,17	...	
<sup>6</sup> <i>Ilex theezans</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio inicial		9,17	0,15	2,30	7,71	6,25	...	
<sup>6</sup> <i>Ocotea pulchela</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio intermediário	Paranaguá, PR	14,25	0,21	3,21	2,58	2,13	...	
<sup>6</sup> <i>Ilex theezans</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio intermediário		13,07	0,18	3,37	6,15	5,50	...	
<sup>6</sup> <i>Ocotea pulchela</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio avançado		17,59	0,31	4,57	2,96	1,67	...	
<sup>6</sup> <i>Ilex theezans</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio avançado		11,03	0,20	4,45	5,90	4,69	...	
<hr/>								
<sup>7</sup> <i>Ilex theezans</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio inicial		10,52	0,44	2,88	8,06	4,08	...	
<sup>7</sup> <i>Ilex theezans</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio intermediário	Paranaguá, PR	12,16	0,55	3,98	6,29	3,89	...	
<sup>7</sup> <i>Ocotea pulchela</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio intermediário		14,79	0,72	3,72	3,97	1,09	...	
<sup>7</sup> <i>Ocotea pulchela</i> – Floresta Densa de Terras Baixas - estágio avançado		15,32	0,59	4,80	11,0	0,70	...	

TABELA 22 – TEORES MÉDIOS (g.kg<sup>-1</sup>) DE MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAIS

Espécie/floresta	Local	N	P	K	Ca	Mg	conclusão
							S
<sup>8</sup> <i>Araucaria angustifolia</i> - Povoamento com 14 anos de idade	Quedas do Iguaçu, PR	14,40	2,95	14,6	16,5	2,93	3,60
<sup>8</sup> <i>Araucaria angustifolia</i> - Povoamento com 28 anos de idade		13,30	1,30	13,70	8,90	3,70	1,00

Fonte: <sup>1</sup>REISSMANN et al. Avaliação das exportações de macronutrientes pela exploração de erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE PERSPECTIVAS FLORESTAIS: ILVICULTURA DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10., 1985, Curitiba. *Anais...* Curitiba: EMBRAPA/CNPF, 1985. p. 128-139.

<sup>2</sup>CAMPOS (1991).

<sup>3</sup>BRITEZ (1994).

<sup>4</sup>BAGGIO (1994).

<sup>5</sup>DRUMOND et al. (1997a).

<sup>6</sup>BOEGER (2000).

<sup>7</sup>PINTO (2001).

<sup>8</sup>SCHUMACHER et al. (2002a; 2002b).

Nota: (1) Valores médios referentes a duas épocas de coleta.

A diferenciação dos teores dos macronutrientes entre as espécies da Floresta Ombrófila Mista Montana sugere que ecossistemas com florestas naturais poderiam apresentar maior estabilidade do que plantios homogêneos de *Pinus*, *Eucalyptus* e *Acacia*, por exemplo. Essa estabilidade seria decorrente de uma ciclagem de nutrientes mais equilibrada e mais cooperativa, em que as espécies com maior capacidade de absorção colocariam em disponibilidade, mais tarde, parte desses nutrientes para espécies com menor capacidade de absorção, e espécies mais exigentes em termos qualitativos, em comparação com as menos exigentes, se manteriam dentro do ecossistema, evitando sua perda, por exemplo, via lixiviação. Assim, conforme DRUMOND et al. (1997a) o capital de nutrientes em florestas heterogêneas seria maior do que em florestas homogêneas, que apresentam maior seletividade nutricional.

Alguns resultados apresentados na Tabela 23 merecem ser comentados como, por exemplo, para todos os macronutrientes analisados, a maioria das espécies foram

classificadas em função dos teores médios que apresentam nas folhas, ou seja, 74,3% das espécies foram classificadas com teores médios de N; 76,9% com teores médios de P; 82,0% com teores médios de K; 71,8% com teores médios de Ca; 69,2% com teores médios de Mg e 76,9% com teores médios de S.

TABELA 23 – CLASSIFICAÇÃO DOS TEORES DOS MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001<sup>(1)</sup>

Espécie	N <sup>(2)</sup>	P <sup>(3)</sup>	K <sup>(4)</sup>	Ca <sup>(5)</sup>	Mg <sup>(6)</sup>	continua
						S <sup>(7)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	médio	alto	médio	médio	alto	alto
<i>Araucaria angustifolia</i>	baixo	médio	médio	alto	médio	médio
<i>Calyptanthus concinna</i>	baixo	baixo	médio	médio	médio	alto
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	médio	médio	baixo	médio	médio	médio
<i>Casearia decandra</i>	médio	médio	médio	alto	médio	médio
<i>Clethra scabra</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Cupania vernalis</i>	médio	médio	médio	médio	alto	alto
<i>Dicksonia sellowiana</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Drimys brasiliensis</i>	médio	médio	médio	baixo	médio	baixo
<i>Ilex dumosa</i>	médio	médio	médio	médio	alto	médio
<i>Ilex microdonta</i>	médio	baixo	médio	médio	alto	médio
<i>Ilex paraguariensis</i>	médio	médio	alto	médio	alto	médio
<i>Ilex theezans</i>	médio	médio	médio	médio	alto	médio
<i>Jacaranda puberula</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Lamanonia ternata</i>	baixo	médio	médio	alto	médio	médio
<i>Lithraea brasiliensis</i>	médio	médio	médio	baixo	médio	médio
<i>Matayba elaeagnoides</i>	médio	alto	médio	médio	alto	médio
<i>Mimosa scabrella</i>	alto	médio	médio	médio	baixo	médio
<i>Myrcia</i> sp.	baixo	baixo	médio	médio	baixo	baixo
<i>Myrsine ferruginea</i>	médio	médio	alto	médio	baixo	médio
<i>Myrsine umbellata</i>	baixo	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Nectandra megapotamica</i>	médio	médio	médio	baixo	baixo	médio
<i>Ocotea porosa</i>	médio	médio	médio	médio	baixo	médio
<i>Ocotea puberula</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Ocotea pulchella</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Persea major</i>	médio	médio	médio	alto	médio	médio
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	médio	médio	médio	baixo	médio	médio

TABELA 23 – CLASSIFICAÇÃO DOS TEORES DOS MACRONUTRIENTES NAS FOLHAS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001<sup>(1)</sup>

Espécie	N <sup>(2)</sup>	P <sup>(3)</sup>	K <sup>(4)</sup>	Ca <sup>(5)</sup>	Mg <sup>(6)</sup>	conclusão
						S <sup>(7)</sup>
<i>Prunus brasiliensis</i>	médio	médio	médio	baixo	médio	baixo
<i>Quillaja brasiliensis</i>	médio	baixo	médio	médio	médio	médio
<i>Sapium glandulatum</i>	alto	alto	alto	médio	médio	médio
<i>Schinus terebinthifolius</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Sebastiania commersoniana</i>	médio	médio	médio	médio	médio	baixo
<i>Sloanea lasiocoma</i>	baixo	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Styrax leprosus</i>	médio	médio	baixo	médio	médio	médio
<i>Symplocos celastrina</i>	médio	alto	alto	médio	médio	alto
<i>Symplocos uniflora</i>	médio	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Vernonia discolor</i>	alto	alto	alto	baixo	médio	alto
<i>Xylosma sp.</i>	baixo	médio	médio	alto	médio	médio

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Teores em g.kg<sup>-1</sup>

(2) Alto: > 28,82; Médio ≤ 28,82 ≥ 14,98; Baixo < 14,98; (3) Alto: > 1,91; Médio ≤ 1,91 ≥ 0,85; Baixo < 0,85; (4) Alto: > 14,63; Médio ≤ 14,63 ≥ 5,97; Baixo < 5,97; (5) Alto: > 12,52; Médio ≤ 12,52 ≥ 6,00; Baixo < 6,00; (6) Alto: > 4,88; Médio ≤ 4,88 ≥ 1,69; Baixo < 1,69; (7) Alto: > 2,73; Médio ≤ 2,73 ≥ 1,30; Baixo < 2,30.

A Tabela 23 mostra que poucas espécies foram classificadas com teores de macronutrientes alto nas folhas. Somente três espécies foram classificadas com teores alto de N (*Mimosa scabrella*, *Sapium glandulatum* e *Xylosma sp.*). O alto teor de N nas folhas de *Mimosa scabrella* pode ser justificado pela capacidade que a mesma possui de fixar N<sub>2</sub> através do efeito sinérgico da associação com bactérias diazotróficas.

Em relação aos outros macronutrientes, cinco espécies foram classificadas com teores alto de P (*Allophyllus edulis*, *Matayba elaeagnoides*, *Sapium glandulatum*, *Symplocos celastrina* e *Vernonia discolor*); cinco espécies foram classificadas com teores alto de K (*Ilex paraguariensis*, *Myrsine ferruginea*, *Sapium glandulatum*, *Symplocos celastrina* e *Vernonia discolor*); cinco espécies foram classificadas com teores alto de Ca (*Araucaria angustifolia*, *Casearia decandra*, *Lamanonia ternata*,

*Persea major*, *Xylosma* sp.); sete espécies foram classificadas com teores alto de Mg (*Allophyllus edulis*, *Cupania vernalis*, *Ilex dumosa*, *Ilex microdonta*, *Ilex paraguariensis*, *Ilex theezans*) e cinco espécies foram classificadas com teores alto de S (*Allophyllus edulis*, *Calyptranthes concinna*, *Cupania vernalis*, *Symplocos celastrina*, *Vernonia discolor*).

Analisando-se as espécies separadamente, o gênero *Ilex* apresenta teores considerados médios de N, Ca e S e alto teores de Mg. O gênero *Ocotea* apresenta teores de N, P, K, Ca e S médios, exceto *Ocotea porosa* que apresenta teores baixo de Mg. As espécies *Sebastiania brasiliensis* e *Sebastiania commersoniana* apresentaram teores considerados médios de todos os macronutrientes, exceto *Sebastiania commersoniana*, onde o teor de S foi considerado baixo. Algumas espécies alternaram altos e baixos teores, como por exemplo, *Sapium glandulatum* que apresentou altos teores de N, P e K e baixos teores de Ca, Mg e S.

#### 4.8 CONTEÚDO E DISTRIBUIÇÃO DOS MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm)

Independentemente da espécie, o conteúdo de macronutrientes na biomassa, em valores absolutos, foi maior na biomassa lenhosa (biomassa de madeira do fuste + casca + galhos) (Tabela 24 e Apêndices 3, 4 e 5).

A divisão usual e comum de biomassa de copa e de fuste não foi possível fazer neste estudo, devido a metodologia utilizada. Mesmo assim, vários trabalhos feitos com diferentes espécies registram que os maiores conteúdos de nutrientes estão na biomassa do fuste (madeira + casca).

O conteúdo total de todas as espécies estudadas seguiu a seguinte ordem decrescente: galhos > madeira do fuste > casca > folhas > miscelânea para N, K, Mg e

S. Para o P, a ordem foi: galhos > madeira do fuste > folhas > casca > miscelânea e para o Ca: galhos > casca > madeira do fuste > folhas > miscelânea. No que diz respeito ao conteúdo da biomassa total (madeira do fuste + casca + galhos + folhas + miscelânea) a ordem decrescente foi: K > N > Ca > S > Mg > P. No entanto, considerando à biomassa do material lenhoso, a ordem decrescente dos conteúdos dos macronutrientes foi: K > Ca > N > S > Mg > P, existindo uma pequena diferença entre N (350,22 kg) e Ca (353,28 kg) (Apêndices 3, 4 e 5).

Com relação ao conteúdo de macronutrientes nas espécies amostradas para cada componente, bem como biomassa total e lenhosa, três espécies *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Ocotea porosa*, evidenciaram maior contribuição, estas espécies juntas, contribuíram com mais de 50% em relação ao conteúdo total de cada macronutrientes, ou seja, 62,0% para N; 53,7% para P; 61,7% para K; 64,5% para Ca; 57,5% para Mg e 70,3% para S.

Analisando-se todas as espécies, o conteúdo de Ca nas folhas de *Araucaria angustifolia* (9,4 kg.ha<sup>-1</sup>) superou os demais macronutrientes, exceto o conteúdo de N que foi similar (9,6 kg.ha<sup>-1</sup>).

No que diz respeito ao componente casca, o Ca foi o macronutriente que apresentou o maior conteúdo, principalmente em *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa*. De um modo geral, as cascas das árvores são acumuladoras de Ca. Espécies do gênero *Cecropia* e *Didymopanax*, estabelecidas em Florestas Secundárias do Suriname também são acumuladoras de Ca na casca (STARK, 1970) e em árvores de Floresta de Várzea em Manaus (KLINGE, FURCH; HARMS, 1984).

O conteúdo de nutrientes é consequência de seus teores e da proporção de biomassa, e esse é um dos motivos pelos quais *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Ocotea porosa* se destacaram nesse quesito. No entanto, a grande heterogeneidade do material em estudo quanto ao crescimento, compartimentação da



biomassa e outras características bem distintas favoreceu a evidência de diferentes quantidades de nutrientes pelas espécies conforme mostram os Apêndices 3, 4 e 5.

Observando-se o conteúdo total de macronutrientes nas espécies, verifica-se que *Campomanesia xanthocarpa* apresentou conteúdos de K (33,2 kg), Ca (33,9 kg); Mg (6,9 kg) e S (7,3 kg) praticamente iguais.

O conteúdo total e a proporção de todos os macronutrientes na biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm) foi maior nos galhos. Em média, 79,6% dos macronutrientes foram acumulados na biomassa lenhosa, que representa 32,3 % da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm). Porém, 13,6% dos macronutrientes foram acumulados na biomassa não lenhosa (folhas), a qual representa 2,4% da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm) (Tabela 24). A maior quantidade e a proporção de todos os macronutrientes está na biomassa lenhosa, exceto o S.

TABELA 24 – CONTEÚDO TOTAL (kg.ha<sup>-1</sup>) E PROPORÇÃO (%) DE MACRONUTRIENTES NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Comp. biomassa	N		P		K		Ca		Mg		S	
	kg.ha <sup>-1</sup>	%	kg.ha <sup>-1</sup>	%	kg.ha <sup>-1</sup>	%	kg.ha <sup>-1</sup>	%	kg.ha <sup>-1</sup>	%	kg.ha <sup>-1</sup>	%
Madeira do fuste	314,41	23,3	20,10	23,7	543,51	38,2	168,68	13,0	53,82	27,0	27,2	35,4
Casca	157,95	11,7	5,6	6,7	144,2	10,1	387,1	29,8	28,13	14,1	9,24	12,0
Galhos	743,68	55,2	50,1	59,0	669,27	47,0	670,83	51,7	98,61	49,5	36,42	47,4
Folhas	100,03	7,4	6,88	8,1	50,49	3,5	54,62	4,2	15,59	7,8	2,74	3,6
Miscelânea	31,60	2,4	2,1	2,5	16,15	1,2	16,28	1,3	3,09	1,6	1,29	1,7
<b>Total</b>	<b>1.347,6</b>		<b>84,9</b>		<b>1.423,6</b>		<b>1.297,6</b>		<b>199,2</b>		<b>76,9</b>	
<b>Lenhoso<sup>(1)</sup></b>	<b>1.216,0</b>	<b>90,2</b>	<b>75,8</b>	<b>89,4</b>	<b>1.356,9</b>	<b>95,3</b>	<b>1.226,6</b>	<b>64,5</b>	<b>180,5</b>	<b>90,6</b>	<b>36,4</b>	<b>47,4</b>

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos.

O conteúdo total dos macronutrientes analisados em ordem decrescente foi: K > N > Ca > Mg > P > S. Essa seqüência não foi similar àquelas observadas em Florestas Tropicais Úmidas em solos de fertilidade moderada na Venezuela e Ghana

(Ca > N > K > Mg > P) (VITOUSEK; SANFORD, 1986) e no Bosque Pluvial de Terras Baixas (Ca > N > K > Mg > P) (RODRIGUES JIMÉNEZ, 1988). Porém, algumas Florestas Tropicais Úmidas estabelecidas em solos com baixa fertilidade no Brasil e Venezuela apresentam seqüência similar (N > K > Ca > Mg > P) (VITOUSEK; SANFORD, 1986).

Estudo realizado por DRUMOND et al. (1997a) na Mata Atlântica resultou na conclusão de que o conteúdo de nutrientes na biomassa acima do solo, em valores absolutos, foi maior nos troncos. Porém, em termos relativos, a copa das árvores acumula a maior proporção de nutrientes. Embora, a copa represente, em média 16% da biomassa total, ela continha em torno de 40% de cada um dos nutrientes analisados. Isto, segundo POGGIANI (1985) corresponde à porção de nutrientes mais rapidamente ciclada no ecossistema, sendo utilizado para manutenção do equilíbrio nutricional do sítio.

A seqüência de macronutrientes do presente estudo não foi similar à de florestas naturais estudadas por DRUMOND (1996). Na biomassa total das florestas naturais, o conteúdo total de N foi o que mais se evidenciou, seguido de Ca, K, Mg e S. Essa seqüência também foi observada por GOLLEY et al. (1978) em Floresta Tropical Úmida. Nas florestas plantadas, as árvores também seguem essa seqüência. Também não foi similar a uma espécie estudada no Amazonas por NEVES, REISSMANN e DÜNISCH (2001); a seqüência de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn com 43 e 55 meses de idade foi N > Ca > K > Mg > P > S.

A Tabela 24 mostra que o maior conteúdo de Ca estava nos galhos, fato este também observado por NEVES, REISSMANN e DÜNISCH (2001) em *Ceiba pentandra* com 55 meses de idade. O tronco seguido dos galhos, foram os que acumularam maior conteúdo de Ca, porém com 43 meses de idade os maiores

conteúdos desse macronutriente foram encontrados na casca seguido das folhas mais o pecíolo.

HERRERA (1985) observou que 80,0% do Ca total existente nos ecossistemas florestais foi armazenado na vegetação, sendo que 60,0% deste acumularam-se nos galhos e casca das plantas, fato esse também verificado neste estudo, conforme mostra a Tabela 24.

Em relação ao N, os maiores conteúdos foram na madeira do fuste e galhos (Tabela 25). HERRERA et al. (1978) comenta que grandes quantidades de N são armazenadas nos galhos e casca das árvores da Floresta Amazônica, pois esses componentes são os principais caminhos de escoamento da água da chuva até o solo.

#### 4.9 MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm)

Na biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm), os teores e os conteúdos de macronutrientes seguiram a seguinte ordem decrescente: N > K > Ca > S > Mg > P (Tabela 25). O N e o K juntos contribuíram com mais de 65% do conteúdo total de macronutrientes na biomassa, ou seja, 76,3% para biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm).

CLEVELARIO JÚNIOR (1996) observou que a heterogeneidade do material que compõe a vegetação do sub-bosque da Floresta Tropical Úmida Baixo Montana refletiu na variação encontrada nos teores de Ca, K e P, pois para Mg, Na e N os teores foram similares em todas as parcelas. Para o Mg isso talvez esteja associado à necessidade deste macronutriente para plantas que vivem sob intenso sombreamento (GOLLEY et al., 1978), tendo, portanto, de aproveitar ao máximo a pouca luz que recebem.

TABELA 25 – TEORES ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Macronutriente	Biomassa Acima do Solo (DAP < 10,0 cm)	
	Teor	Conteúdo
N	12,43	271,61
P	0,85	18,47
K	9,30	203,10
Ca	2,99	65,31
Mg	1,15	25,04
S	1,77	38,59

Fonte: Pesquisa de campo.

São raros os trabalhos sobre a determinação de biomassa em florestas naturais e mais raros no que diz respeito à biomassa de sub-bosque. Portanto, se torna muito difícil fazer comparações e certas analogias. Mesmo assim, um dos estudos mais completos, realizado em um Bosque Pluvial de Terras Baixas (RODRIGUES JIMÉNEZ, 1988), evidencia que o conteúdo dos macronutrientes na biomassa do sub-bosque ( $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$ ) segue a mesma ordem do presente estudo, evidenciando que independente do tipo de floresta e da metodologia aplicada a ordem dos macronutrientes segue um padrão nas Florestas Tropicais Úmidas. Isto se confirma através da revisão sobre ciclagem de nutrientes feita por VITOUSEK e SANFORD (1986).

A seqüência dos conteúdos dos macronutrientes na biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm) da floresta em estudo foi igual à da Floresta Tropical Úmida Baixo Montana.

#### 4.10 MACRONUTRIENTES NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO (até 0,5 m de profundidade)

A Tabela 26 mostra que os teores e os conteúdos de macronutrientes na biomassa radicial seguiram a seguinte ordem decrescente: N > K > Ca > S > Mg > P. O N e o K juntos contribuíram com mais de 65% do conteúdo total de macronutrientes na biomassa, isto é, 67,0% para as raízes.

TABELA 26 – TEORES (g.kg<sup>-1</sup>) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES (kg.ha<sup>-1</sup>) NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Macronutriente	Biomassa Abaixo do Solo	
	Teor	Conteúdo
N	7,95	321,46
P	0,51	20,81
K	6,89	278,62
Ca	4,23	171,03
Mg	0,86	34,66
S	1,69	68,38

Fonte: Pesquisa de campo.

Os estudos sobre a quantificação de biomassa radicial na literatura são raros. No entanto, um dos estudos mais completos, realizado em um Bosque Pluvial de Terras Baixas foi feito por RODRIGUES JIMÉNEZ (1988). Esse estudo evidencia que os conteúdos dos macronutrientes na biomassa radicial (N > K > Ca > Mg > P) segue a mesma ordem do presente trabalho, evidenciando que independente do tipo do diâmetro das raízes, da floresta e da metodologia utilizada a ordem dos macronutrientes segue um padrão nas Florestas Tropicais Úmidas. Essa constatação pode ser confirmada através da revisão feita por VITOUSEK e SANFORD (1986) sobre ciclagem de nutrientes.

A seqüência dos conteúdos dos macronutrientes na biomassa radicial da floresta em estudo diferiu um pouco à da Floresta Tropical Úmida Baixo Montana. Segundo CLEVELARIO JÚNIOR (1996) o conteúdo de macronutrientes na biomassa radicial da Floresta Tropical Úmida Baixo Montana apresentou a seguinte seqüência:  $N > Ca > K > Mg > P$ .

Os teores, bem como os conteúdos, de macronutrientes na biomassa radicial da floresta do presente estudo foram maiores do que aos da Floresta Tropical Úmida Baixo Montana. Tal diferença pode estar relacionada com a espécie e com o diâmetro das raízes. Conforme CLEVELARIO JÚNIOR (1996) as raízes grossas (> 1,0 cm de diâmetro) são mais lignificadas que as finas (< 1,0 cm de diâmetro), o que implica na maior presença de tecidos de sustentação, em geral mortos. Portanto, é de se esperar que os teores de N e P sejam menores nas raízes mais grossas. Quanto ao Ca, sua presença em compostos de membrana e na parede celular tende a equilibrar os teores em raízes finas e grossas.

#### 4.11 MACRONUTRIENTES E CARBONO ORGÂNICO NA SERAPILHEIRA ACUMULADA

A Tabela 27 evidencia claramente que a serapilheira acumulada é a principal via de transferência de N, K e Ca e carbono orgânico para o solo, demonstrando assim a importância do material formado da serapilheira no processo de ciclagem biogeoquímica de nutrientes em sítios florestais, principalmente para o N, o K e o Ca (GRUSAK; POMPER, 1999).

A serapilheira é a principal via de transferência de nutrientes, independente de ser acumulada numa floresta natural ou em povoamentos, conforme mostram os trabalhos de BAGGIO e CARPANEZZI (1997) com *Mimosa scabrella*; RODRIGUES

JIMÉNEZ. (1988) com Bosque Pluvial de Terras Baixas; DRUMOND et al. (1997b) com diferentes coberturas florestais; CLEVELARIO JÚNIOR (1996) em uma Floresta Tropical Úmida Baixo Montante; FROUFE et al. (1998) com *Eucalyptus grandis* e *Albizia guachapele* cultivados em sistemas puros e consorciados; PAGANO e DURIGAN (2000) com Mata Ciliar e SCHUMACHER et al. (2002a; 2002b) com *Araucaria angustifolia*.

TABELA 27 – TEORES E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MACRONUTRIENTES E CARBONO ORGÂNICO NA SERAPILHEIRA ACUMULADA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Carbono/nutriente	Teor (g.kg <sup>-1</sup> )	Conteúdo (kg.ha <sup>-1</sup> )
C	379,20	3.029,80
N	11,97	95,66
P	0,68	5,43
K	5,67	45,32
Ca	4,61	36,84
Mg	0,95	7,56
S	1,85	14,75

Fonte: Pesquisa de campo.

Analisando-se os teores de macronutrientes da serapilheira acumulada da floresta em estudo observa-se que N, Ca e Mg apresentaram valores menores e P e K valores altos, em relação à serapilheira acumulada da Mata Salão Dourado e da Mata Bombaça (DRUMOND, 1996).

Diferentes teores, bem como conteúdos, de macronutrientes na serapilheira acumulada podem estar relacionados com a mobilidade dos bioelementos dentro da planta, por exemplo o K, tornando-o sujeito à lixiviação. A alta variabilidade dos teores de K na serapilheira, segundo NEVES (2000) e PAGANO e DURIGAN (2000), entre as épocas de avaliação, guarda relação com a variação da precipitação pluviométrica, o que se explica pela sua alta suscetibilidade à lixiviação via lavagem de folhas e de serapilheira, que decorrem do fato de o K não participar de compostos

orgânicos, ocorrendo na forma solúvel ou adsorvido no suco celular (MARSCHNER, 1997). A ciclagem do K na relação solo-planta, é mais rápida do que a de outros nutrientes, por se tratar de um cátion monovalente (JORDAN, 1985). No entanto, macronutrientes como Ca, Mg e S, embora considerados como moderadamente laváveis, segundo TUKEY JÚNIOR e TUKEY<sup>23</sup>, citado por PAGANO e DURIGAN (2000) mostram amplitudes de variação dos teores bem menores.

Considerando somente os macronutrientes, o Ca apresentou o terceiro maior teor e conteúdo na serapilheira acumulada, fato este que pode estar relacionado com a sua pouca mobilidade nos tecidos vegetais e com a longevidade das folhas. Nesse sentido, é de se esperar que quanto mais velha for a folha maior será o seu teor de Ca. A baixa mobilidade deste macronutriente dentro dos tecidos vegetais é citada como um fator (NILSSON et al., 1995) que determina que a maior quantidade de ciclagem deste nutriente na natureza seja feita pela queda e decomposição dos tecidos vegetais senescentes.

Os baixos teores de K na serapilheira acumulada, estão relacionados com taxas pequenas desse nutriente na ciclagem biogeoquímica, contrariamente às de Ca, nutriente cujos teores na serapilheira acumulada são muitas vezes superiores aos existentes nos componentes da biomassa acima do solo. A ciclagem biogeoquímica, de modo geral, é a via pela qual os nutrientes de baixa mobilidade na planta são ciclados, uma vez que para esses nutrientes a ciclagem bioquímica torna-se pouca expressiva, contrariamente ao que ocorre para nutrientes de alta mobilidade na planta.

Com a finalidade de estudar melhor o padrão de ciclagem de nutrientes, NILSSON et al. (1995) mostraram que principalmente K e Mg, dependendo da

---

<sup>23</sup> TUKEY JÚNIOR, H.B.; TUKEY, H.B. The loss of organic and inorganic material by leaching from leaves and other above-ground plants parts. In: **Radioisotopes in soil-plant nutrition studies**. International Atomic Energy Agency, p.289-302, 1962.



capacidade de suporte do substrato, são preferencialmente redistribuídos no interior da planta ratificando os baixos teores destes nutrientes observados neste estudo.

De uma forma geral, pode-se dizer que o conjunto de nutrientes disponíveis na serapilheira acumulada, bem como no solo representam o total dos nutrientes que serão acessíveis para a vegetação do ecossistema. Neste contexto, esses reservatórios representam uma porção de nutrientes que circulam no ecossistema e sobre a qual a vegetação exerce uma participação direta, pois os componentes não se encontram fixados na biomassa viva.

#### 4.12 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES ( $IEM_{acro}$ ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO ( $DAP \geq 10,0$ cm)

A quantidade de biomassa produzida em kg pelas espécies amostradas na Floresta Ombrófila Mista Montana por kg de nutriente utilizado variou, conforme pode ser observado nas Tabelas 28, 29 e 30. As variações do  $IEM_{acro}$  entre as espécies também são consequência dos teores dos nutrientes e da biomassa produzida. De acordo com LAMBERS, CHAPIN III e PONS (2000) as espécies diferem no que se refere à capacidade de absorção dos nutrientes e no uso de eficiência de utilização dos mesmos. Nesse processo, ou seja, no índice de eficiência de nutrientes (IEN), dois fatores são importantes: o primeiro ligado aos fatores genéticos das espécies (diferenciações genéticas entre as espécies) e o segundo às condições climáticas (aclimatação das espécies).

As espécies, de uma maneira geral, utilizaram mais eficientemente os nutrientes para a formação da biomassa, na seguinte ordem decrescente:  $P > S > Mg > Ca > K > N$  (Tabelas 28, 29 e 30). Nota-se algumas semelhanças na ordem de  $EUM_{acro}$  entre as espécies estudadas com os resultados encontrados por DRUMOND (1996) para

espécies com plantios puros e mistos e DRUMOND et al. (1997a) em dez espécies não leguminosas da Mata Atlântica e procedências australianas de *Acacia mearnsii* (CALDEIRA, RONDON NETO; SCHUMACHER, 2002a).

Para N, a espécie que apresentou índice de eficiência alta desse nutriente para a produção de biomassa total foi *Xylosma* sp. e para P, *Mimosa scabrella*. O menor índice de eficiência de P para a produção de biomassa total foi observado nas espécies *Sapium glandulatum*, *Dicksonia sellowiana* e *Allophylus edulis*.

TABELA 28 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE N E P NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	N	P	N	P	N	P
<i>Allophylus edulis</i>	180	1.728	35	515	102	978
<i>Araucaria angustifolia</i>	300	7.155	68	694	253	3.988
<i>Calyptranthes concinna</i>	489	1.376	72	1.408	330	1.395
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	146	4.255	46	775	109	1.734
<i>Casearia decandra</i>	219	4.380	35	754	146	2.500
<i>Clethra scabra</i>	278	3.705	43	617	204	2.372
<i>Cupania vernalis</i>	285	3.681	54	535	171	2.285
<i>Dicksonia sellowiana</i>	246	912	47	581	132	815
<i>Drimys brasiliensis</i>	342	10.217	46	592	671	1.732
<i>Ilex dumosa</i>	201	8.121	47	952	174	2.063
<i>Ilex microdonta</i>	393	9.008	64	1.277	188	3.436
<i>Ilex paraguariensis</i>	233	4.123	39	857	158	2.336
<i>Ilex theezans</i>	670	4.172	41	893	670	3.114
<i>Jacaranda puberula</i>	139	2.956	53	775	134	1.685
<i>Lamanonia ternata</i>	431	7.484	69	1.031	215	3.830
<i>Lithraea brasiliensis</i>	447	4.750	47	595	261	2.283
<i>Matayba elaeagnoides</i>	265	5.233	39	518	225	4.206
<i>Mimosa scabrella</i>	173	10.099	27	579	102	6.141
<i>Myrcia</i> sp	413	3.703	89	1.493	290	2.627
<i>Myrsine ferruginea</i>	268	4.931	41	526	183	2.404
<i>Myrsine umbellata</i>	374	1.805	71	1.095	273	2.407
<i>Nectandra megapotamica</i>	251	6.722	40	958	129	2.541

continua

TABELA 28 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE N E P NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão					
	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	N	P	N	P	N	P
<i>Ocotea porosa</i>	151	5.063	42	987	132	2.776
<i>Ocotea puberula</i>	177	5.943	38	694	114	2.810
<i>Ocotea pulchella</i>	271	6.047	49	1.105	144	2.667
<i>Persea major</i>	225	967	59	1.064	406	1.213
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	266	5.561	35	752	169	3.846
<i>Prunus brasiliensis</i>	334	8.273	36	1.020	158	3.306
<i>Quillaja brasiliensis</i>	303	12.020	39	1.205	139	4.196
<i>Sapium glandulatum</i>	235	430	29	512	158	469
<i>Schinus Terebinthifolius</i>	217	3.315	38	885	161	3.020
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	793	3.125	51	952	658	2.476
<i>Sebastiania commersoniana</i>	151	1.230	36	613	132	1.272
<i>Sloanea lasiocoma</i>	246	2.437	70	962	229	2.129
<i>Styrax leprosus</i>	352	3.837	54	680	202	2.523
<i>Symplocos celastrina</i>	337	9.939	53	328	200	2.676
<i>Symplocos uniflora</i>	353	4.974	53	823	186	3.742
<i>Vernonia discolor</i>	325	3.090	30	346	230	2.609
<i>Xylosma sp</i>	4.593	4.360	1.370	1.064	2.769	2.387

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) madeira do fuste + casca; (2) fuste + galhos + folhas.

No entanto, o menor índice de eficiência de N para a produção de biomassa total foi observada em *Allophyllus edulis*, *Mimosa scabrella* e *Campomanesia xanthocarpa* (Tabela 28).

Analisando todas as espécies, verifica-se que *Xylosma sp.* apresentou índice de eficiência alta de N para a produção de biomassa do fuste, folhas e total. O N possui índice de eficiência relativamente baixa em relação aos outros macronutrientes, devido aos altos teores nas folhas verdes e redistribuição interna, voltando ao solo através da serapilheira, sendo assim novamente integrado ao ciclo biogeoquímico.

Analisando-se o índice de eficiência de cada macronutriente para a produção de biomassa de cada componente, as espécies *Drimys brasiliensis*, *Mimosa scabrella*, *Prunus brasiliensis*, *Quillaja brasiliensis* e *Symplocos celastrina* apresentaram índice

de eficiência alta de P na produção de biomassa do fuste em relação as demais espécies e macronutrientes na produção de biomassa total. Porém, pode-se observar na Tabela 28 que as espécies que apresentaram índice de eficiência baixa de P para a produção de biomassa do fuste, em ordem decrescente foram: *Sapium glandulatum*, *Dicksonia sellowiana* e *Persea major*.

CALDEIRA, RONDON NETO e SCHUMACHER (2002a) encontraram índice de eficiência alta de P para a produção de biomassa total acima do solo em três procedências australianas de *Acacia mearnsii*. Essa constatação também foi observada no estudo feito por DRUMOND et al. (1997a) com espécies da Mata Atlântica. Tal fato foi confirmado por VITOUSEK (1984), onde o P foi o único dos elementos que nas florestas tropicais apresentou uma elevada eficiência de utilização, principalmente em áreas onde este se encontra em baixos teores.

Algumas espécies podem apresentar índice de eficiência alta de P e K para a produção de biomassa total, mesmo estando estabelecida em solo com baixos teores desse macronutrientes. DRUMOND et al. (1997a) evidenciaram que, ao contrário do K, Ca e Mg, o estoque de P no solo ficou abaixo do valor encontrado na biomassa acima do solo de espécies da Mata Atlântica, justificando os altos valores de eficiência na utilização deste nutriente.

TABELA 29 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE K E Ca NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	K	Ca	K	Ca	K	Ca
<i>Allophyllus edulis</i>	182	161	98	99	150	127
<i>Araucaria angustifolia</i>	153	114	104	70	145	120
<i>Calyptranthes concinna</i>	183	375	117	107	164	215
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	142	463	775	95	145	143
<i>Casearia decandra</i>	107	94	70	70	116	74

continua

TABELA 29 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE K E Ca NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão					
	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	K	Ca	K	Ca	K	Ca
<i>Clethra scabra</i>	117	316	82	108	121	342
<i>Cupania vernalis</i>	178	175	91	124	161	116
<i>Dicksonia sellowiana</i>	130	484	73	106	112	278
<i>Drimys brasiliensis</i>	611	1.549	110	256	176	386
<i>Ilex dumosa</i>	170	492	89	120	156	188
<i>Ilex microdonta</i>	193	140	143	85	163	84
<i>Ilex paraguariensis</i>	158	279	62	125	136	232
<i>Ilex theezans</i>	192	165	148	93	192	121
<i>Jacaranda puberula</i>	186	494	128	139	169	272
<i>Lamanonia Ternata</i>	149	191	163	62	133	104
<i>Lithraea brasiliensis</i>	153	202	86	193	138	192
<i>Matayba elaeagnoides</i>	185	100	105	122	149	126
<i>Mimosa scabrella</i>	146	348	133	146	144	182
<i>Myrcia</i> sp	167	360	115	155	150	259
<i>Myrsine ferruginea</i>	135	232	67	122	117	178
<i>Myrsine umbellata</i>	156	120	104	102	147	121
<i>Nectandra megapotamica</i>	175	445	107	173	151	210
<i>Ocotea porosa</i>	151	503	101	150	151	209
<i>Ocotea puberula</i>	134	386	88	123	123	220
<i>Ocotea pulchella</i>	147	180	106	123	148	153
<i>Persea major</i>	145	163	100	70	157	128
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	146	880	103	276	133	674
<i>Prunus brasiliensis</i>	682	515	123	218	253	312
<i>Quillaja brasiliensis</i>	193	310	115	122	156	238
<i>Sapium glandulatum</i>	125	202	44	88	107	177
<i>Schinus Terebinthifolius</i>	183	200	101	133	153	195
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	183	163	137	81	173	136
<i>Sebastiania commersoniana</i>	190	492	112	103	187	337
<i>Sloanea lasiocoma</i>	156	139	139	108	153	128
<i>Styrax leprosus</i>	132	278	170	86	144	180
<i>Symplocos celastrina</i>	181	225	68	95	158	199
<i>Symplocos uniflora</i>	150	308	142	111	142	229
<i>Vernonia discolor</i>	149	462	39	169	134	568
<i>Xylosma</i> sp	141	213	118	53	153	146

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) madeira do fuste + casca; (2) fuste + galhos + folhas.

O K e o Ca apresentaram índice de eficiência baixa na produção de biomassa (Tabela 29), exceto para *Drimys brasiliensis* que apresentou índice de eficiência alta de Ca para a produção de biomassa de fuste. MORAIS et al. (1990) também verificaram que o *Eucalyptus citriodora*, plantado em Viçosa, MG foi pouco eficiente na utilização de K para a produção de biomassa acima do solo. Essa afirmação também pode ser constada em algumas espécies da Mata Atlântica (DRUMOND et al. 1997a) e em *Acacia mearnsii* (CALDEIRA, RONDON NETO; SCHUMACHER, 2002a)

Em se tratando do índice de eficiência de K para a produção de biomassa total as espécies *Sapium glandulatum* e *Prunus brasiliensis*, apresentaram, respectivamente, menor e maior índice. No que se refere ao índice de eficiência de Ca, *Casaria decandra* apresentou índice baixo para a produção de biomassa total e *Piptocarpha angustifolia* e *Vernonia discolor* índice alto.

Para algumas espécies, o Ca foi o elemento com índice de eficiência baixo para a produção de biomassa do fuste, quando comparado aos demais componentes da biomassa. Isso talvez seja devido ao elevado teor de Ca na casca, que se deve em parte a imobilização desse macronutriente no floema, principalmente na forma de oxalato de cálcio, fato esse também observado por CALDEIRA, RONDON NETO; SCHUMACHER (2002a) em procedências de *Acacia mearnsii*, no Rio Grande do Sul.

Na Tabela 30, pode-se observar que as espécies, *Myrsine ferruginea*, *Nectandra megapotamica* e *Vernonia discolor* apresentaram índice de eficiência alta Mg para a produção de biomassa total. Porém, somente quatro espécies, *Sloanea lasiocoma*, *Matayba elaeagnoides*, *Prunus brasiliensis* e *Lamanonia ternata*, apresentaram índice de eficiência alta de S para a produção de biomassa total. De acordo com CALDEIRA, RONDON NETO; SCHUMACHER (2002a), depois do P, o

S foi o nutriente mais eficientemente utilizado pelas três procedências de *Acacia mearnsii* para produção de biomassa, principalmente na produção de madeira do fuste.

Para a produção de biomassa do fuste somente duas espécies apresentam índice de eficiência alta de Mg e S e para a produção de biomassa de folhas, também duas espécies, *Sebastiania commersoniana* e *Prunus brasiliensis*, apresentaram índice de eficiência alta de S.

Em síntese, as Tabelas 28, 29 e 30 mostram que *Prunus brasiliensis* apresentou índice de eficiência alta de K e S para a produção de biomassa total e *Vernonia discolor* índice de eficiência alta de Ca e Mg para a produção de biomassa total.

TABELA 30 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE Mg E S NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	Mg	S	Mg	S	Mg	S
<i>Allophylus edulis</i>	734	1.671	180	312	633	766
<i>Araucária angustifolia</i>	1.167	1.020	266	704	878	896
<i>Calyptranthes concinna</i>	6.126	251	377	358	1.736	295
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	697	657	518	481	695	667
<i>Casearia decandra</i>	333	700	251	521	376	642
<i>Clethra scabra</i>	434	735	241	508	503	826
<i>Cupania vernalis</i>	814	2.156	192	305	809	1.462
<i>Dicksonia sellowiana</i>	471	777	261	543	404	713
<i>Drimys brasiliensis</i>	377	1.663	308	917	534	991
<i>Ilex dumosa</i>	613	1.996	146	597	512	1.173
<i>Ilex microdonta</i>	840	2.322	197	591	649	1.432
<i>Ilex paraguariensis</i>	697	1.644	203	568	613	1.467
<i>Ilex theezans</i>	421	1.174	125	444	401	1.032
<i>Jacaranda puberula</i>	1.606	2.218	301	709	922	1.027
<i>Lamanonia ternata</i>	492	3.853	272	709	427	2.199
<i>Lithraea brasiliensis</i>	1.299	2.954	559	637	1.099	1.611
<i>Matayba elaeagnoides</i>	587	2.764	176	386	653	2.577
<i>Mimosa scabrella</i>	1.918	2.395	665	619	1.347	1.605
<i>Myrcia</i> sp	1.222	2.674	662	816	1.547	937
<i>Myrsine ferruginea</i>	3.260	353	713	406	2.271	410

continua

TABELA 30 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE Mg E S NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão					
	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	Mg	S	Mg	S	Mg	S
<i>Myrsine umbellata</i>	2.273	2.290	385	488	1.482	1.182
<i>Nectandra megapotamica</i>	5.098	1.609	620	508	2.285	1.582
<i>Ocotea porosa</i>	7.764	530	711	459	1.913	617
<i>Ocotea puberula</i>	207	1.953	532	508	484	1.661
<i>Ocotea pulchella</i>	1.551	548	418	472	1.269	754
<i>Persea major</i>	3.658	1.209	435	465	1.192	1.499
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	2.546	1.516	385	451	1.604	1.023
<i>Prunus brasiliensis</i>	2.765	2.010	265	1.124	1.404	2.206
<i>Quillaja brasiliensis</i>	3.103	684	518	444	1.433	930
<i>Sapium glandulatum</i>	1.415	819	243	583	1.044	703
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1.185	848	552	483	1.064	883
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1.001	2.006	252	658	830	1.883
<i>Sebastiania commersoniana</i>	950	2.382	227	1.923	881	2.321
<i>Sloanea lasiocoma</i>	1.081	3.043	397	581	1.122	2.621
<i>Styrax leprosus</i>	1.501	2.949	575	680	959	1.670
<i>Symplocos celastrina</i>	3.233	2.529	476	218	1.791	1.573
<i>Symplocos uniflora</i>	2.081	615	244	385	1.591	652
<i>Vernonia discolor</i>	3.602	1.479	538	364	2.129	1.917
<i>Xylosma sp.</i>	2.283	1.547	345	402	1.336	1.565

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) madeira do fuste + casca; (2) fuste + galhos + folhas.

Segundo DRUMOND (1996) a eficiência de uso de nutrientes varia com a espécie e com o tipo de vegetação. As espécies da mata natural consomem mais nutrientes do as espécies de plantios puros. Isso, possivelmente, ocorre em virtude da maior disponibilidade dos nutrientes no solo, decorrente de uma ciclagem e liberação mais uniforme dos mesmos.

As diferenças no  $IEM_{acro}$ , entre as espécies estudadas podem ser devidas ao reflexo de uma adaptação às perdas anuais de nutrientes e ao aumento da reutilização dos mesmos. Portanto, uma menor perda dos elementos que forma a serapilheira, principalmente o componente folha, e a alta redistribuição dos nutrientes antes da



derrubada das folhas são estratégias que as espécies podem utilizar para aumentar a conservação dos nutrientes nos componentes das árvores.

#### 4.13 MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm)

##### 4.13.1 Teores de Micronutrientes por Espécie

Os teores de micronutrientes nos componentes da biomassa acima do solo (DAP  $\geq$  10,0 cm) seguiram o mesmo padrão dos teores dos macronutrientes, ou seja, apresentaram diferenças nos teores entre as espécies, bem como entre os componentes da biomassa (Tabelas 31 e 32).

Em se tratando de teores de B, Cu e Fe nas folhas, foi observado uma certa homogeneidade entre as espécies, mais notadamente em relação ao B. Os maiores teores de B nas folhas foram observados em três espécies *Casearia decandra*, *Sebastiania brasiliensis* e *Vernonia discolor*. Teores similares desse micronutriente foram observados em duas espécies, *Allophylus edulis* e *Xylosma* sp. e os menores em *Ocotea porosa*. As espécies *Allophylus edulis*, *Matayba elaeagnoides*, *Schinus terebinthifolius* e *Styrax leprosus* apresentaram teores de Cu similares nas folhas. *Sebastiania commersoniana* foi a única espécie que apresentou menores teores Cu nas folhas.

Em relação aos teores de Fe nas folhas das espécies estudadas, a Tabela 31 mostra que sete apresentaram teores  $< 100,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ , sendo que as demais apresentaram teores acima de  $100,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Algumas espécies como *Clethra scabra* e *Sloanea lasiocoma* apresentaram altos teores de B na madeira, porém *Lamanonia ternata*, *Myrsine ferruginea*, *Styrax*

*leprosus*, *Araucaria angustifolia* seguidas de outras apresentaram menores teores na madeira.

TABELA 31 – TEORES MÉDIOS DE B, Cu E Fe (mg.kg<sup>-1</sup>) NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	continua														
	Folhas			Madeira do fuste			Casca			Galhos			Miscelânea		
	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe
<i>Allophylus edulis</i>	48,82	7,50	705,67	8,29	3,50	71,77	48,11	8,67	233,33	23,90	5,33	225,33	38,56	11,37	1.873,33
<i>Araucaria angustifolia</i>	26,42	5,17	149,67	5,72	2,90	149,67	9,96	2,80	274,50	10,83	11,17	179,33	15,87	5,10	426,50
<i>Calyptanthus concinna</i>	24,85	17,25	226,50	14,73	1,80	44,00	10,58	7,65	229,50	5,83	4,40	148,00	31,51	17,20	1.000,00
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	73,86	7,62	96,00	5,93	2,56	64,50	26,63	8,20	860,00	18,77	5,90	143,00	36,93	6,60	1.118,00
<i>Casearia decandra</i>	160,78	23,99	316,35	6,09	3,17	40,03	43,87	9,20	358,00	20,92	6,84	498,43	42,01	13,01	1.136,67
<i>Clethra scabra</i>	20,78	7,41	524,00	30,36	4,52	225,48	41,86	4,70	207,00	11,99	3,74	69,00	36,78	6,52	985,00
<i>Cupania vernalis</i>	47,79	8,90	151,67	6,19	4,00	64,27	30,49	7,80	77,17	19,15	5,30	114,67	26,16	7,15	1.520,00
<i>Dicksonia sellowiana</i>	39,16	17,26	661,67	18,05	22,77	481,20	...	...	...	...	...	...	42,00	18,60	3.433,33
<i>Drimys brasiliensis</i>	32,98	13,25	597,00	6,27	6,80	194,00	17,38	4,90	233,00	21,62	7,80	211,00	25,36	9,70	2.040,00
<i>Ilex dumosa</i>	49,82	11,78	78,70	7,16	1,80	88,30	23,47	10,64	154,50	15,69	6,53	145,33	31,41	17,86	1.503,33
<i>Ilex microdonta</i>	57,43	6,49	60,50	6,50	0,61	36,67	70,32	1,87	124,33	25,60	4,10	111,67	14,34	4,23	942,67
<i>Ilex paraguariensis</i>	42,87	16,66	171,67	11,46	3,98	173,13	20,48	11,23	251,00	15,48	9,63	86,83	21,03	18,13	1.730,00
<i>Ilex theezans</i>	85,12	10,20	130,00	7,78	1,40	141,00	35,90	3,20	152,00	16,64	3,50	108,00	26,63	6,80	2.000,00
<i>Jacaranda puberula</i>	49,35	7,15	253,50	9,59	6,60	253,00	42,69	13,55	369,50	28,69	19,20	132,50	21,12	11,65	1.340,00
<i>Lamanonia ternata</i>	43,67	6,50	174,00	4,64	0,86	94,00	20,70	17,56	471,00	13,72	7,00	101,00	18,43	7,44	1.720,00
<i>Lithraea brasiliensis</i>	33,44	14,90	130,33	8,32	4,27	93,33	24,51	6,40	348,33	14,92	7,87	332,33	37,19	11,07	633,33
<i>Matayba elaeagnoides</i>	35,90	7,55	130,50	10,29	3,74	104,00	30,68	15,00	81,50	17,23	3,80	60,00	32,50	13,90	2.400,00
<i>Mimosa scabrella</i>	29,40	15,70	331,67	5,86	2,70	237,00	22,36	7,40	448,33	11,69	5,60	180,13	37,12	25,00	1.500,00
<i>Myrcia</i> sp.	75,85	22,80	149,50	6,63	6,03	56,00	18,83	10,03	231,67	8,89	5,71	110,00	32,59	20,83	1.166,67
<i>Myrsine ferruginea</i>	49,00	10,17	156,67	4,72	2,00	455,00	16,30	6,53	208,33	17,84	4,47	73,75	11,78	10,40	715,00
<i>Myrsine umbellata</i>	22,48	11,07	320,33	13,65	3,70	59,00	19,55	8,53	304,00	11,58	6,41	209,00	40,61	20,90	1.300,00
<i>Nectandra megapotamica</i>	34,40	8,87	172,67	9,57	3,02	35,73	22,26	5,25	219,50	17,02	13,50	86,00	26,63	10,46	1.200,00
<i>Ocotea porosa</i>	16,69	11,40	316,33	5,05	2,33	61,67	19,68	11,49	167,53	19,09	8,17	255,20	31,14	10,73	1.100,00
<i>Ocotea puberula</i>	30,08	8,02	166,73	19,17	4,93	102,60	9,31	7,80	213,33	14,10	8,10	66,40	19,59	10,15	633,33
<i>Ocotea pulchella</i>	44,16	9,43	137,55	8,47	3,43	148,00	37,40	8,18	102,00	21,50	9,92	50,40	52,15	10,45	632,50
<i>Persea major</i>	23,47	10,40	279,00	20,45	6,48	215,00	18,78	8,45	108,00	16,94	7,50	268,00	19,63	15,63	1.280,00
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	24,36	24,20	207,00	11,21	6,11	64,33	28,24	9,07	243,33	19,86	11,63	394,00	33,00	19,70	757,67
<i>Prunus brasiliensis</i>	23,59	8,29	78,95	5,86	1,80	41,30	4,89	5,12	30,48	17,83	6,60	88,80	25,67	7,45	2.880,00

TABELA 31 – TEORES MÉDIOS DE B, Cu E Fe (mg.kg<sup>-1</sup>) NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão														
	Folhas			Madeira do fuste			Casca			Galhos			Miscelânea		
	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe	B	Cu	Fe
<i>Quillaja brasiliensis</i>	42,76	7,80	77,00	5,86	1,00	34,00	17,23	3,20	42,00	14,30	4,50	59,00	35,04	8,50	1.215,00
<i>Sapium glandulatum</i>	65,45	7,03	111,27	22,24	1,93	43,67	23,47	5,63	159,33	47,50	12,87	85,33	14,10	8,92	1.446,00
<i>Schinus terebinthifolius</i>	24,57	8,70	50,00	14,15	10,20	143,00	5,59	9,44	28,30	16,05	7,80	462,00	58,71	13,10	420,00
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	124,25	9,10	149,00	10,57	2,26	87,00	32,34	10,20	191,00	20,85	6,00	110,00	40,79	18,90	4.000,00
<i>Sebastiania commersoniana</i>	28,40	1,84	47,00	5,59	2,70	84,00	33,18	11,20	78,00	25,36	9,23	686,00	34,19	9,30	1.810,00
<i>Sloanea lasiocoma</i>	12,28	40,00	108,00	26,31	4,60	93,00	1,84	7,60	80,00	26,47	8,50	86,00	22,08	17,20	100,00
<i>Styrax leprosus</i>	30,86	8,70	147,50	5,18	2,90	60,00	23,13	8,20	162,50	19,70	8,21	298,33	30,04	19,00	1.960,00
<i>Symplocos celastrina</i>	42,04	13,00	190,00	9,87	1,50	40,00	21,92	5,76	59,00	13,43	4,40	40,00	...	...	...
<i>Symplocos uniflora</i>	30,04	9,88	610,85	12,09	2,51	97,00	20,42	1,97	192,00	19,17	8,49	285,80	27,94	13,43	1.235,67
<i>Vernonia discolor</i>	100,24	15,80	420,00	9,87	1,00	33,00	40,97	3,14	117,00	16,94	3,70	96,60	31,01	7,20	1.334,00
<i>Xylosma sp.</i>	48,30	7,90	160,00	9,45	0,66	18,60	28,88	1,64	100,00	12,56	2,30	798,00	26,47	4,48	354,00

Fonte: Pesquisa de campo.

Os teores de Cu na madeira, no geral, foram menores quando comparados com os demais micronutrientes da biomassa. Somente duas espécies apresentaram altos teores de Cu na madeira do fuste, *Dicksonia sellowiana* e *Schinus terebinthifolius*, sendo que os teores de Cu em *Dicksonia sellowiana* foram mais que o dobro em relação a *Schinus terebinthifolius*.

Observa-se na Tabela 31 que algumas espécies apresentaram teores de B, Cu e Fe na madeira iguais ou semelhantes, tais como *Prunus brasiliensis* e *Quillaja brasiliensis* em relação ao B; *Quillaja brasiliensis* e *Vernonia discolor* em relação ao Cu e *Campomanesia xanthocarpa*, *Cupania vernalis*, *Piptocarpha angustifolia*; (*Quillaja brasiliensis* e *Vernonia discolor*) em relação ao Fe.

Na casca, os maiores teores de B, Cu e Fe foram encontrados nas espécies *Allophylus edulis* e *Vernonia discolor*; *Lamanonia ternata* e *Matayba elaeagnoides*; *Campomanesia xanthocarpa* e *Lamanonia ternata*. Ao contrário, os menores teores de B, Cu e Fe foram observados em *Sloanea lasiocoma*; *Ilex microdonta*, *Symplocos uniflora* e *Xylosma* sp.; *Schinus terebinthifolius*, *Prunus brasiliensis* e *Quillaja brasiliensis*. As espécies *Myrcia* sp. e *Persea major*; *Ocotea pulchella* e *Styrax leprosus* apresentaram, teores semelhantes de B e Cu na casca, respectivamente.

De todas as espécies estudadas, *Calypttranthes concinna* apresentou o menor teor de B nos galhos, enquanto que *Sapium glandulatum* o menor teor de B nos galhos. Teores similares de B nos galhos foram observados em *Clethra scabra*, *Mimosa scabrella* e *Myrsine umbellata*; *Ilex microdonta* e *Sebastiania commersoniana* e teores similares de Cu nos galhos foram constatados nas espécies *Clethra scabra* e *Vernonia discolor*. Os teores de Cu nos galhos das espécies apresentaram uma certa variação; sendo que *Jacaranda puberula* apresentou os maiores teores, enquanto os menores teores foram observados em *Xylosma* sp. Nos galhos, os teores de Fe não apresentaram homogeneidade entre as espécies, sendo que os menores teores foram encontrados em *Symplocos celastrina* e *Ocotea pulchella* e os maiores em *Xylosma* sp. e *Sebastiania commersoniana*.

As espécies *Ilex dumosa*, *Ocotea porosa*, *Matayba elaeagnoides* e *Myrcia* sp. apresentaram teores de B na miscelânea similares. No entanto, os menores teores de B

foram observados em *Myrsine ferruginea* e *Schinus terebinthifolius* e os maiores em *Ocotea pulchella*. O componente miscelânea da *Mimosa scabrella* foi o que apresentou maiores teores de Cu. Teores similares deste micronutriente na miscelânea foram observados em *Myrcia* sp., *Myrsine umbellata*, *Nectandra megapotamica* e *Ocotea pulchella*.

Algumas espécies da floresta em estudo apresentaram diferentes teores de Fe no componente miscelânea, como por exemplo, *Sebastiania brasiliensis* e *Dicksonia sellowiana* que apresentaram maiores teores e *Sloanea lasiocoma* menores. De todas as espécies, somente três apresentaram teores de Fe semelhantes, *Lithraea brasiliensis*, *Ocotea puberula* e *Ocotea pulchella*.

Os teores de Fe foram maiores em todos os componentes, principalmente na miscelânea. Este fato pode ser atribuído a dois fatores, o primeiro devido a precipitações atmosféricas e o segundo à metodologia utilizada, onde miscelânea foi classificada como musgos, líquens, lianas, bromélias, orquídeas e às vezes, frutos e flores.

Estudo realizado por RODRÍGUES JIMÉNEZ (1988) em um Bosque Pluvial de Terras Baixas na Colômbia conclui que de todos os micronutrientes analisados (Mn, Fe e Zn) os teores altos de Fe foram maior na vegetação associada (líquens, musgos e lianas) e não nos ramos finos, casca, fuste.

Analisando-se separadamente Mn e Zn, a Tabela 32 mostra, de uma maneira geral, que os teores de Mn são mais altos em todos os componentes da biomassa, sendo mais alto na miscelânea e folhas de algumas espécies.

Duas espécies do gênero *Ilex* apresentaram maiores teores de Mn nas folhas, além de outras como *Quillaja brasiliensis*, *Xilosma* sp., *Vernonia discolor* e *Sloanea lasiocoma*. Teores similares de Mn nas folhas foram observados em *Calyptanthes concinna* e *Clethra scabra* e teores similares de Zn nas folhas em *Myrcia* sp., *Sloanea lasiocoma*, *Myrsine umbellata* e *Sebastiania commersoniana*. Contudo, *Ilex theezans* em relação às outras espécies, apresentou teores alto de Zn nas folhas.

TABELA 32– TEORES MÉDIOS DE Mn E Zn (mg.kg<sup>-1</sup>) NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Folhas		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea	
	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn
<i>Allophyllus edulis</i>	160,67	54,67	22,67	40,90	63,67	27,06	40,77	18,70	169,20	109,33
<i>Araucaria angustifolia</i>	787,67	16,79	142,93	54,62	370,50	17,00	238,33	14,72	235,00	21,70
<i>Calyptanthes concinna</i>	850,00	11,76	281,00	7,33	540,00	4,12	424,50	6,43	1.000,00	24,50
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	113,00	23,70	68,50	16,95	99,00	23,00	183,90	48,31	120,00	92,30
<i>Casearia decandra</i>	922,50	25,68	130,87	83,94	473,33	142,67	362,33	75,90	827,33	82,67
<i>Clethra scabra</i>	845,00	20,14	44,00	39,00	1.440,00	59,00	650,00	19,00	798,20	82,36
<i>Cupania vernalis</i>	927,67	29,10	106,67	14,10	317,33	18,78	268,00	17,67	305,00	14,80
<i>Dicksonia sellowiana</i>	325,00	20,84	620,55	41,20	...	...	...	...	529,67	26,77
<i>Drimys brasiliensis</i>	756,00	55,89	155,00	22,40	609,00	10,50	770,00	19,30	729,00	68,00
<i>Ilex dumosa</i>	1.100,00	88,40	166,50	27,00	840,00	159,00	678,33	91,37	1.207,67	105,30
<i>Ilex microdonta</i>	946,67	40,97	200,67	18,03	806,67	84,40	650,33	46,00	1.066,67	26,17
<i>Ilex paraguariensis</i>	1.208,00	36,67	327,67	90,30	927,33	134,67	548,67	57,55	1.214,00	91,50
<i>Ilex theezans</i>	990,00	109,00	201,00	33,50	367,00	109,00	890,00	90,90	680,00	10,60
<i>Jacaranda puberula</i>	865,00	15,70	78,65	17,90	185,00	19,10	381,00	15,30	205,00	4,00
<i>Lamanonia ternata</i>	920,00	29,50	107,00	26,40	338,00	60,00	421,00	44,40	450,00	24,40
<i>Lithraea brasiliensis</i>	347,67	21,87	61,33	37,95	233,33	13,05	276,83	8,37	700,00	30,25
<i>Matayba elaeagnoides</i>	763,00	22,85	245,00	16,30	420,00	14,01	177,00	11,55	580,00	9,20
<i>Mimosa scabrella</i>	609,00	21,49	755,00	15,06	469,00	49,19	178,53	4,59	454,50	29,10
<i>Myrcia</i> sp.	441,00	8,90	484,67	2,00	1.003,33	12,93	479,00	4,25	614,67	23,20
<i>Myrsine ferruginea</i>	151,00	17,23	93,15	8,35	98,17	6,27	116,67	4,33	91,40	10,21
<i>Myrsine umbellata</i>	264,00	10,11	47,77	10,57	310,00	8,12	249,00	7,28	392,00	20,05
<i>Nectandra megapotamica</i>	521,67	16,30	62,00	8,13	107,00	10,30	395,00	9,50	597,00	24,80
<i>Ocotea porosa</i>	575,33	13,07	51,27	3,84	178,20	9,70	415,67	19,89	587,67	28,37
<i>Ocotea puberula</i>	355,33	30,56	225,10	18,33	339,67	12,03	295,33	14,32	1.360,00	32,13
<i>Ocotea pulchella</i>	496,50	13,46	120,00	18,61	657,00	29,50	1.492,50	59,19	1.328,00	39,70
<i>Persea major</i>	960,00	35,80	458,00	20,78	529,00	25,12	620,00	27,50	400,00	44,00

continua

TABELA 32 – TEORES MÉDIOS DE Mn E Zn (mg.kg<sup>-1</sup>) NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão									
	Folha		Madeira do fuste		Casca		Galhos		Miscelânea	
	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn	Mn	Zn
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	746,00	31,60	283,00	21,07	1066,67	32,40	671,00	17,70	3.226,00	29,60
<i>Prunus brasiliensis</i>	459,00	17,96	64,00	10,40	89,00	16,56	367,00	15,10	620,00	19,30
<i>Quillaja brasiliensis</i>	1.460,00	29,00	190,00	49,80	740,00	7,05	600,00	7,60	1.330,00	17,40
<i>Sapium glandulatum</i>	569,00	23,29	61,67	19,77	703,00	25,61	399,33	24,87	582,33	86,07
<i>Schinus terebinthifolius</i>	198,00	19,22	61,00	46,50	353,00	34,60	112,00	15,50	680,00	60,00
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	84,00	25,60	156,00	27,00	88,80	14,00	196,00	12,50	360,00	8,00
<i>Sebastiania commersoniana</i>	58,00	10,00	19,00	10,60	122,00	46,00	183,00	15,63	191,00	79,00
<i>Sloanea lasiocoma</i>	1.080,00	8,50	313,00	5,40	813,00	2,10	786,00	4,50	976,00	12,60
<i>Styrax leprosus</i>	875,00	12,78	207,00	17,87	724,00	6,45	661,33	16,35	1.215,00	23,32
<i>Symplocos celastrina</i>	519,00	25,83	850,00	7,66	330,00	9,90	790,00	6,40	...	...
<i>Symplocos uniflora</i>	586,00	38,72	268,83	14,15	598,50	20,00	551,33	16,62	1.054,00	34,97
<i>Vernonia discolor</i>	1.220,00	30,00	161,00	23,80	1.180,00	49,00	320,00	24,40	410,00	32,90
<i>Xylosma</i> sp.	1.320,00	25,33	96,00	120,00	380,00	84,90	235,00	24,20	554,00	20,50

Fonte: Pesquisa de campo.



Estudo realizado por RODRÍGUES JIMÉNEZ (1988) em um Bosque Pluvial de Terras Baixas na Colômbia demonstrou que os maiores teores de Mn e Fe estavam nas folhas, porém os maiores teores de Zn estavam nos ramos finos. BAGGIO (1994) estudando *Mimosa scabrella* em povoamentos explorados no sistema tradicional também observou que os maiores teores de Cu, Fe, Mn e Zn estavam nas folhas. Porém, essa observação não foi confirmada em *Mimosa scabrella* no presente estudo, conforme pode ser visto nas Tabelas 31 e 32. Em outro trabalho observou-se que ocorreram nas folhas *Araucaria angustifolia* com 14 anos de idade os maiores teores de Zn, Cu, Mn e B e os maiores teores de Fe nos galhos mortos (SCHUMACHER et al., 2002a).

Independentemente da espécie ou da floresta, na grande maioria, os maiores teores de micronutrientes se encontram nas folhas, devido a maior concentração de células vivas presentes nesse componente, que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes, em função dos processos de transpiração e fotossíntese (MARSCHNER, 1997; LAMBERS, CHAPIN III; PONS, 2000).

*Symplocos celastrina*, *Mimosa scabrella* e *Dicksonia sellowiana* apresentaram altos teores de Mn na madeira e *Allophylus edulis* menores. *Lithraea brasiliensis*, *Sapium glandulatum* e *Schinus terebinthifolius* apresentaram teores semelhantes de Mn na madeira. Em contrapartida, *Ocotea puberula* e *Ocotea pulchella* apresentaram teores semelhantes de Zn na madeira. Entretanto, das 39 espécies estudadas, somente *Xylosma* sp. apresentou teores bem elevado de Zn na madeira.

Os teores de Mn na casca das espécies estudadas foram bem variados, ou seja, algumas espécies apresentaram teores altos como, por exemplo, *Clethra scabra*, *Vernonia discolor*, *Pittocarpha angustifolia* e *Myrcia* sp. enquanto que, *Allophylus edulis*, *Sebastiania brasiliensis*, *Prunus brasiliensis*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Myrsine ferruginea* apresentaram teores menores.

Os teores de Zn na casca foram mais evidenciados em *Ilex dumosa*, *Casearia decandra*, *Ilex paraguariensis* e *Ilex theezans* que apresentaram  $> 100 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Por

outro lado, *Sloanea lasiocoma* e *Campomanesia xanthocarpa*, seguidas de outras espécies apresentaram menores teores de Zn na casca.

A Tabela 32 evidencia que *Allophyllus edulis* apresentou o menor de Mn nos galhos, enquanto que *Ocotea pososa* apresentou o maior teor. Em contrapartida *Mimosa scabrella*, *Myrcia* sp., *Myrsine ferruginea*, *Sloanea lasiocoma*, *Vernonia discolor* e *Xilosma* sp. apresentaram teores de Zn semelhantes nos galhos. Duas espécies do gênero *Ilex* apresentaram os maiores teores de Zn nos galhos.

De acordo com a Tabela 32 pode-se dizer que 25,6% das espécies estudadas apresentaram os maiores teores de Mn na miscelânea, ou seja, teores superiores a  $1.000 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Nesse componente, merece destaque *Piptocarpha angustifolia* por ter apresentado elevado teor de Mn. Em relação aos teores de Zn *Allophyllus edulis* e *Ilex dumosa*, apresentaram maiores os maiores teores e *Calyptanthes concinna* e *Nectandra megapotamica* teores similares.

Os resultados apresentados nas Tabelas 31 e 32 corroboram o que diz a literatura, onde, em geral, as espécies variam no que se refere aos teores de macro e micronutrientes e nas taxas de absorção, bem como na capacidade de reciclagem de nutrientes. Nesse sentido, cabe ressaltar que as necessidades de nutrientes por parte das espécies, são bastante variáveis, conforme mostram as Tabelas 16, 17, 18, 31 e 32.

A Tabela 33 mostra os teores de micronutrientes nas folhas em espécies de diferentes Florestas Tropicais. Com isso pode-se observar que os teores dos micronutrientes analisados no presente trabalho (Tabela 34) foram superiores, principalmente, quando comparados com os resultados das Florestas Tropicais Litorâneas, fato esse também observado nos teores de macronutrientes nas folhas (Tabelas 21 e 22).

Os teores foliares médios de Cu obtidos neste estudo foram próximos dos encontrados por STARK (1970) em Floresta Tropical sob solos arenosos e por GOLLEY et al. (1978) em Floresta Tropical Úmida Secundária e os teores de Fe, próximos aos encontrados por GOLLEY et al. (1978) em Floresta Tropical Úmida Secundária, enquanto os teores foliares médios de Zn ficaram próximos daqueles

encontrados por GOLLEY et al. (1978) em Floresta Tropical Úmida secundária e Floresta Úmida Madura (Tabela 27).

TABELA 33 – TEORES MÉDIOS ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) DE MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM FLORESTAS TROPICAIS

Floresta	Local	Nº sp.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Este estudo	Paraná	39	46,04	11,79	229,35	676,30	27,90
<sup>1</sup> Tropical – solo arenoso	Amazônia	...	...	10,0	47,5	6,2	...
<sup>2</sup> Tropical Úmida Secundária	Amazônia	...	...	13,0	193,0	174,0	31,0
<sup>2</sup> Tropical Úmida Madura	...	...	...	8,0	176,0	63,0	27,0
<sup>3</sup> Tropical	...	37	...	25,5	668,5	2.012,0	55,0
<sup>4</sup> Bosque Pluvial de Terras Baixas	Colômbia	77	...	...	3.100,0	300,0	50,0
<sup>5</sup> Restinga Paludosa	Paraná	9	...	6,9	63,0	89,0	13,0
<sup>5</sup> Restinga Seca	...	19	...	8,5	55,0	197,0	19,0
<sup>6</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas – estádio inicial	...	4	...	5,9	47,5	200,2	9,7
<sup>6</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas – estádio intermediário	Paraná	8	...	7,2	59,1	285,7	14,5
<sup>6</sup> Ombrófila Densa Terras Baixas – estádio avançado	...	11	...	8,1	62,5	216,8	11,4

Fonte: <sup>1</sup>STARK (1970).

<sup>2</sup>GOLLEY et al. (1978).

<sup>3</sup>DRECHSEL e ZECH (1991).

<sup>4</sup>RODRIGUES J. (1988).

<sup>5</sup>BRITEZ (1994).

<sup>6</sup>BOEGER (2000).

Levando em consideração as afirmações de DECHEN, HAAG e CARMELLO (1991) teores foliares entre  $10\text{-}20 \text{ mg.kg}^{-1}$  de Zn na plantas geram sintomas de deficiência desse elemento, dependendo da espécie, conforme a revisão feita por DRECHSEL e ZECH (1991). No entanto, pode-se dizer que algumas espécies amostradas neste trabalho (Tabela 32) apresentaram teores abaixo de  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ , encontrando-se assim, deficientes em Zn, mas na época de coleta, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência de Zn. No entanto, cabe ressaltar que esses valores variam consideravelmente devido à deficiência de Zn depender do requerimento de cada espécie e do efeito das interações deste micronutriente com os outros nutrientes dentro do tecido vegetal (KABATA PENDIAS; PENDIAS, 1984).

Teores baixos de Zn em folhas também foram constatados por BRITTEZ (1994) para espécies de restinga na Ilha do Mel, PR e por NEVES (1999) para espécies florestais da Amazônia.

O fato de algumas espécies do presente estudo terem apresentado baixos teores de Zn nas folhas pode ser atribuído ao baixo teor deste micronutriente no solo e um maior índice de eficiência. Contudo, em relação ao índice de eficiência de Zn, a Tabela 43 mostra que as espécies consideradas com baixos teores de Zn (Tabela 32), no geral, apresentaram um índice de eficiência alto desse micronutriente na produção de biomassa de folhas.

Os teores médios de Mn nas folhas foram elevados quando comparados com outras formações vegetais (Tabela 33) e espécies florestais (Tabela 34), exceto com Floresta Tropical (DRECHSEL; ZECH, 1991) e *Ilex paraguariensis* com teores de 1.968,7 mg.kg<sup>-1</sup> (REISSMANN et al., 1983) e *Ilex paraguariensis* (1.208 mg.kg<sup>-1</sup>) do presente estudo (Tabela 32). Observou-se também que existe uma grande variação entre as espécies estudadas (Tabela 32) e dentro dos indivíduos da mesma espécie. Comparando os teores de Fe e Zn nas folhas de *Ilex paraguariensis* do presente estudo com o trabalho de REISSMANN et al. (1983) observa-se que os teores desses micronutrientes foram mais elevados, porém os teores de B, Cu e Mn foram menores. Os autores constataram um suprimento satisfatório para Fe, Cu e Zn, e elevados teores Mn, Al e B. Essa diferença pode ser atribuída a época de coleta, sítio, idade e local de amostragem.

Variações nos teores de micronutrientes entre diferentes espécies também foram observadas por outros autores (Tabela 34), bem como para diferentes teores de Mn entre famílias botânicas, segundo o estudo de STARK (1970). O Mn é considerado um dos micronutrientes de maior acumulação em determinadas espécies e famílias (RODIN; BAZILEVIC, 1967), fato esse também observado no presente estudo, principalmente em espécies da família *Aquifoliaceae*.

TABELA 34 – TEORES MÉDIOS (mg.kg<sup>-1</sup>) DE MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAIS

Floresta/espécie	Local	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Araucaria angustifolia</i>		26,42	5,17	149,67	787,67	54,67
<i>Ilex paraguariensis</i>		42,87	16,67	171,67	1.208,00	36,67
<i>Ilex theezans</i>	Este estudo	82,12	10,20	130,00	900,00	109,00
<i>Mimosa scabrella</i>		29,40	15,70	731,67	509,00	21,49
<i>Ocotea pulchella</i>		44,16	9,43	137,55	496,50	13,46
<sup>1</sup> <i>Ilex paraguariensis</i> <sup>(1)</sup>	Região de Mandirituba, PR	77,0	22,2	103,5	1.968,7	29,0
<sup>2</sup> <i>Mimosa scabrella</i> - Povoamentos explorados no sistema tradicional	Região Metropolitana Curitiba, PR	...	10,8	179,8	367,5	25,4
<sup>3</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio inicial	Paranaguá, PR	...	4,6	55,4	93,7	10,0
<sup>3</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio inicial		...	6,2	40,0	466,2	15,8
<sup>3</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário		...	5,0	85,8	106,2	13,7
<sup>3</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário	Paranaguá, PR	...	8,3	47,1	181,2	20,4
<sup>3</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio avançado		...	7,1	74,2	114,6	11,2
<sup>3</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio avançado		...	5,8	52,5	562,3	16,7
<sup>4</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio inicial		...	5,0	45,0	418,0	18,0
<sup>4</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário	Paranaguá, PR	...	4,0	46,0	294,0	20,0
<sup>4</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário		...	4,0	58,0	38,0	20,0
<sup>4</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio avançado		...	11,0	306,0	56,0	10,0

TABELA 34 – TEORES MÉDIOS (mg.kg<sup>-1</sup>) DE MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DE ALGUMAS ESPÉCIES FLORESTAIS

Floresta/espécie	Local						conclusão
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
<sup>5</sup> <i>Araucaria angustifolia</i> - Povoamento com 14 anos de idade	Quedas do Iguaçu, PR	13,4	4,6	89,0	423,4	25,8	
<sup>5</sup> <i>Araucaria angustifolia</i> - Povoamento com 28 anos de idade		21,9	5,2	124,0	386,7	24,3	

FONTE: <sup>1</sup>REISSMANN et al. (1983).

<sup>2</sup>BAGGIO (1994).

<sup>3</sup>BOEGER (2000).

<sup>4</sup>PINTO (2001).

<sup>5</sup>SCHUMACHER et al. (2002a; 2002b).

Nota: (1) Valores médios referente a 28 árvores separadas em 4 grupos simulando bloco de 7 árvores cada um.

As diferenças entre os teores de macro e micronutrientes nas folhas entre as espécies estudadas, bem como outras espécies podem ser justificadas devido às mesmas apresentarem exigências diferenciadas em relação aos nutrientes, assim como capacidade para absorvê-los por meio do sistema de raízes.

Comprando os teores, tanto de macro como de micronutrientes, nos diferentes componentes da biomassa, principalmente nas folhas da floresta em estudo, com outras formações vegetais, como por exemplo, florestas ou espécies estabelecida em solos de baixa fertilidade em ambiente da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, observa-se que as espécies da Floresta Ombrófila Mista Montana apresentaram maiores teores.

Os teores médios de micronutrientes e alguns parâmetros estatísticos dos componentes da biomassa das espécies com DAP  $\geq 10,0$  amostradas na Floresta Ombrófila Mista Montana, podem ser observado na Tabela 35. Os maiores teores médios de Mn e Fe, respectivamente foram observados em todos os componentes da biomassa, exceto para a miscelânea que aprestou os maiores teores de Fe e Mn, respectivamente.

Os teores médios de todos os micronutrientes foram maiores na casca que na madeira, conforme mostra a Tabela 35. A casca é composta por tecidos

fisiologicamente mais ativos do que o lenho. Essa diferença entre os teores da casca e da madeira é mais intensa para Mn e menos intensa para Cu e Zn.

TABELA 35 – TEORES MÉDIOS DOS MICRONUTRIENTES ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DOS SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Madeira do fuste	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Média	10,49	3,82	116,08	204,81	27,37
Desvio padrão	6,08	3,67	102,21	191,21	24,50
Erro padrão	0,97	0,59	16,37	30,62	3,92
Coefficiente de variação (%)	57,90	95,98	88,05	93,36	89,50
Limite inferior	4,42	0,15	13,87	13,60	2,88
Limite superior	16,57	7,49	218,30	396,01	51,87
----- Casca -----					
Média	25,37	7,61	208,17	497,62	37,03
Desvio padrão	13,27	3,57	152,20	334,78	39,98
Erro padrão	2,15	0,58	24,69	54,31	6,49
Coefficiente de variação (%)	52,31	46,87	73,11	67,28	107,98
Limite inferior	12,10	4,04	55,97	162,84	2,95
Limite superior	38,65	11,18	360,37	832,40	77,01
----- Galhos -----					
Média	18,15	7,26	196,19	449,33	24,68
Desvio padrão	6,85	3,27	170,83	277,20	22,81
Erro padrão	1,11	0,53	27,71	44,97	3,65
Coefficiente de variação (%)	37,74	45,05	87,07	61,69	92,42
Limite inferior	11,30	3,99	25,36	172,13	1,87
Limite superior	25,00	10,52	367,02	726,53	47,48
----- Folhas -----					
Média	46,04	11,79	229,35	676,30	27,90
Desvio padrão	29,50	6,76	172,39	361,36	19,91
Erro padrão	4,72	1,08	27,60	57,86	3,19
Coefficiente de variação (%)	64,06	57,35	75,16	53,43	71,34
Limite inferior	16,55	5,03	56,97	314,94	8,00
Limite superior	75,54	18,55	401,74	1037,66	47,81
----- Miscelânea -----					
Média	30,21	12,32	1.390,58	732,64	39,45
Desvio padrão	10,09	5,27	796,58	545,20	29,74
Erro padrão	1,64	0,86	129,22	88,44	4,82
Coefficiente de variação (%)	33,39	42,80	57,28	74,42	75,38
Limite inferior	20,13	7,05	594,00	187,44	9,71
Limite superior	40,30	17,59	2187,15	1.277,84	69,18

Fonte: Pesquisa de campo.

As folhas de algumas das espécies amostradas, quando comparadas aos demais componentes da biomassa, no geral, apresentaram maiores teores dos micronutrientes. No entanto, as Tabelas 31 e 32 mostram que de todos os

micronutrientes analisados, somente o B foi encontrado com maior teor nas folhas; Cu, Fe, Mn na miscelânea e folhas; Zn na miscelânea e casca. Em contrapartida, os menores teores de B, Cu, Fe e Mn foram observados na madeira e Zn nos galhos. A floresta em estudo apresentou teores similares de Cu na casca e galhos e teores similares de Zn na madeira e folhas.

A Tabela 36 evidencia que para todos os micronutrientes analisados, a maioria das espécies foi classificada com teores médios nas folhas, ou seja, 84,6% das espécies foram classificadas com teores médios nas folhas de B; 87,2% com teores médios nas folhas de Cu; 79,5% com teores médios nas folhas de Fe; 66,7% com teores médios nas folhas de Mn e 89,7% com teores médios nas folhas de Zn.

TABELA 36 – CLASSIFICAÇÃO DOS TEORES DOS MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001<sup>(1)</sup>

Espécie	continua				
	B <sup>(2)</sup>	Cu <sup>(3)</sup>	Fe <sup>(4)</sup>	Mn <sup>(5)</sup>	Zn <sup>(6)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	médio	médio	alto	baixo	alto
<i>Araucaria angustifolia</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Calyptanthes concinna</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	médio	médio	médio	baixo	médio
<i>Casearia decandra</i>	alto	alto	médio	médio	médio
<i>Clethra scabra</i>	médio	médio	alto	médio	médio
<i>Cupania vernalis</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Dicksonia sellowiana</i>	médio	médio	alto	médio	médio
<i>Drimys brasiliensis</i>	médio	médio	alto	médio	alto
<i>Ilex dumosa</i>	médio	médio	médio	alto	alto
<i>Ilex microdonta</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Ilex paraguariensis</i>	médio	médio	médio	alto	médio
<i>Ilex theezans</i>	alto	médio	médio	médio	alto
<i>Jacaranda puberula</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Lamanonia ternata</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Lithraea brasiliensis</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Matayba elaeagnoides</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Mimosa scabrella</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Myrcia sp.</i>	alto	alto	médio	médio	médio
<i>Myrsine ferruginea</i>	médio	médio	médio	baixo	médio
<i>Myrsine umbellata</i>	médio	médio	médio	baixo	médio
<i>Nectandra megapotamica</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Ocotea porosa</i>	médio	médio	médio	médio	médio



TABELA 36 – CLASSIFICAÇÃO DOS TEORES DOS MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001<sup>(1)</sup>

Espécie	conclusão				
	B <sup>(2)</sup>	Cu <sup>(3)</sup>	Fe <sup>(4)</sup>	Mn <sup>(5)</sup>	Zn <sup>(6)</sup>
<i>Ocotea puberula</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Ocotea pulchella</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Persea major</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	médio	alto	médio	médio	médio
<i>Prunus brasiliensis</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Quillaja brasiliensis</i>	médio	médio	médio	alto	médio
<i>Sapium glandulatum</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Schinus Terebinthifolius</i>	médio	médio	baixo	baixo	médio
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	alto	médio	médio	baixo	médio
<i>Sebastiania commersoniana</i>	médio	baixo	baixo	baixo	médio
<i>Sloanea lasiocoma</i>	baixo	alto	médio	alto	médio
<i>Styrax leprosus</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Symplocos celastrina</i>	médio	médio	médio	médio	médio
<i>Symplocos uniflora</i>	médio	médio	alto	médio	médio
<i>Vernonia discolor</i>	alto	médio	alto	alto	médio
<i>Xylosma sp.</i>	médio	médio	médio	alto	médio

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Teores em mg.kg<sup>-1</sup>.

(2) Alto: > 75,54; Médio ≤ 75,54 ≥ 16,55; Baixo < 16,55; (3) Alto: > 18,55; Médio ≤ 18,55 ≥ 5,03; Baixo < 5,03; (4) Alto: > 401,74; Médio ≤ 401,74 ≥ 56,97; Baixo < 56,97; (5) Alto: > 1 037,66; Médio ≤ 1 037,66 ≥ 314,94; Baixo < 314,94; (6) Alto: > 47,81; Médio ≤ 47,81 ≥ 8,00; Baixo < 8,00.

As espécies do gênero *Ilex* apresentaram teores médios de Cu e Fe. *Ilex microdonta* e *Ilex paraguariensis* apresentaram teores médios para todos os micronutrientes analisados, exceto Mn em *Ilex paraguariensis*. Teores de Mn foram considerados altos em *Ilex dumosa* e *Ilex paraguariensis*, porém teores de Zn considerados altos foram constatados em *Ilex dumosa* e *Ilex theezans*. Em relação às espécies do gênero *Ocotea* e *Symplocos* foram observados teores médios para todos os micronutrientes, exceto *Symplocos uniflora* que foi considerada uma espécie com altos teores de Fe. As duas espécies do gênero *Myrsine* apresentaram teores médios para todos os micronutrientes, exceto Mn que foi baixo e *Casearia decandra* e *Myrcia sp.* apresentaram teores de B e Cu considerados altos.

Poucas espécies foram consideradas com altos teores de micronutrientes nas folhas. Somente cinco espécies apresentaram altos teores de B, quatro com altos teores de Cu, seis com altos teores de Fe, seis com altos teores de Mn e quatro com altos

teores de Zn nas folhas, sendo que a grande maioria apresentou teores médios e baixos.

Observando as Tabelas 23 e 36, as espécies que foram consideradas com altos teores de macro e micronutrientes nas folhas foram praticamente as mesmas, exceto algumas como *Piptocarpha angustifolia*, *Sloanea lasiocoma*, *Clethra scabra*, *Dicksonia sellowiana* e *Quillaja brasiliensis*, que foram consideradas com altos teores de micronutrientes nas folhas.

#### 4.14 CONTEÚDO E DISTRIBUIÇÃO DOS MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP $\geq$ 10,0 cm)

A mesma afirmação feita para o conteúdo de macronutrientes serve para os micronutrientes, ou seja, independentemente da espécie, o conteúdo de micronutrientes na biomassa, foi maior na biomassa lenhosa (madeira do fuste + casca + galhos). Das 39 espécies amostradas, *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* e *Campomanesia xanthocarpa* evidenciaram, em média, com 61,2% do conteúdo médio total dos micronutrientes analisados. As três espécies exibiram, em média, com 56,9% para B; 60,4% para Cu; 65,9% para Fe; 56,8% para Mn e 66,1% para Zn em relação ao conteúdo total (Apêndices 6, 7, 8, 9 e 10).

Além das três espécies citadas, *Mimosa scabrella* apresentou conteúdos médios totais de Mn similares a *Campomanesia xanthocarpa* (Apêndice 9).

O conteúdo médio total de micronutrientes seguiu seguinte ordem decrescente na biomassa: galhos > madeira > casca > folhas > miscelânea, exceto para Zn: madeira > galhos > casca > folhas > miscelânea, conforme pode ser observado nos Apêndices 6, 7, 8, 9 e 10.

As diferenças nos conteúdos de micronutrientes entre as espécies podem também ser devidas à heterogeneidade do material quanto ao crescimento, compartimentação dos componentes da biomassa e outras características. Porém, as diferenças dos conteúdos de macro e micronutrientes nos diversos componentes da

biomassa foram consequência dos baixos teores dos micronutrientes nos tecidos vegetais.

A Tabela 37 mostra que para os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, o conteúdo total e a proporção destes na biomassa foram maior nos galhos. Em média, 93,1% desses micronutrientes estavam acumulados na biomassa lenhosa, que representa 32,3 % da biomassa. Por outro lado, apenas 4,0% dos micronutrientes foram acumulados na biomassa não lenhosa (biomassa de folhas), representando 2,4% da biomassa.

TABELA 37 – CONTEÚDO TOTAL ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) E PROPORÇÃO (%) DE MICRONUTRIENTES NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO ( $\text{DAP} \geq 10,0 \text{ cm}$ ), GENERAL CARNEIRO, 2001

Comp. Biomassa	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	%
Madeira do fuste	0,61	21,7	0,25	21,0	9,35	25,3	11,30	19,25	2,22	44,8
Casca	0,30	10,5	0,10	9,0	5,41	14,6	7,94	13,5	0,42	8,5
Galhos	1,69	60,1	0,75	64,3	18,67	50,5	34,99	59,6	2,12	42,9
Folhas	0,16	5,5	0,05	3,9	1,08	2,9	3,47	5,9	0,10	2,0
Miscelânea	0,06	2,2	0,02	1,8	2,45	6,7	1,00	1,7	0,09	1,8
Total	2,82		1,16		39,96		58,70		4,95	
Lenhoso <sup>(1)</sup>	2,60	92,3	1,10	94,3	33,43	90,4	54,23	92,4	96,2	96,2

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos.

Na biomassa lenhosa as maiores proporções de micronutrientes foram de Zn e Cu e na não lenhosa de Mn e B.

O conteúdo total de micronutrientes em ordem decrescente seguiu a seguinte ordem decrescente:  $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$ . Essa seqüência difere daquela do Bosque Pluvial de Terras Baixas ( $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn}$ ), segundo RODRIGUES JIMÉNEZ (1988), mas foi igual à de um povoamento de *Araucaria angustifolia* com 14 anos de idade, estabelecido no Paraná (SCHUMACHER et al., 2002a).

#### 4.15 MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm)

O teor e, conseqüentemente, o conteúdo de micronutrientes na biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm) apresentou a seguinte ordem: Fe > Mn > Zn > B > Cu, seqüência essa também observada por RODRIGUES JIMÉNEZ (1988) em um Bosque Pluvial de Terras Baixas na Colômbia.

Da quantidade total de todos os micronutrientes analisados na biomassa acima do solo (DAP < 10,0 cm,) em média, 95,5% foi contribuição do Fe e Mn (Tabela 38).

TABELA 38 – TEORES ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP < 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Macronutriente	Biomassa Acima do Solo (DAP < 10,0 cm)	
	Teor	Conteúdo
B	16,37	0,36
Cu	10,86	0,24
Fé	603,21	13,18
Mn	513,29	11,22
Zn	25,39	0,55

Fonte: Pesquisa de campo.

#### 4.16 MICRONUTRIENTES NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO (até 0,5 m de profundidade)

A Tabela 39 mostra que o teor e o conteúdo de micronutrientes na biomassa radicial apresentou a seguinte ordem: Fe > Mn > Zn > B > Cu. Essa seqüência também observada em um Bosque Pluvial de Terras Baixas na Colômbia (RODRIGUES JIMÉNEZ, 1988).

Da quantidade total de todos os micronutrientes analisados na biomassa radicial, a contribuição do Fe foi de aproximadamente de 76,1% em relação à quantidade total de todos os micronutrientes (Tabela 39). Isso pode devido de a contaminação com o solo, pois trabalhos com biomassa radicial, as raízes devem ser bem lavadas.

TABELA 39 – TEORES ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) NA BIOMASSA ABAIXO DO SOLO, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Macronutriente	Biomassa Abaixo do Solo	
	Teor	Conteúdo
B	23,80	0,96
Cu	21,59	0,87
Fé	1.440,65	58,26
Mn	375,15	15,17
Zn	30,82	1,25

Fonte: Pesquisa de campo.

Os ecossistemas florestais, em geral, apresentam diferenças marcantes na produção de biomassa radicial, bem como no conteúdo dos nutrientes (LAMBERS, CHAPIN III; PONS, 2000).

#### 4.17 MICRONUTRIENTES NA SERAPILHEIRA ACUMULADA

A Tabela 40 mostra que a serapilheira acumulada das espécies estudadas foi a principal via de transferência de Fe, Mn e Zn para o solo, demonstrando assim a importância do material formado da serapilheira no processo de ciclagem biogeoquímica de nutrientes em sítios florestais.

TABELA 40 – TEORES E CONTEÚDOS MÉDIOS DE MICRONUTRIENTES NA SERAPILHEIRA ACUMULADA, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Micronutriente	Serapilheira Acumulada	
	Teor ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )	Conteúdo ( $\text{kg.ha}^{-1}$ )
B	27,26	0,22
Cu	18,72	0,15
Fé	3.415,44	27,29
Mn	865,94	6,92
Zn	42,35	0,34

Fonte: Pesquisa de campo.

Os teores e os conteúdos de micronutrientes na serapilheira acumulada apresentaram a seguinte ordem:  $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$ . Os maiores teores e conteúdos, principalmente de Fe e Zn na serapilheira acumulada podem ser

justificados pela sua mobilidade e, conseqüentemente, pelos seus maiores teores nas folhas de algumas espécies, bem como teores médios maiores nas folhas da floresta em relação à madeira, casca e galhos, conforme a Tabela 35. Outra justificativa pode ser em função de contaminação com o solo, ou seja, amostras de serapilheira com solo.

RODRÍGUES JIMÉNEZ (1988) em um Bosque Pluvial de Terras Baixas na Colômbia e SCHUMACHER et al. (2002a) em plantios de *Araucaria angustifolia* com 14 anos de idade também constataram que a serapilheira acumulada foi a principal via de transferência de Fe, Mn e Zn para o solo.

O B é o quarto micronutriente em teor e, conseqüentemente, em conteúdo na serapilheira acumulada, sendo que esse fato pode estar relacionado com a sua pouca mobilidade nos tecidos vegetais. Deste modo, é de se esperar que quanto mais velha a folha maior o teor de B (JONES JÚNIOR, 1970). A mobilidade intermediária do B dentro dos tecidos vegetais pode ser um dos fatores que determinam que a maior intensidade de ciclagem deste nutriente na natureza seja produzida pela queda e decomposição dos tecidos vegetais senescentes.

O B possui mobilidade intermediária no floema (MARSCHNER, 1997), mas, segundo BROWN e HU (1998) e YAMADA (2000) o B é imóvel no floema. No entanto, atualmente esse micronutriente é considerado como móvel no floema de todas as espécies (amendoeiras, macieira e nectarinas) que utilizam polióis, ou seja, complexos de açúcares simples com álcool, como por exemplo, sorbitol, manitole dulcitol como um metabólito fotossintético primário (BROWN; HU, 1998; YAMADA, 2000).

#### 4.18 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE MICRONUTRIENTES ( $IEM_{\text{icro}}$ ) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO ( $DAP \geq 10,0$ cm)

As espécies amostradas na floresta em estudo apresentaram comportamento bem diferenciado no que se refere ao  $IEM_{\text{icro}}$ , bem como nos componentes da biomassa (Tabelas 41, 42 e 43). Portanto, espécies consideradas com índice de

eficiência alta de nutrientes são aquelas que produzem bastante biomassa utilizando pouco nutriente.

Para a produção de biomassa total, as espécies que apresentaram índice de eficiência alta de B e Cu foram, *Lamanonia ternata*, *Mimosa scabrella*, e *Myrcia* sp.; *Xylosma* sp., *Vernonia discolor* e *Ilex microdonta*. No entanto, as espécies que apresentaram índice de eficiência baixa de B foram *Sapium glandulatum*, *Clethra scabra*, *Jacaranda puberula* e *Dicksonia sellowiana*. (Tabela 41).

TABELA 41 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE B E Cu NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	B	Cu	B	Cu	B	Cu
<i>Allophyllus edulis</i>	103.021	271.486	20.482	133.333	42.034	198.671
<i>Araucaria angustifolia</i>	136.790	349.340	37.855	193.548	68.844	229.145
<i>Calyptranthes concinna</i>	68.879	476.575	40.241	57.971	63.159	271.878
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	157.183	373.454	13.539	131.234	57.687	211.651
<i>Casearia decandra</i>	109.026	272.819	6.220	41.684	47.760	188.995
<i>Clethra scabra</i>	32.371	220.832	481.23	134.953	21.829	227.930
<i>Cupania vernalis</i>	115.479	228.015	209.26	112.360	52.184	201.796
<i>Dicksonia sellowiana</i>	55.402	43.924	25.538	57.926	26.643	46.249
<i>Drimys brasiliensis</i>	129.121	152.723	30.321	75.472	48.589	130.753
<i>Ilex dumosa</i>	109.736	349.845	20.071	84.890	56.069	210.559
<i>Ilex microdonta</i>	66.416	1.278.240	17.411	154.162	34.842	330.515
<i>Ilex paraguariensis</i>	78.573	200.045	23.326	60.024	42.836	145.447
<i>Ilex theezans</i>	75.648	572.029	11.748	98.039	40.875	429.976
<i>Jacaranda puberula</i>	86.292	142.457	20.263	139.860	38.573	77.334
<i>Lamanonia ternata</i>	166.487	438.418	22.899	153.846	77.501	237.907
<i>Lithraea brasiliensis</i>	97.966	221.448	29.904	67.114	54.980	155.161
<i>Matayba elaeagnoides</i>	74.370	182.382	27.859	132.450	43.645	209.343
<i>Mimosa scabrella</i>	133.805	316.484	34.010	63.694	74.700	205.040
<i>Myrcia</i> sp.	132.617	157.957	13.184	43.860	72.589	154.649
<i>Myrsine ferruginea</i>	145.713	352.254	20.408	98.361	61.375	267.948
<i>Myrsine umbellata</i>	69.093	228.746	44.477	90.361	48.853	179.886
<i>Nectandra megapotamica</i>	95.858	315.363	29.070	112.782	51.349	124.565
<i>Ocotea porosa</i>	151.513	302.696	59.916	87.719	58.851	156.579
<i>Ocotea puberula</i>	56.045	188.101	33.248	124.688	46.669	139.431
<i>Ocotea pulchella</i>	85.953	253.340	22.643	106.057	43.265	142.506
<i>Persea major</i>	49.744	145.154	42.608	96.154	36.175	137.944
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	72.088	152.207	41.057	41.322	39.732	116.530
<i>Prunus brasiliensis</i>	174.227	452.080	42.391	120.627	67.538	226.773
<i>Quillaja brasiliensis</i>	150.382	867.447	23.386	128.205	69.640	285.932
<i>Sapium glandulatum</i>	44.645	415.859	15.280	142.180	21.996	237.413

continua

TABELA 41 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE B E Cu NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão					
	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	B	Cu	B	Cu	B	Cu
<i>Schinus Terebinthifolius</i>	75.840	98.869	40.700	114.943	42.381	105.997
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	73.149	294.904	8.048	109.890	35.460	230.515
<i>Sebastiania commersoniana</i>	155.990	338.658	35.211	543.478	67.321	263.931
<i>Sloanea lasiocoma</i>	41.055	206.639	81.433	25.000	26.227	147.332
<i>Styrax leprosus</i>	153.465	303.524	32.404	114.943	57.489	163.525
<i>Symplocos celastrina</i>	86.602	477.809	23.787	76.923	52.444	279.701
<i>Symplocos uniflora</i>	75.092	411.904	33.294	101.215	42.505	199.554
<i>Vernonia discolor</i>	68.566	755.058	9.976	6.3291	42.222	359.984
<i>Xylosma sp.</i>	87.160	1.312.263	20.704	126.582	65.159	502.102

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) madeira do fuste + casca; (2) fuste + galhos + folhas.

Das 39 espécies estudadas apenas cinco espécies apresentaram índice de eficiência alta de B para a produção de biomassa de fuste e uma espécie para produção de folhas (*Clethra scabra*) e três espécies (*Casearia decandra*, *Sebastiania brasiliensis* e *Vernonia discolor*) apresentaram índice de eficiência baixa de B para a produção de biomassa de folhas.

Em relação ao índice de eficiência do Cu para a produção de biomassa de fuste, as espécies *Ilex microdonta* e *Vernonia discolor* apresentam índice de eficiência alta desse micronutriente para a produção de biomassa em relação às outras espécies. As espécies *Dicksonia sellowiana* e *Schinus terebinthifolius* apresentam índice de eficiência baixa de Cu para a produção do fuste. *Sebastiania commersoniana* seguida da *Araucaria angustifolia* foram às espécies que apresentaram índice de eficiência alta de Cu para a produção de biomassa de folhas e *Vernonia discolor* seguida de outras baixo índice de eficiência.

O índice de eficiência de Fe para a produção de biomassa entre as espécies apresentou uma certa similaridade entre os componentes, principalmente na produção de biomassa de folhas e total. O índice de eficiência de Mn para a produção de biomassa total também apresentou uma certa similaridade entre as espécies. Na produção de biomassa total, a Tabela 42 mostra que *Symplocos celastrina* aprestou índice de eficiência de Fe alta para a produção de biomassa total, porém *Allophyllus*



*edulis* e *Sebastiania commersoniana* índice de eficiência de Mn alta para a produção de biomassa total.

Para a produção do fuste, *Xilosma* sp., *Quillaja brasiliensis*, *Prunus brasiliensis*, *Symplocos celatrina*, *Vernonia discolor*, *Nectandra megapotamica* e *Ilex microdonta* foram consideradas espécies que apresentaram índice de eficiência alta de Fe. Para a produção de folhas somente duas espécies apresentaram índice de eficiência de Mn alta e cinco espécies com índice de eficiência baixo.

TABELA 42 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE Fe E Mn NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		Total <sup>(2)</sup>	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
<i>Allophyllus edulis</i>	12.903	41.455	1.417	6.224	4.955	25.717
<i>Araucaria angustifolia</i>	5.091	4.382	6.682	1.270	5.224	3.915
<i>Calyptranthes concinna</i>	18.706	3.399	4.415	1.176	9.053	2.643
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	12.330	14.464	10.417	8.850	8.349	7.094
<i>Casearia decandra</i>	15.152	6.296	3.161	1.084	3.761	3.870
<i>Clethra scabra</i>	4.452	9.212	1.908	1.183	5.311	3.434
<i>Cupania vernalis</i>	15.250	7.810	6.593	1.078	10.928	4.576
<i>Dicksonia sellowiana</i>	2.078	1.611	1.511	3.077	1.928	1.789
<i>Drimys brasiliensis</i>	5.021	4.645	1.675	1.323	4.616	1.535
<i>Ilex dumosa</i>	10.392	4.046	12.706	909	8.440	2.152
<i>Ilex microdonta</i>	20.651	3.547	16.529	1.056	11.552	1.878
<i>Ilex paraguariensis</i>	5.433	2.428	5.825	828	6.438	2.049
<i>Ilex theezans</i>	6.987	4.290	7.692	1.010	7.498	2.372
<i>Jacaranda puberula</i>	3.846	11.755	3.945	1.156	5.048	4.306
<i>Lamanonia ternata</i>	7.932	7.895	5.747	1.087	8.606	4.015
<i>Lithraea brasiliensis</i>	8.123	12.283	7.673	2.876	4.464	5.448
<i>Matayba elaeagnoides</i>	9.949	3.675	7.663	1.311	12.008	4.224
<i>Mimosa scabrella</i>	3.881	1.375	3.015	1.642	4.700	2.523
<i>Myrcia</i> sp.	14.479	1.911	6.689	2.268	10.846	2.007
<i>Myrsine ferruginea</i>	2.443	10.629	6.383	6.623	4.009	9.469
<i>Myrsine umbellata</i>	10.747	11.875	3.122	3.788	6.420	5.925
<i>Nectandra megapotamica</i>	20.759	15.374	5.792	1.917	14.650	4.419
<i>Ocotea porosa</i>	13.721	15.453	3.161	1.738	5.335	3.497
<i>Ocotea puberula</i>	8.510	4.158	5.998	2.814	11.834	3.601
<i>Ocotea pulchella</i>	6.994	5.596	7.270	2.014	10.327	1.194
<i>Persea major</i>	5.187	2.115	3.584	1.042	4.282	1.799
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	10.828	2.465	4.831	1.340	5.234	2.008
<i>Prunus brasiliensis</i>	25.027	14.903	12.666	2.179	15.648	4.611

continua

TABELA 42 – ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE Fe E Mn NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP  $\geq$  10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Fuste <sup>(1)</sup>		Folhas		conclusão Total <sup>(2)</sup>	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
<i>Quillaja brasiliensis</i>	28.939	4.382	12.987	685	19.375	2.025
<i>Sapium glandulatum</i>	17.123	6.975	8.987	1.757	15.695	5.192
<i>Schinus Terebinthifolius</i>	7.688	10.650	20.000	5.051	4.677	9.638
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	9.822	6.829	6.711	11.905	9.468	6.267
<i>Sebastiania commersoniana</i>	11.930	45.323	21.277	17.241	6.088	22.870
<i>Sloanea lasiocoma</i>	10.874	2.834	9.259	926	11.185	1.803
<i>Styrax leprosus</i>	14.786	4.073	6.780	1.143	5.179	2.038
<i>Symplocos celastrina</i>	23.450	1.286	5.263	1.927	21.577	1.291
<i>Symplocos uniflora</i>	9.011	3.151	1.637	1.706	5.350	2.398
<i>Vernonia discolor</i>	21.866	3.170	2.381	820	12.864	3.028
<i>Xylosma sp.</i>	36.933	7.964	6.250	758	1.614	4.591

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) madeira do fuste + casca; (2) fuste + galhos + folhas.

Algumas espécies como *Symplocos celastrina*, *Myrcia sp.*, *Mimosa scabrella* e *Dicksonia sellowiana* apresentaram índice de eficiência de Mn baixo para a produção de biomassa de fuste. Para a produção de biomassa de folhas, o gênero *Sebastiania* em relação aos outros gêneros, bem como a outras espécies apresentou índice de eficiência de Mn alta para a produção de biomassa foliar.

A Tabela 43 mostra que as espécies *Myrcia sp.*, *Sloanea lasiocoma* e *Calyptanthes concinna* apresentaram alto índice de eficiente de Zn para a produção de biomassa total, bem como para outros componentes. Das 39 espécies estudadas, quatro e três apresentaram alto índice de eficiência de Zn para a produção de biomassa de fuste e folhas, respectivamente.

As Tabelas 41 e 42 evidenciam que *Myrcia sp.* apresentou alto índice de eficiência de B e Fe para a produção de biomassa total. Analisando o índice de  $IEM_{macro}$  e  $IEM_{micro}$  para a produção de biomassa total (Tabelas 28, 29, 30, 41, 42 e 43) observa-se que *Lamanonia ternata* apresentou alto índice de B e S; *Mimosa scabrella* alto índice de eficiência de B e P; *Vernonia discolor* alto índice de eficiência de Cu, Ca e Mg; *Ilex theezans* alto índice de eficiência de Cu e K; *Sloanea lasiocoma* alto índice de eficiência de Fe e S e *Calyptanthes concinna* alto índice de eficiência de Fe e Mg.

TABELA 43– ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DE Zn NOS COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Fuste <sup>(1)</sup>	Folhas	Total <sup>(2)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	24.747	18.293	29.568
<i>Araucaria angustifolia</i>	24.674	59.547	14.958
<i>Calyptanthes concinna</i>	139.547	85.070	101.129
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	58.561	42.194	22.857
<i>Casearia decandra</i>	11.270	38.948	7.735
<i>Clethra scabra</i>	25.047	49.652	16.642
<i>Cupania vernalis</i>	68.612	34.364	42.372
<i>Dicksonia sellowiana</i>	24.272	47.977	15.846
<i>Drimys brasiliensis</i>	48.030	17.892	39.868
<i>Ilex dumosa</i>	23.362	11.312	11.309
<i>Ilex microdonta</i>	37.127	24.410	20.610
<i>Ilex paraguariensis</i>	10.359	27.268	6.834
<i>Ilex theezans</i>	20.789	9.174	10.624
<i>Jacaranda puberula</i>	55.641	63.694	39.005
<i>Lamanonia ternata</i>	34.178	33.898	19.074
<i>Lithraea brasiliensis</i>	28.536	45.732	25.701
<i>Matayba elaeagnoides</i>	62.717	43.764	43.881
<i>Mimosa scabrella</i>	54.366	46.540	57.980
<i>Myrcia sp.</i>	355.465	112.360	192.548
<i>Myrsine ferruginea</i>	125.557	58.027	94.381
<i>Myrsine umbellata</i>	97.788	98.879	72.291
<i>Nectandra megapotamica</i>	120.773	61.350	74.442
<i>Ocotea porosa</i>	224.028	76.511	63.344
<i>Ocotea puberula</i>	57.203	32.723	46.396
<i>Ocotea pulchella</i>	50.505	74.294	20.507
<i>Persea major</i>	46.122	27.933	28.623
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	43.782	31.646	27.446
<i>Prunus brasiliensis</i>	89.570	55.679	53.154
<i>Quillaja brasiliensis</i>	21.354	34.483	29.047
<i>Sapium glandulatum</i>	48.754	42.937	26.154
<i>Schinus terebinthifolius</i>	22.144	52.029	14.906
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	39.764	39.063	26.247
<i>Sebastiania commersoniana</i>	85.815	100.000	43.290
<i>Sloanea lasiocoma</i>	194.678	117.647	129.461
<i>Styrax leprosus</i>	58.766	78.278	41.989
<i>Symplocos celastrina</i>	125.443	38.715	85.694
<i>Symplocos uniflora</i>	66.634	25.830	40.891
<i>Vernonia discolor</i>	36.206	33.333	25.912
<i>Xylosma sp.</i>	8.595	39.479	14.197

Fonte: Pesquisa de campo.

Nota: (1) madeira do fuste + casca; (2) fuste + galhos + folhas.

## 5 CONCLUSÕES

As investigações dos aspectos da ciclagem de nutrientes em ambiente da Floresta Ombrófila Mista Montana, de uma maneira geral, atenderam aos objetivos, permitindo concluir o seguinte:

- ⇒ A área da Floresta Ombrófila Mista Montana estudada, apresentou, apesar dos diferentes estágios de perturbação, uma alta riqueza e grande diversidade florística, sendo *Ocotea porosa*, *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Myrsine ferruginea*, *Styrax leprosus* e *Dicksonia sellowiana* as espécies arbóreas de maior Índice de Valor de Importância e as famílias Lauraceae, Araucariaceae, Aquifoliaceae, Myrsinaceae e Myrtaceae as mais ricas em espécies;
- ⇒ O ecossistema Floresta Ombrófila Mista Montana estudado apresentou uma biomassa total de 280,73 Mg ha<sup>-1</sup>, do qual 75,0% era biomassa acima do solo das árvores com DAP ≥ 10,0 cm, 14,4% biomassa radicial (até 0,5 m de profundidade), 7,8% biomassa acima do solo das árvores com DAP < 10,0 cm e 2,8% de serapilheira acumulada;
- ⇒ Foi observada uma relação entre as espécies arbóreas de maior Índice de Valor de Importância e a biomassa total por espécie.
- ⇒ As maiores produções de biomassa de madeira do fuste e da casca foram em *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa*; na produção de biomassa de galhos *Ocotea porosa* ocupou o primeiro lugar;
- ⇒ A distribuição relativa da biomassa de cada espécie foi superior nos galhos, seguida de madeira do fuste, casca, folhas e miscelânea;

- ⇒ As espécies arbóreas mostraram um comportamento diferenciado com relação aos teores de macro e micronutrientes, bem como nos conteúdos e no índice de eficiência dos mesmos nos diversos componentes da biomassa acima do solo das árvores com  $DAP \geq 10,0$  cm;
- ⇒ O componente galho apresentou os maiores conteúdos totais de todos os macro e micronutrientes, exceto o Zn que foi maior na madeira do fuste;
- ⇒ As maiores proporções de Zn e Cu foram observados na biomassa lenhosa (madeira do fuste + casca + galhos) e Mn e B na biomassa não lenhosa (folhas);
- ⇒ A biomassa acima do solo das árvores com  $DAP \geq 10,0$  cm, das árvores com  $DAP < 10,0$  cm, das raízes e da serapilheira acumulada apresentaram a seguinte ordem no conteúdo total de macronutrientes:  $K > N > Ca > Mg > P > S$ ;  $N > K > Ca > S > Mg > P$ ;  $N > K > Ca > S > Mg > P$ , respectivamente;
- ⇒ As espécies arbóreas utilizaram uma maneira mais eficiente os nutrientes para formação de biomassa, na seguinte ordem:  $P > S > Mg > Ca > K > N$ ;
- ⇒ Os teores de macro e micronutrientes, de uma maneira geral, foram maiores nas folhas, exceto Fe e Mn que em alguns casos foram superiores na miscelânea;
- ⇒ O conteúdo de micronutrientes, tanto na biomassa acima do solo das árvores com  $DAP < 10,0$  cm como das raízes, tiveram a seguinte seqüência:  $Fe > Mn > Zn > B > Cu$ ;

- ⇒ O Fe e o Mn contribuíram, em média, com 95,5% da biomassa acima do solo das árvores com DAP < 10,0 cm, enquanto que o Fe representou 76,1% de biomassa das raízes;
- ⇒ A serapilheira acumulada foi uma importante via de transferência de carbono orgânico, de macronutrientes (N, K e Ca) e micronutrientes (Fe, Mn e Zn) para o solo;
- ⇒ As espécies que apresentaram alto índice de eficiência de macro e micronutrientes para a produção de biomassa de madeira do fuste foram as mesmas para a produção de componentes lenhosos, exceto *Myrsine ferruginea*; *Schinus terebinthifolius* e *Calypttranthes concinna*;
- ⇒ O estoque de nutrientes de determinadas espécies arbóreas, assim como o índice de eficiência de macro e micronutrientes, podem ser referência para pesquisas e interpretações quanto à necessidades nutricionais e manejo de povoamentos plantados como, por exemplo, erva-mate.

## 6 RECOMENDAÇÕES

Com base na experiência acumulada durante a realização deste estudo recomenda-se para novas pesquisas sobre o assunto:

- ⇒ Em estudos similares, em florestas com intervenções diversas a intensidade de amostragem de coleta de serapilheira acumulada deve ser mais intensa, bem como para os demais componentes;
- ⇒ Adequar a metodologia de coleta de biomassa, principalmente no que se refere os componentes madeira do fuste, galhos, miscelânea e raízes e tipo de floresta com alto grau de perturbação;
- ⇒ Dar seqüência a esta pesquisa com uma parte do ciclo biogeoquímico (serapilheira depositada, acumulada, decomposição e redistribuição de nutrientes);
- ⇒ Estudar a dinâmica hidrológica da floresta (precipitação externa incidente e precipitação interna), escoamento pelo tronco e atividade microbiana do solo;
- ⇒ Desenvolver estudos de biomassa, com o objetivo de ajustar modelos para estimar a biomassa;
- ⇒ Realizar estudos sobre a capacidade de assimilação nutricional das espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Monta.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. Seropédica, 1997. 178f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- ANDRADE, A.G.; COSTA, G.S.; FARIA, S.M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em planossolo. In: FERTBIO 2000: biodinâmica do solo, 2000, Santa Maria. **Resumos expandidos...** Santa Maria: SBCS, 2000. 1 CD-ROM.
- ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. Distribuição de raízes finas do pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii*) e do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*). In: PESQUISAS AUSTRO-BRASILEIRAS (1973 – 1982), 1983, Santa Maria: UFSM. p. 56-67, 1983.
- BAGGIO, A.J. **Estudio sobre el sistema agroforestal tradicional de la bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) en Brasil: Productividad, manejo de residuos y elaboracion de compost**. Madrid, 1994. 242f. Tese (Doutorado) - Universidade Politecnica de Madrid: Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Montes.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. estoque de nutrientes nos resíduos da exploração de bracatingais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 34, p. 17-29, jan./jun., 1997.
- BALBINOT, R. et al. Quantidade de serapilheira e conteúdo de nutrientes em florestas de *Pinus taeda* e floresta nativa, na região dos campos de cima da serra-RS. In: FERTBIO 2000: biodinâmica do solo, 2000, Santa Maria. **Resumos expandidos...** Santa Maria: SBCS, 2000. 1 CD-ROM.
- BARICHELLO, L.R. et al. Quantificação dos nutrientes no solo e serapilheira de diferentes estágios sucessionais em um sistema de agricultura. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2000, Pelotas. **Resumos expandidos...** Pelotas: SBCS/Núcleo Regional Sul, 2000. p. 323-330.
- BARNES, B.V. et al. **Forest ecology**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1998. 704p.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Aspectos da nutrição florestal em solos tropicais. In: SOLO SUELO – CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996. Águas de Lindóia, SP. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: SLCS: 1996. 1 CD ROM.
- BELL, D.T.; WARD, S.C. Foliar and twig macronutrients (N, P, K, Ca and Mg) in selected species of *Eucalyptus* used in rehabilitation: sources of variation. **Plant and Soil**, The Hague, v. 81, p. 363-376, 1984.



BELLOTE, A.F.J. et al. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em função da idade: 2- Micronutrientes. **IPEF**, Piracicaba, v. 20, p. 24-45, 1980.

BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 105-133.

BLACKMON, B.G. BAKER, J.B.; COOPER, D.T. Nutrient use by three geographic sources of eastern cottonwood. **Canadian Journal of Forestry Research**, Ottawa, v. 9, p. 532-534, 1979.

BLAIR, G. **Nutrient efficiency – what do we really mean?**. Genetic aspects of plant mineral nutrition. Boston: Kluwer Academic, 1993. p.205-213.

BOEGER, M.R.T. **Morfologia foliar e aspectos nutricionais de espécies arbóreas em três estádios sucessionais, de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Paranaguá, PR**. Curitiba, 2000. 150f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BOLETIM DE PESQUISA, Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: n. 27, t. 1 e 2, 1984.

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

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

BRITEZ, R.M. et al. Levantamento florístico em Floresta Ombrófila Mista, São Mateus do Sul, Paraná, Brasil. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 38, n. 4, p. 1147-1161, 1995.

BROWN, P.H.; HU, H. Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas. **POTAFOS: informações agronômicas**, Piracicaba, n. 84, p. 1-4, 1998.

BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. **FAO Forestry Paper**, 134, 1997. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htr>. Acesso em 23 ago. 2001.

BROWN, S. et al. Soil biological process in tropical ecosystems. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J. (Ed.) **The biological management of tropical soil fertility**. New York: John Wiley & Sons Inc., 1994. p. 15-46.

BROWN, S.; LUGO, A.E. The storage and production of organic matter in tropical forest and their role in the global carbon cycle. **Biotropica**, Washington, v. 223, p. 1290-1293, 1984.

BROWN, S.; LUGO, A.E. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in global carbon cycle. **Biotropica**, Washington, v. 14, p. 161-187, 1982.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 6, p. 1-32, 1990.

BRUN, E.J. et al. Decomposição da serapilheira produzida em três fases sucessionais de floresta estacional decidual no RS. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. 1 CD ROM.

BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; VACCARO, S. Produção de serapilheira e devolução de nutrientes em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 1999. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. p. 348-368. 1 CD-ROM.

CALDEIRA, M.V.W. PEREIRA, J.C.; SCHUMACHER, M.V.; DELLA-FLORA, J.B.; SANTOS, E.M. Comparações entre as concentrações de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p.489-492, 1999b.

CALDEIRA, M.V.W. PEREIRA, J.C.; SCHUMACHER, M.V.; DELLA-FLORA, J.B.; SANTOS, E.M. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p.19-24, 1999a.

CALDEIRA, M.V.W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Santa Maria, RS. 1998. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

CALDEIRA, M.V.W., RONDON NETO, R.M., SCHUMACHER, M.V., Acumulo e exportação de micronutrientes em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) procedência Bodalla. **Floresta**, Curitiba, 2001b. (no prelo).

CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO, R.M.; SCHUMACHER, M.V. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australianas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 1-6, 2002a. (no prelo).

CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO, R.M.; SCHUMACHER, M.V. Conteúdo e exportação de micronutrientes em acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) procedência Batemans Bay (Austrália), plantada em Butiá – RS, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, 2001a. (no prelo).

CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO, R.M.; SCHUMACHER, M.V. Eficiência nutricional de micronutrientes em três procedências de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, 2002b. (no prelo).

- CALDEIRA, M.V.W.; RONDON NETO, R.M.; SCHUMACHER, M.V.; SPATHELF, P. Conteúdo e exportação de B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na em acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) procedência australiana Lake Geog Bunge Dore - Austrália. **Floresta**, Curitiba, v. 31, n. 1/2, p. 99-104, 2001c.
- CALDENTEY, J. Acumulacion de biomassa em rodais naturais de *Nothofagus pumilio* em tierra Del fuego, Chile. **Investigación Agrária Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 4, n. 2, p. 165-175, 1995.
- CAMARGO, J. B. **Geografia física, humana e econômica do Paraná**. 2. ed. Chichetec, 1998. 207p.
- CAMPOS, J.C.C.; VALENTE, O.F. Considerações sobre o inventário de povoamentos florestais com ênfase na biomassa e na sua transformação em carvão vegetal. **Boletim Técnico**, Viçosa, MG, n. 1, p. 1-19, 1993.
- CAMPOS, M.A.A. **Balço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis* Avaliação na safra e na safrinha**. Curitiba, 1991. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CASTELA, P.R. (Coord.). **Conservação do bioma Floresta com Araucária: relatório final**. Curitiba: FUPEF, 2001. v.1/2.
- CASTRO, C.F.A.; POGGIANI, F. NICOLIELO, N. Distribuição de fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. **IPEF**, Piracicaba, v. 20, p. 61-74, 1980.
- CLEVELARIO JÚNIOR, J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montana**. Viçosa, MG. 1996. 135f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.
- COLE, D.W.; RAPP, M. Elemental cycling in forested ecosystems. In: REICHLER, D. E., **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980. p. 341-409.
- CORDINI, C. Grupos ecológicos de espécies florestais nativas de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 40-43, 1994.
- CUNHA, G.C. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul**. Piracicaba, 1997. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- DECHEN, .A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Avaliação do estado nutricional da planta e disponibilidade no solo. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. 734p.
- DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo de cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii***

- Engelm. var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, S.P.).** São Paulo-SP. 1984. 299f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- DRECHSEL, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**, The Hague, v. 131, p. 29-46, 1991
- DRUMOND, M.A. **Alterações fitossociológicas e edáficas decorrentes de modificações da cobertura vegetal na Mata Atlântica, região do médio Rio Doce, MG.** Viçosa, MG. 1996. 73f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Viçosa.
- DRUMOND, M.A. et al. Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 1-10, 1997a.
- DRUMOND, M.A. et al. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do médio Rio Doce-MG. **Revista Árvore**, MG, v. 21, n. 2, p. 187-199, 1997b.
- DRUMOND, M.A.; POGGIANI, F. Distribuição da biomassa e dos nutrientes em plantações puras e consorciadas de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea hondurensis*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS, p. 234-239.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EVARISTO, I.M.T.N. Contribuição para o estudo da vitalidade de algumas espécies florestais portuguesas: aspectos da nutrição e produtividade. **Silva Lusitânia**, Lisboa, v. 7, n. 2, p. 173-198, 1999.
- FERRI, M.G. **Ecologia-temas e problemas brasileiros.** São Paulo: Edusp, 1974. 188p.
- FIFE, D.N. NAMBIARM, E.K.S. Accumulation and retranslocation of mineral nutrients in developing needles in relation to seasonal growth young Radiata Pine trees. **Annals of Botanic**, Oxford, n. 50, p. 817-829, 1987.
- FLOSS, P.A.; CALDATO, S.L.; BOHNER, J.A.M. Produção e decomposição de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista da reserva florestal da Epagri/Embrapa de Caçador, SC. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 19-22, 1999.
- FRANCO, E.J. **Estudo dos métodos estimativos de volume, biomassa e níveis de produtividade para *Eucalyptus camaldulensis*.** Lavras, MG. 1996. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Lavras.
- FREITAS, R.A. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solo sujeito a arenização no município de Alegrete – RS.** Santa Maria, 2000. 60f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

FROUFE, L.C.M. et al. Reciclagem de nutrientes via folhas – serapilheira de *Eucalyptus grandis* e *Albizia guachapele* cultivados em sistemas puros e consorciados. FERTBIO 98: interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: consolidando um paradigma, 1998, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: UFLA, p. 559.

FURLANI, A.M.C. et al. Sorghum genotype differences in phosphorus uptake, phosphorus efficiency, phosphorus mobilization and utilization. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 7, n. 7, p. 1113-1126, 1984.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de matéria orgânica em mata natural, e em plantações de *Eucalyptus* spp. e *Joannesia princeps* no sudeste da Bahia, Brasil. In: SOLO SUELO – CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996. Água de Lindóia. **Resumos expandido...** Águas de Lindóia: SLCS, 1996. 1 CD-ROM.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S.; ZAIA, F.C. Biomassa de serapilheira de diferentes coberturas florestais na região norte fluminense. FERTBIO 2000: biodinâmica do solo, 2000, Santa Maria. **Resumos expandidos...** Santa Maria: SBCS, RS. 2000. 1 CD-ROM.

GARAY, I.; ANDRADE, F.N.; KINDEL, A. Evolução da serapilheira e da fertilidade do solo em região de Mata Atlântica de tabuleiros: de plantios a mata nativa. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA: ambiente e sociedade, 5., 2001. Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2001. p. 242.

GOLLEY, F.B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: USP, 1978. 256p.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G. La biomassa y la estructura mineral de algunos bosques de Darien, Panamá. **Turrialba**, São Jose, v. 21, n. 2, p. 189-196, 1971.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS: CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2., 1992. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 463-469.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo e sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 1-57.

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 221-267.

GRUSAK, M.A.; POMPER, K.W. Influence of pod stomatal density and pod transpiration on the calcium concentrations of snap bean pods. **Journal American Society Horticulture Science**, v. 124, n. 2, p. 194-198, 1999.

HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 144p.

HANSEN, E.A.; BAKER, J.B. Biomass and nutrient removal in short rotation intensively cultured plantations. **Annual Meeting American Poplars Council**, Thompsomville, 1979. p. 130-151.

HASE, H.; FÖLSTER, H. Biolements inventory of a tropical (semi) evergreen seasonal forest on eutrophic alluvial soils, Western Lianos, Venezuela. **Acta Oecologica**, Paris, v. 3, n. 17, p. 331-346, 1982.

HERRERA, R. et al. **Amazon ecosystems**. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. **Interciencia**, v. 3; n. 4, p.223-231, 1978.

HERRERA, R. Nutrient cycling in Amazonian Forest. In: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.E. (Ed.) **Amazonia: key environments**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 95-105.

HERRMANN.M.L.P.; ROSA, R.O. **Relevo**. In: IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul, 1990. p. 55-84.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**. São Paulo: Polígono, 1972. 466p.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49p. (Documentos; 18).

IBDF. **Inventário Nacional**. Florestas Nativas –Paraná e Santa Catarina. Brasília, 1984. 345p.

IBGE. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, 1991. 124p.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p.

IBGE. **Vegetação e geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro, 1990. v. 2, 419p.

JONES JÚNIOR, J.B. Distribution of 15 elements in corn leaves. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 1, p. 27-34, 1970.

JORDAN, C.F. **Nutrient cycling in tropical Forest ecosystems**. New York: John Wile, 1985. 190p.

KABATA PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soil na plants. Boca Raton: CRC Press, 1984.

- KAUL, P.F.T. **Geologia**. In: IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro, 1990. p. 29-54.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. London: Blacwell, 1992. 363p.
- KIMMINS, J.P. **Forest ecology**. New York: Collier Macmillan Canada, 1987. 531p.
- KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro-brasileiro. **Sellowia**, Itajaí, v. 12, n. 12, p. 17-48, 1960.
- KLINGE, H.; FURCH, K.; HARMS, E. Selected bioelements in bark and wood on native tree species from Central Amazonian inundation forests. **Amazoniana**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 105-117, 1984.
- 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. 148f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- KOEHLER, C.W.; SOARES, R.V.; REISSMANN, C.B. Variação estacional da deposição de serapilheira em povoamento de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa-PR. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos de Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS, 1990. p.509-519.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic, 1991. 657p.
- KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. **Physiological of woody**. 2. ed. San Diego: Academic, 1996. 432p.
- LACERDA, A.E.B. **Levantamento florístico e estrutura de vegetação secundária em área de contato da Floresta Ombrófila Densa e Mista-PR**. Curitiba, 1999. 114f. Tese (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- LADEIRA, B.C. et al. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos, em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 69-78, 2001.
- LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer-Verlag, 2000. 540p.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del bosque universitario “El Caimital”, Estado Barinas. **Revista Forestal Venezolana**, Mérida, v. 7, n. 10/11, p. 77-119, 1964.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p.
- LAVALLE, A.M. **A madeira na economia paranaense**. Curitiba: Grafipar, 1974. 111p.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1993. 301p.

LONDSDALE, W.M. Predicting the amount of litterfall in Forest of the world. **Annals of Botany**, Oxford, v. 61, p. 319-324, 1988.

LONGHI, S.J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo – RS**. Curitiba, 1997. 198f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

LUGO, A.E. Comparison, of tropical tree plantations with secondary forest of similar age. **Ecological monographs**, New York: Springer, v. 62, n. 1, p. 1-41, 1992.

LUGO, A.E.; BROWN, S. Steady state ecosystems and the global carbon cycle. **Vegetation**, v. 68, n. 2, p. 83-89, 1986.

LUGO, A.E.; BROWN, S.; CHAPMAN, J. An analytical review of production rates and stem wood biomass of tropical forest plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 23, p. 179-200, 1988.

LUY, A.; GOYA, J.F.; FRANGI, J.L. Distribución de la biomasa aérea y subterránea en plantaciones de *Eucalyptus grandis* de distintas edades en la región de Concordia, Entre Ríos (Argentina). In: CONGRESO FORESTAL ARGENTINO Y LATINO - AMERICANO "Forestar y crecer", 2., 1997. Misiones. **Actas...** Misiones: Asociación Forestal Argentina, 1997.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: José Olympio, 1968. 442p.

MAGALHÃES, L.M.S. **Características ecofisiológicas de espécies nativas selecionadas e limites edafo-nutricionais de solos da terra firme, na Amazônia Ocidental, sob aspecto silvicultura**. Seropédica, 1994. 237f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

MAGALHÃES, L.M.S.; BLUM, W.E.H. Concentração e distribuição de nutrientes nas folhas de espécies florestais, na Amazônia Ocidental. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 6, n. 1, p. 127-137, jan./dez., 1999.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1997. 889p.



MARTINELLI, L.A. et al. Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQÜESTRO DE CO<sub>2</sub> – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia do Vale do Rio Doce, 1994. p.197-221.

MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: EPU, 1980. v. 18, 63p.

MASON, P.A.; PELHAM, J. Genetic factors affecting the response of trees to mineral nutrient. In: CANNELL, M.G.R.; LAST, F.T. (Ed.) **Tree physiology and yield improvement**. New York, Academic, 1976. p.437-448.

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: The General Secretarial of the Organization of American States. 1982. 167p. (Série Biologia – Monografia, 22).

MEDINA, E.; CUEVAS, E. Patterns of nutrient accumulation and release in Amazonian forest of the upper Rio Negro basin. In: PROCTOR, J. (Ed). **Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems**. Blackwell Science Publications, 1989. p. 217-239.

MELLO, R.S.P. **Produção de serrapilheira e aspectos da ciclagem de nutrientes em dois tipos florestais adjacentes no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1995. 136f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MELO, J.T.; MOURA, V.P.G.; RESCK, D.V.S. Acúmulo de serrapilheira e de nutrientes por *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh em área de cerrado. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993. Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS, 1999. p. 217-220.

MILLARD, P. Measurement of the remobilization on nitrogen for spring leaf growth of trees under field conditions. **Tree Physiology**, Victoria, v. 14, p. 1049-1054, 1994.

MILLER, H.G. Dynamic of nutrient cycling in plantations ecosystems. **Nutrition of plantation forest**. London: Academic, 1984. p. 53-78.

MIYAZAWA, M. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Ed). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Slos, 1999. (Comunicação para Transferência de Tecnologia) p. 171-223.

MOLCHANOV, A.A. **Hidrologia florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1963. 419p.

MONTAGNINI, F.; SANCHO, F. Reciclaje de nutrientes em plantaciones jóvenes com árboles nativos: estratégias para um manejo sustentable. **Yvyrareta**, Argentina, n. 4, p. 9-23, set., 1993.

MORAIS, E.J. et al. Biomassa e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 353-362, 1990.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 50, p. 163-173, 1990.

NEGI, J.D.S.; SHARMA, D.C. Distribution of nutrient in ages series of *Eucalyptus globules* plantations in Tamil Nadu. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 110, n. 9, p. 944-953, 1984.

NEVES, E.J.M.; REISSMANN, C.B.; DÜNISCH, O. Biomassa e conteúdo de elementos minerais nos compartimentos arbóreos de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 42, p. 41-49, 2001.

NEVES, J.C.L. **Produção e participação de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: UENF, 2000. 191f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense.

NEVES, E.J.M. **Biomassa e acúmulo de nutrientes nos diversos compartimentos de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn e *Virola surinamensis* (Rol.) Warb plantadas na Amazônia ocidental brasileira**. Curitiba, 1999. 189p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

NILSSON, L.O. et al. Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems – present status and future research directions. **Plant and Soil**, The Hague, v. 168/169, p. 5-13, 1995.

NIÑO B., L.N. Estimación de la fitomasa aérea forestal de bosque natural de segundo crecimiento “Coral II”, Bajo Calima, Costa Pacífica, Colômbia. In: SEMINARIO BOSQUE TROPICALES: PERSPECTIVAS FUTURAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN, 1988, Quibdó. **Serie memorias de eventos científicos Colobianos...** Quibdó: Guadalupe, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, 1990. p. 113-138.

NOVAIS, R.F.; POGGIANI, F. Deposição de folhas e nutrientes em plantações florestais puras e consorciadas de *Pinus* e *Liquidambar*. **Revista IPEF**, Piracicaba, v. 23, p. 57-60, 1983.

O’CONNELL, A.M.; SANKARAN, K.V. Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: NAMBIAR, E.K.S., BROWN, A.G. (Ed.) **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Canberra: ACIAR Australia/CSIRO, 1997. p. 443-480. (Monograph; n.43).

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

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP:FAPESP, 2000. p.109-123.

PARANÁ. Secretária de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**, Curitiba, 1987. 73p.

PARANÁ. Superintendência de desenvolvimento de recursos e saneamento ambiental **Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba, 1998. 32p.

PARDÉ, J. Forestry biomass review article. **Forestry Abstracts**, Farnham Royal, v. 41, n. 8, p. 343-362, 1980.

PEREIRA, A.R. et al. Concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, cultivado na região do cerrado. **Brasil Florestal**, Brasília, n.59, p. 27-38, 1984.

PEREIRA, J.C. et al. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Árvore**, MG, v. 24, n. 2, p.193-199, 2000.

PEREIRA, J.C. et al. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Árvore**, MG, v. 24, n. 2, p.193-199, 2000.

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

PIRES O'BRIEN, M.J.; O'BRIEN, C.M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP, 1995. 400p.

POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS: CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. v. 3, p. 734-739.

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*: implicações ecológicas e silviculturais**. Piracicaba, 1985. 211f. Dissertação (Livre Docência em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

PRITCHETT, W.L. **Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento**. Mexico: John Wiley & Sons, Inc., 1990. 634p.

PROCTOR, J. Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK (Ed.) **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, v. 2, p. 267-273, 1983.

REIS, A. **Manejo e conservação das florestas catarinenses**. Florianópolis, 1993. 122f. Tese (Doutorado em Conservação de Florestas Tropicais) - Botânica Aplicada, Universidade Federal de Santa Catarina.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Ed.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. Folha de Viçosa, 1990. p. 265-301.

REISSMANN, C.B. et al. Bioelementos em folhas e hastes de erva-mate ("*Ilex paraguariensis*" St. Hill.) sobre cambissolos na região de Mandirituba-PR. **Floresta**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 49-54, 1983.

REISSMANN, C.B. Morfologia dos horizontes de húmus em floresta de coníferas exóticas no sul do Brasil. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.5, p.11-16, 1983.

RODIN, L.E.; BAZILIVIC, N.I.; **Production and mineral cycling in terrestrial vegetation**. Edinburgg: Oliver and Boyd, 1967.

RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, L.V.A. **Consideraciones sobre la biomasa, composición química y dinámica del bosque pluvial tropical de colinas bajas. Bajo Calima Buenaventura, Colombia**. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, Bogotá: Serie (Documentación; n.16). 1988. 36p.

RUSSO, R.O. **Medições de biomassa em sistemas agroflorestais**. Turrialba: CATIE, 1983. 27p.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4. ed. Belmont: Hardcover Publishing Company, 1999. 682p.

SALOMÃO, R.P.; NEPSTAD, D.C.; VIEIRA, I.C.G. Biomassa e estoque de carbono de florestas tropicais úmidas primárias e secundárias. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.) **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Local: Smithsonian Institution, 1998.p. 99-119.

SANCHEZ, P.A. et al. Tree crops as soil improvers in the humid tropic. In: CANNELL, M.G.R.; JACKSON, J.E. (Ed). **Attributes of trees as crop plants**. England: Institute of Terrestrial Ecology, Natural Environmental Research Council, Abbots Ripton, Huntingdon, 1985. p. 327-350.

SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1976. 409p.

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. 387f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos.

SCHUMACHER, M.V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Mesell**. Piracicaba, 1992. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo.

SCHUMACHER, M.V. **Biomassa de raízes**. Santa Maria, 2001.

SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1996. p. 65-77.

SCHUMACHER, M.V. et al. A. Quantifizierung der biomasse und des nährstoffgehalts bei der erstdurchforstung eines araukarienbestandes in Quedas do Iguazu (Paraná, Brasilien). **Forstarchiv**, Hannover, v. 73, n. 5, p. 187-194, 2002a.

SCHUMACHER, M.V. et al. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes no corte raso de uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. na região de Quedas de Iguazu-PR**. Santa Maria: UFSM, 2002b. (Relatório de pesquisa).

SCHUMACHER, M.V. **Naehrstoffkreislauf in verschiedenen Bestaeden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien**. Wien, Austria: Universität für Bodenkultur, 1995. 167f. Tese (Doutorado em Ecologia e Nutrição Florestal) – Universität für Bodenkultur.

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. **A complexidade dos ecossistemas**. Porto Alegre: Palloti, 1997. 50p.

SHEPHERD, G.J. **Fitopac 1: manual do usuário**. Campinas: UNICAMP, Departamento de Botânica, 1994. 9p.

SOUTO, P.C. et al. Decomposição da celulose, serrapilheira e atividade microbiana em solos do semi-árido brasileiro. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 14., 1999. Temuco, Chile. **Resumos expandidos...** Temuco, Chile, 1999. 1 CD-ROM.

SPAIN, A.V. Litterfall and the standing crop litter in three tropical Australian rainforests. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 72, p. 947-961, 1984.

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

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**: with special reference to the biological sciences. New York: McGraw Hill, 1960. 481p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2. ed. Massachusetts: Sunderland, 1998. 792p.

TALORA, D.C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

TANNER, E.V.J. Litterfall in montane rainforests of Jamaica and its relation to climate. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 68, p. 833-848, 1980.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRG, Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim Técnico; 5).

TERRA. **Volta ao mundo**. São Paulo: Abril, v. 8, n. 1, p. 15, 1999.

TREVISAN, E. **Classificação e caracterização de horizontes orgânicos sob povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Ponta Grossa – PR – 1.<sup>a</sup> aproximação**. Curitiba, 1992. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

TURNER, I.M.; ONG, B.L.; TAN, H.T.W. Vegetation analysis, leaf structure and nutrient status of a Malasyan heath community. **Biotropica**, Washington, v. 27, n. 1, p. 2-12, 1995.

TURVEY, N.D.; SMETHURST, P.J.; Nutrient concentrations in foliage, litter and soil in relations to wood production of 7 to 15 year old *Pinus radiata* in Victoria, Australia. **Australian Forestry**, Canberra, v. 57, n. 4, p. 157-164, 1994.

VAN DEN DRIESSCHE, R. Prediction of mineral status of trees by foliar analysis. **The Botanical Review**, New York, v. 40, p. 347-394, 1974.

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

VEZZANI, F.M. **Aspectos nutricionais de povoamentos puros e mistos de *Eucalyptus saligna* (Smith) e *Acacia mearnsii* (De Wild.)**. Porto Alegre, 1997. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VIANA, V.M. **Seed dispersal and gap regeneratio**: the case of three Amazonian species. Cambridge, 1989. 270f. Thesis (Ph.D. in Foreste Science) - Havard University.

- VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L. Deposição de nutrientes através da queda da serapilheira em dois remanescentes de Floresta Ombrófila Densa em Blumenau-SC. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 2, n. 2/3, p. 41-55, 2000.
- VITOUSEK, P.M. Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology**, Durham, v. 65, n. 1, p. 258-298, 1984.
- VITOUSEK, P.M.; SANFORD, R.L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, p. 137-167, 1986.
- WAMBEKE, A.V. **Soils of the tropics: properties and appraisal**. New York: McGraw Hill, 1992. 343p.
- WATZLAWICK, L.F. **Análise e estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. Curitiba, [200-]. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- WEDDERBURN, M.E.; CARTER, J. Litter decomposition by four functional tree types for use in silvopastoral systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 31, p. 455-461, 1999.
- WENDLING, J.L.G. **Modelos matemáticos de crescimento e de produção em biomassa de *Euterpe edulis* Mart. Plantadas a céu aberto**. Curitiba, 1998. 168f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- WHITTAKER, R.H. **Communities and ecosystems**. 2. ed. New York: McMillan, 1975. 385p.
- WISNIEWSKI, C. et al. **Caracterização do ecossistema e estudo das relações solo-cobertura vegetal em planície pleistocênica do litoral paranaense**. Curitiba: UFPR/Departamento de Solos, 1997. 55p. (Projeto Integrado-CNPq, Relatório final).
- WOLKWEISS, S.J. Otimização das características da planta para maximizar a eficiência do adubo. In: SEMINÁRIO FÓSFORO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVA NA AGRICULTURA, 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Manah, 1996. p. 8-15.
- YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das planta? **POTAFOS: Informações agronômicas**, Piracicaba, n. 90, p. 1-5, 2000.
- ZANCHETA, D.; TIMONI, J.L. Produção de folheto em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em função do manejo do solo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS, 1993. p. 261-264.

**DOCUMENTOS CONSULTADOS**

ART, H.W. **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2001. 583p.

BRIGADÃO, C. **Dicionário de ecologia**. Rio de Janeiro: Toop books e distribuidora Ltda, 1992. 344p.

FERNANDES, F.; LUFY, C.P.; GUIMARÃES, F.M. **Dicionário brasileiro globo**. 30. ed. São Paulo: Globo, 1993. 720p.

FERREIRA, A.B.H. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128 p.

FERREIRA, A.B.H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975. 1499p.



APÊNDICE 1 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES COM SEUS RESPECTIVOS PARÂMETROS ESTRUTURAIS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	H <sup>(1)</sup>	DAP <sup>(2)</sup>	AB <sup>(3)</sup>	FA <sup>(4)</sup>	DoA <sup>(5)</sup>	DA <sup>(6)</sup>	FR <sup>(7)</sup>	DoR <sup>(8)</sup>	DR <sup>(9)</sup>
<i>Allophylus edulis</i>	12,0	19,1	0,2197	5	0,7629	17,4	0,91	1,96	2,92
<i>Araucaria angustifolia</i>	17,9	38,0	22,681	45	78,754	52,1	8,18	20,24	8,77
<i>Calyptranthes concinna</i>	9,3	14,7	0,0397	10	0,1378	6,9	1,82	0,35	1,17
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	17,0	46,0	0,6792	15	23,583	10,4	2,73	6,06	1,75
<i>Casearia decandra</i>	10,0	13,3	0,0448	5	0,1554	10,4	0,91	0,40	1,75
<i>Clethra scabra</i>	12,9	28,5	0,0637	5	0,2214	3,5	0,91	0,57	0,58
<i>Cupania vernalis</i>	16,4	40,7	0,4200	10	14,583	10,4	1,82	3,75	1,75
<i>Dicksonia sellowiana</i>	3,6	23,0	0,3074	25	10,672	24,3	4,55	2,74	4,09
<i>Drimys brasiliensis</i>	15,3	25,0	0,0492	5	0,1707	3,5	0,91	0,44	0,58
<i>Ilex dumosa</i>	10,2	21,0	0,1507	20	0,5232	13,9	3,64	1,34	2,34
<i>Ilex microdonta</i>	9,4	12,7	0,0384	5	0,1333	10,4	0,91	0,34	1,75
<i>Ilex paraguariensis</i>	9,6	12,9	0,2188	40	0,7598	52,1	7,27	1,95	8,77
<i>Ilex theezans</i>	14,8	24,1	0,0455	5	0,1579	3,5	0,91	0,41	0,58
<i>Jacaranda puberula</i>	12,9	24,1	0,1017	5	0,3533	6,9	0,91	0,91	1,17
<i>Lamanonia ternata</i>	15,3	38,7	0,1174	5	0,4078	3,5	0,91	1,05	0,58
<i>Lithraea brasiliensis</i>	10,1	13,5	0,0618	10	0,2147	13,9	1,82	0,55	2,34
<i>Matayba elaeagnoides</i>	13,0	21,5	0,0731	5	0,2537	6,9	0,91	0,65	1,17
<i>Mimosa scabrella</i>	14,6	28,5	0,2613	10	0,9073	13,9	1,82	2,33	2,34
Morta	7,8	21,8	0,4354	30	15,117	34,7	5,45	3,88	5,85
<i>Myrcia</i> sp.	8,6	13,3	0,1379	20	0,4789	27,8	3,64	1,23	4,68
<i>Myrsine ferruginea</i>	13,3	18,4	0,3151	25	10,942	34,7	4,55	2,81	5,85
<i>Myrsine umbellata</i>	9,7	14,8	0,1871	20	0,6495	31,3	3,64	1,67	5,26
<i>Nectandra megapotamica</i>	15,9	37,7	0,4275	15	14,843	10,4	2,73	3,81	1,75
<i>Ocotea porosa</i>	16,4	49,0	26,990	45	93,717	38,2	8,18	24,08	6,43
<i>Ocotea puberula</i>	17,9	28,8	0,2246	15	0,7798	10,4	2,73	2,00	1,75
<i>Ocotea pulchella</i>	15,2	29,7	0,1879	10	0,6524	6,9	1,82	1,68	1,17
<i>Persea major</i>	15,2	40,0	0,1257	5	0,4366	3,5	0,91	1,12	0,58
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	15,1	19,4	0,2399	20	0,8331	27,8	3,64	2,14	4,68
<i>Prunus brasiliensis</i>	17,0	33,9	0,0901	5	0,3128	3,5	0,91	0,80	0,58
<i>Quillaja brasiliensis</i>	13,4	52,7	0,2180	5	0,7568	3,5	0,91	1,94	0,58
<i>Sapium glandulatum</i>	15,8	21,7	0,2703	20	0,9384	24,3	3,64	2,41	4,09
<i>Schinus terebinthifolius</i>	7,2	8,6	0,0058	5	0,0201	3,5	0,91	0,05	0,58
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	13,4	10,2	0,0082	5	0,0283	3,5	0,91	0,07	0,58
<i>Sebastiania commersoniana</i>	16,9	21,4	0,0360	5	0,1251	3,5	0,91	0,32	0,58
<i>Sloanea lasiocoma</i>	10,6	31,6	0,0785	5	0,2725	3,5	0,91	0,70	0,58
<i>Styrax leprosus</i>	10,4	15,1	0,1958	30	0,6799	34,7	5,45	1,75	5,85
<i>Symplocos celastrinea</i>	12,5	12,1	0,0115	5	0,0399	3,5	0,91	0,10	0,58
<i>Symplocos uniflora</i>	11,1	15,2	0,0778	20	0,2701	13,9	3,64	0,69	2,34
<i>Vernonia discolor</i>	13,2	25,5	0,0509	5	0,1768	3,5	0,91	0,45	0,58
<i>Xylosma</i> sp.	11,3	17,4	0,0236	5	0,0821	3,5	0,91	0,21	0,58

Nota: (1) Altura média (m); (2) Diâmetro à altura do peito (cm); (3) Área basal (m<sup>2</sup>); (4) Freqüência absoluta (%); (5) Dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); (6) Densidade absoluta (indivíduos.ha<sup>-1</sup>); (7) Freqüência relativa (%); (8) Dominância relativa (%); (9) Densidade relativa (%).

APÊNDICE 2 – RELAÇÃO DAS FAMÍLIAS COM SEUS RESPECTIVOS PARÂMETROS  
ESTRUTURAIS, GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Família	FA <sup>(2)</sup>	DoA <sup>(3)</sup>	DA <sup>(4)</sup>	FR <sup>(5)</sup>	DoR <sup>(6)</sup>	DR <sup>(7)</sup>
Anacardiaceae	10	0,2349	17,4	2,02	0,60	2,92
Aquifoliaceae	60	15,742	79,9	12,12	4,05	13,45
Araucariaceae	45	78,754	52,1	9,09	20,24	8,77
Bignoniaceae	5	0,3533	6,9	1,01	0,91	1,17
Clethraceae	5	0,2214	3,5	1,01	0,57	0,58
Compositae	25	10,098	31,3	5,05	2,60	5,26
Cunoniaceae	5	0,4078	3,5	1,01	1,05	0,58
Cyatheaceae	25	10,672	24,3	5,05	2,74	4,09
Elaeocarpaceae	5	0,2725	3,5	1,01	0,70	0,58
Euphorbiaceae	30	10,918	31,3	6,06	2,81	5,26
Flacourtiaceae	10	0,2375	13,9	2,02	0,61	2,34
Lauraceae	70	127,247	69,4	14,14	32,70	11,70
Mimosaceae	10	0,9073	13,9	2,02	2,33	2,34
Mortaceae <sup>(1)</sup>	30	15,117	34,7	6,06	3,88	5,85
Myrsinaceae	45	17,437	66,0	9,09	4,48	11,11
Myrtaceae	35	29,750	45,1	7,07	7,65	7,60
Rosaceae	10	10,697	6,9	2,02	2,75	1,17
Sapindaceae	15	24,750	34,7	3,03	6,36	5,85
Styracaceae	30	0,6799	34,7	6,06	1,75	5,85
Symplocaceae	20	0,3100	17,4	4,04	0,80	2,92
Winteraceae	5	0,1707	3,5	1,01	0,44	0,58

Nota: (1) Nome da família fictícia; (2) Frequência absoluta (%); (3) Dominância absoluta ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ); (4) Densidade absoluta (indivíduos. $ha^{-1}$ ); (5) Frequência relativa (%); (6) Dominância relativa (%); (7) Densidade relativa (%).

APÊNDICE 3 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE N E P (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira		Casca		Galhos		Folhas		Miscelânea		Total		Lenhoso <sup>(1)</sup>	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
<i>Allophyllus edulis</i>	1,648	0,179	0,186	0,013	14,071	1,489	0,564	0,038	1,062	0,084	17,531	1,802	15,905	1,680
<i>Araucaria angustifolia</i>	12,914	0,754	24,795	0,826	9,585	1,079	9,600	0,946	0,346	0,025	57,239	3,630	47,294	2,659
<i>Calyptranthes concinna</i>	0,169	0,067	0,024	0,001	0,443	0,093	0,056	0,003	0,027	0,002	0,718	0,165	0,636	0,161
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	11,574	0,391	0,350	0,017	30,491	2,259	0,826	0,049	1,258	0,104	44,499	2,821	42,415	2,667
<i>Casearia decandra</i>	0,379	0,020	0,090	0,003	0,795	0,051	0,047	0,002	0,032	0,002	1,343	0,078	1,264	0,075
<i>Clethra scabra</i>	0,199	0,014	0,019	0,002	0,155	0,017	0,067	0,005	0,003	0,0003	0,443	0,038	0,373	0,033
<i>Cupania vernalis</i>	2,500	0,218	0,942	0,049	7,089	0,492	1,107	0,111	0,285	0,020	11,923	0,889	10,530	0,759
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,374	0,101	...	...	...	...	0,509	0,042	0,275	0,027	1,158	0,170	0,374	0,101
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,146	0,004	0,040	0,002	0,121	0,156	0,138	0,011	0,026	0,002	0,471	0,174	0,307	0,162
<i>Ilex dumosa</i>	1,031	0,026	0,514	0,012	1,619	0,239	0,281	0,014	0,064	0,005	3,510	0,296	3,164	0,277
<i>Ilex microdonta</i>	0,126	0,005	0,042	0,002	0,673	0,039	0,137	0,007	0,006	0,0004	0,983	0,054	0,840	0,047
<i>Ilex paraguariensis</i>	1,201	0,079	0,559	0,021	1,421	0,132	0,722	0,033	0,072	0,003	3,975	0,267	3,181	0,231
<i>Ilex theezans</i>	0,029	0,031	0,217	0,009	0,032	0,032	0,066	0,003	0,002	0,002	0,346	0,076	0,278	0,071
<i>Jacaranda puberula</i>	1,012	0,047	0,066	0,004	1,083	0,122	0,025	0,002	0,025	0,002	2,211	0,177	2,161	0,173
<i>Lamanonia ternata</i>	0,476	0,027	0,104	0,006	1,351	0,075	0,029	0,002	0,053	0,003	2,014	0,113	1,932	0,108
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,351	0,037	0,119	0,007	0,899	0,122	0,278	0,022	0,005	0,0005	1,651	0,189	1,369	0,166
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,436	0,022	0,250	0,013	0,675	0,036	0,102	0,008	0,073	0,006	1,536	0,084	1,361	0,071
<i>Mimosa scabrella</i>	2,748	0,041	0,972	0,023	11,554	0,152	1,303	0,060	0,141	0,010	16,717	0,285	15,273	0,216
<i>Myrcia</i> sp.	0,461	0,055	0,086	0,006	0,993	0,116	0,151	0,009	0,069	0,005	1,760	0,191	1,540	0,178
<i>Myrsine ferruginea</i>	1,828	0,087	1,232	0,079	4,823	0,433	0,749	0,058	0,053	0,003	8,684	0,660	7,883	0,599
<i>Myrsine umbellata</i>	1,028	0,249	0,300	0,026	1,924	0,116	0,455	0,030	0,028	0,002	3,734	0,423	3,252	0,391
<i>Nectandra megapotamica</i>	3,291	0,114	0,773	0,038	10,002	0,574	1,078	0,045	0,365	0,021	15,508	0,792	14,065	0,726
<i>Ocotea porosa</i>	35,403	1,067	9,291	0,267	83,351	4,809	7,283	0,307	3,745	0,211	139,073	6,662	128,045	6,144
<i>Ocotea puberula</i>	1,520	0,039	1,198	0,042	9,545	0,410	0,412	0,022	0,498	0,027	13,172	0,541	12,262	0,491
<i>Ocotea pulchella</i>	1,566	0,073	0,395	0,015	5,258	0,306	0,399	0,018	0,153	0,008	7,771	0,420	7,219	0,394
<i>Persea major</i>	0,631	0,212	0,367	0,021	0,122	0,166	0,086	0,005	0,049	0,003	1,256	0,406	1,121	0,399
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	1,640	0,089	0,837	0,030	2,788	0,111	0,646	0,030	0,030	0,001	5,942	0,261	5,266	0,230

continua

APÊNDICE 3 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE N E P (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão													
	Madeira		Casca		Galhos		Folhas		Miscelânea		Total		Lenhoso <sup>(1)</sup>	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,861	0,023	0,251	0,022	3,167	0,164	0,362	0,013	0,005	0,008	4,647	0,229	4,279	0,209
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,572	0,013	0,099	0,004	3,879	0,134	0,173	0,006	0,038	0,002	4,760	0,159	4,549	0,151
<i>Sapium glandulatum</i>	1,788	1,413	0,879	0,043	1,764	0,151	0,424	0,024	0,054	0,003	4,909	1,633	4,430	1,606
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,022	0,001	0,007	0,0005	0,016	0,001	0,012	0,001	0,000	0,00002	0,058	0,003	0,046	0,003
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,007	0,008	0,027	0,001	0,005	0,006	0,022	0,001	0,003	0,000	0,064	0,016	0,038	0,015
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,876	0,115	0,083	0,003	0,297	0,013	0,016	0,001	0,059	0,004	1,331	0,135	1,256	0,131
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,462	0,047	0,051	0,005	0,479	0,056	0,028	0,002	0,044	0,004	1,065	0,114	0,992	0,108
<i>Styrax leprosus</i>	0,739	0,074	0,147	0,007	2,176	0,164	0,533	0,042	0,142	0,008	3,737	0,296	3,062	0,246
<i>Symplocos celastrina</i>	0,035	0,001	0,016	0,001	0,104	0,008	0,022	0,004	...	...	0,177	0,013	0,155	0,010
<i>Symplocos uniflora</i>	0,339	0,026	0,107	0,006	1,001	0,040	0,026	0,002	0,010	0,001	1,483	0,074	1,447	0,072
<i>Vernonia discolor</i>	0,161	0,019	0,060	0,004	0,391	0,031	0,071	0,006	0,002	0,0001	0,684	0,060	0,611	0,054
<i>Xylosma sp.</i>	0,004	0,005	0,001	0,001	0,033	0,039	0,001	0,001	0,002	0,002	0,041	0,047	0,039	0,045
Total	90,55	5,79	45,49	1,63	214,18	14,43	28,81	1,98	9,10	0,61	388,12	24,45	350,22	21,85

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos.

APÊNDICE 4 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE K E Ca (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira		Casca		Galhos		Folhas		Miscelânea		Total		Lenhoso <sup>(1)</sup>		continua
	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	
<i>Allophyllus edulis</i>	1,746	1,820	0,075	0,240	9,153	10,983	0,199	0,198	0,368	0,480	11,541	13,720	10,974	13,043	
<i>Araucaria angustifolia</i>	46,541	14,115	27,442	84,697	18,647	11,470	6,329	9,415	0,257	0,289	99,216	119,986	92,630	110,283	
<i>C.concinna</i>	0,483	0,184	0,031	0,067	0,845	0,774	0,034	0,037	0,014	0,026	1,407	1,088	1,359	1,025	
<i>C. xanthocarpa</i>	11,974	3,293	0,253	0,458	20,196	28,746	0,049	0,403	0,709	1,095	33,181	33,996	32,422	32,498	
<i>Casearia decandra</i>	0,892	0,632	0,064	0,457	0,670	1,465	0,023	0,023	0,014	0,026	1,662	2,603	1,625	2,554	
<i>Clethra scabra</i>	0,493	0,179	0,023	0,013	0,190	0,045	0,035	0,026	0,001	0,002	0,743	0,264	0,707	0,236	
<i>Cupania vernalis</i>	4,888	3,941	0,632	1,671	6,143	11,111	0,653	0,477	0,169	0,120	12,486	17,320	11,663	16,723	
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,707	0,190	...	...	...	...	0,330	0,229	0,180	0,136	1,216	0,555	0,707	0,190	
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,060	0,015	0,044	0,026	1,533	0,709	0,057	0,025	0,014	0,007	1,708	0,782	1,637	0,750	
<i>Ilex dumosa</i>	1,618	0,367	0,210	0,263	1,878	2,452	0,148	0,110	0,027	0,024	3,881	3,216	3,706	3,082	
<i>Ilex microdonta</i>	0,291	0,089	0,049	0,379	0,726	1,623	0,061	0,104	0,003	0,003	1,130	2,198	1,066	2,091	
<i>Ilex paraguariensis</i>	2,232	0,407	0,365	1,066	1,500	0,959	0,453	0,227	0,030	0,015	4,580	2,674	4,097	2,432	
<i>Ilex theezans</i>	0,712	0,266	0,149	0,734	0,320	0,874	0,018	0,029	0,015	0,010	1,214	1,912	1,181	1,873	
<i>Jacaranda puberula</i>	0,749	0,213	0,057	0,091	0,920	0,768	0,010	0,010	0,018	0,009	1,754	1,090	1,726	1,071	
<i>Lamanonia ternata</i>	1,571	0,549	0,107	0,762	1,486	2,723	0,012	0,032	0,035	0,026	3,211	4,092	3,164	4,034	
<i>Lithraea brasiliensis</i>	1,184	0,602	0,186	0,437	1,597	1,136	0,153	0,068	0,004	0,004	3,124	2,247	2,967	2,175	
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,823	1,016	0,164	0,809	1,190	0,761	0,038	0,033	0,029	0,021	2,243	2,639	2,177	2,586	
<i>Mimosa scabrella</i>	3,956	0,771	0,452	1,084	7,045	7,224	0,261	0,237	0,077	0,036	11,791	9,351	11,453	9,079	
<i>Myrcia</i> sp.	1,245	0,279	0,112	0,350	1,789	1,173	0,118	0,087	0,041	0,035	3,305	1,924	3,147	1,802	
<i>Myrsine ferruginea</i>	4,644	1,495	1,432	2,036	6,994	5,107	0,456	0,250	0,037	0,027	13,562	8,914	13,069	8,637	
<i>Myrsine umbellata</i>	2,766	2,091	0,416	2,027	3,406	3,916	0,313	0,318	0,017	0,015	6,917	8,367	6,587	8,034	
<i>N. megapotamica</i>	5,398	1,288	0,426	0,999	6,782	6,804	0,405	0,250	0,152	0,168	13,162	9,509	12,605	9,091	
<i>Ocotea porosa</i>	39,914	7,673	4,696	5,769	71,092	70,116	3,019	2,023	1,896	1,569	120,617	87,149	115,702	83,558	
<i>Ocotea puberula</i>	2,964	0,459	0,614	0,785	7,954	5,192	0,178	0,127	0,214	0,203	11,924	6,766	11,533	6,437	
<i>Ocotea pulchella</i>	3,219	1,343	0,396	1,610	3,602	4,044	0,186	0,160	0,093	0,109	7,496	7,266	7,217	6,997	
<i>Persea major</i>	1,154	0,515	0,395	0,863	1,525	2,389	0,051	0,072	0,019	0,018	3,143	3,857	3,074	3,768	
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	3,644	0,405	0,855	0,343	2,815	0,654	0,218	0,082	0,011	0,010	7,543	1,494	7,314	1,402	

APÊNDICE 4 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE K E Ca (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	conclusão													
	Madeira		Casca		Galhos		Folhas		Miscelânea		Total		Lenhoso <sup>(1)</sup>	
	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,354	0,423	0,190	0,298	2,252	1,571	0,106	0,060	0,040	0,038	2,942	2,390	2,796	2,292
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,950	0,322	0,102	0,333	3,097	2,053	0,060	0,056	0,015	0,013	4,225	2,778	4,150	2,708
<i>Sapium glandulatum</i>	4,031	2,006	0,991	1,088	1,833	1,077	0,279	0,140	0,033	0,022	7,167	4,334	6,855	4,171
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,030	0,020	0,005	0,011	0,021	0,012	0,004	0,003	0,0001	0,0001	0,061	0,048	0,056	0,044
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,124	0,034	0,021	0,129	0,076	0,116	0,008	0,014	0,001	0,001	0,231	0,294	0,221	0,279
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,736	0,197	0,025	0,097	0,130	0,199	0,005	0,006	0,017	0,015	0,913	0,513	0,891	0,492
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,734	0,581	0,075	0,331	0,708	0,898	0,014	0,018	0,024	0,019	1,555	1,847	1,517	1,810
<i>Styrax leprosus</i>	2,237	0,446	0,140	0,677	2,490	2,564	0,168	0,334	0,057	0,085	5,091	4,107	4,866	3,688
<i>Symplocos celastrina</i>	0,080	0,015	0,014	0,061	0,112	0,089	0,018	0,013	...	...	0,225	0,178	0,207	0,165
<i>Symplocos uniflora</i>	0,864	0,200	0,185	0,311	0,872	0,676	0,010	0,012	0,005	0,004	1,935	1,204	1,921	1,187
<i>Vernonia discolor</i>	0,361	0,085	0,120	0,070	0,636	0,108	0,056	0,013	0,001	0,001	1,173	0,276	1,116	0,263
<i>Xylosma sp.</i>	0,159	0,049	0,016	0,066	0,529	0,617	0,006	0,014	0,012	0,014	0,722	0,760	0,703	0,732
Total	156,53	48,58	41,53	111,51	192,75	193,20	14,54	15,73	4,65	4,69	410,00	373,71	390,81	353,28

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos.

APÊNDICE 5 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Mg E S (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira		Casca		Galhos		Folhas		Miscelânea		Total		Lenhoso <sup>(1)</sup>	
	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S
<i>Allophyllus edulis</i>	0,436	0,176	0,014	0,022	2,096	1,932	0,109	0,063	0,103	0,163	2,758	2,355	2,546	2,130
<i>Araucaria angustifolia</i>	3,770	5,255	5,915	5,823	4,213	4,036	2,472	0,933	0,031	0,057	16,400	16,103	13,898	15,113
<i>Calypttranthes concinna</i>	0,009	0,364	0,006	0,010	0,106	0,388	0,011	0,011	0,003	0,005	0,135	0,778	0,121	0,762
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2,442	2,579	0,051	0,066	4,209	4,341	0,074	0,080	0,152	0,229	6,928	7,294	6,702	6,985
<i>Casearia decandra</i>	0,287	0,134	0,021	0,012	0,196	0,149	0,007	0,003	0,005	0,003	0,516	0,302	0,504	0,295
<i>Clethra scabra</i>	0,136	0,078	0,003	0,004	0,028	0,021	0,012	0,006	0,001	0,0003	0,179	0,109	0,167	0,103
<i>Cupania vernalis</i>	0,994	0,306	0,213	0,149	0,939	0,709	0,308	0,194	0,044	0,032	2,498	1,391	2,146	1,165
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,196	0,118	...	...	...	...	0,093	0,044	0,049	0,034	0,338	0,197	0,196	0,118
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,160	0,026	0,009	0,012	0,371	0,256	0,020	0,007	0,003	0,003	0,563	0,305	0,539	0,294
<i>Ilex dumosa</i>	0,385	0,120	0,121	0,035	0,576	0,334	0,090	0,022	0,010	0,009	1,182	0,520	1,082	0,489
<i>Ilex microdonta</i>	0,062	0,020	0,016	0,008	0,160	0,085	0,045	0,015	0,001	0,001	0,283	0,129	0,238	0,113
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,426	0,169	0,163	0,080	0,280	0,122	0,139	0,050	0,011	0,011	1,019	0,432	0,869	0,371
<i>Ilex theezans</i>	0,261	0,082	0,131	0,058	0,162	0,077	0,022	0,006	0,004	0,004	0,579	0,228	0,554	0,218
<i>Jacaranda puberula</i>	0,087	0,062	0,007	0,006	0,221	0,217	0,004	0,002	0,003	0,005	0,322	0,292	0,315	0,285
<i>Lamanonia ternata</i>	0,457	0,046	0,051	0,019	0,473	0,124	0,007	0,003	0,005	0,007	0,994	0,199	0,982	0,189
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,074	0,036	0,087	0,035	0,206	0,175	0,023	0,021	0,001	0,001	0,392	0,268	0,368	0,246
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,200	0,049	0,110	0,017	0,172	0,051	0,023	0,010	0,007	0,005	0,511	0,132	0,482	0,117
<i>Mimosa scabrella</i>	0,250	0,163	0,086	0,106	0,868	0,729	0,052	0,056	0,012	0,013	1,268	1,068	1,204	0,999
<i>Myrcia</i> sp.	0,171	0,070	0,014	0,015	0,111	0,422	0,020	0,017	0,006	0,015	0,323	0,538	0,297	0,507
<i>Myrsine ferruginea</i>	0,150	1,992	0,101	0,328	0,401	1,454	0,043	0,075	0,005	0,011	0,700	3,860	0,652	3,773
<i>Myrsine umbellata</i>	0,142	0,157	0,076	0,060	0,381	0,574	0,084	0,066	0,005	0,003	0,688	0,861	0,600	0,791
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,184	0,589	0,016	0,044	0,588	0,520	0,070	0,085	0,023	0,028	0,880	1,266	0,787	1,153
<i>Ocotea porosa</i>	0,584	11,459	0,286	1,293	8,064	15,621	0,427	0,662	0,295	0,464	9,656	29,499	8,934	28,373
<i>Ocotea puberula</i>	2,266	0,179	0,052	0,067	0,638	0,592	0,029	0,031	0,045	0,034	3,029	0,903	2,955	0,838
<i>Ocotea pulchella</i>	0,280	0,861	0,063	0,109	0,475	0,444	0,047	0,042	0,016	0,043	0,880	1,499	0,818	1,414
<i>Persea major</i>	0,052	0,134	0,010	0,052	0,338	0,130	0,012	0,011	0,003	0,005	0,414	0,332	0,399	0,316
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	0,146	0,198	0,112	0,236	0,306	0,493	0,059	0,050	0,003	0,003	0,626	0,980	0,564	0,927

continua

APÊNDICE 5 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Mg E S (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira		Casca		Galhos		Folhas		Miscelânea		Total		Lenhoso <sup>(1)</sup>		conclusão
	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	Mg	S	
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,081	0,163	0,053	0,022	0,339	0,136	0,050	0,012	0,015	0,009	0,537	0,342	0,473	0,321	
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,057	0,280	0,009	0,017	0,379	0,393	0,013	0,015	0,005	0,005	0,463	0,711	0,445	0,690	
<i>Sapium glandulatum</i>	0,224	0,493	0,218	0,271	0,240	0,302	0,051	0,021	0,003	0,006	0,736	1,093	0,682	1,067	
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,003	0,006	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001	0,00002	0,00002	0,009	0,011	0,008	0,010	
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,018	0,010	0,008	0,003	0,017	0,006	0,004	0,002	0,0003	0,000	0,048	0,022	0,043	0,019	
<i>S. commersoniana</i>	0,149	0,055	0,004	0,006	0,035	0,011	0,003	0,0003	0,004	0,008	0,194	0,080	0,188	0,072	
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,102	0,033	0,015	0,009	0,087	0,044	0,005	0,003	0,005	0,005	0,213	0,094	0,204	0,086	
<i>Styrax leprosus</i>	0,185	0,094	0,023	0,012	0,499	0,287	0,050	0,042	0,009	0,012	0,766	0,446	0,707	0,393	
<i>Symplocos celastrina</i>	0,003	0,003	0,002	0,004	0,012	0,010	0,003	0,005	...	...	0,020	0,023	0,017	0,017	
<i>Symplocos uniflora</i>	0,052	0,218	0,024	0,038	0,091	0,161	0,006	0,004	0,001	0,002	0,173	0,422	0,167	0,417	
<i>Vernonia discolor</i>	0,013	0,041	0,007	0,008	0,050	0,027	0,004	0,006	0,0001	0,0001	0,074	0,082	0,070	0,076	
<i>Xylosma sp.</i>	0,009	0,015	0,002	0,001	0,068	0,052	0,002	0,002	0,003	0,003	0,084	0,072	0,079	0,068	
Total	15,50	26,83	8,10	9,06	28,40	35,43	4,49	2,68	0,89	1,24	57,38	75,24	52,00	71,32	

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos.



APÊNDICE 6 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE B (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	continua							
	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	0,00265	0,00057	0,03177	0,00096	0,00211	0,03805	0,03498	0,00096
<i>Araucaria angustifolia</i>	0,04046	0,04218	0,02616	0,01735	0,00059	0,12674	0,10880	0,01735
<i>Calypttranthes concinna</i>	0,00131	0,00005	0,00076	0,00010	0,00006	0,00228	0,00212	0,00010
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,01009	0,00097	0,05504	0,00283	0,00311	0,07205	0,06610	0,00283
<i>Casearia decandra</i>	0,00057	0,00037	0,00183	0,00026	0,00008	0,00311	0,00277	0,00026
<i>Clethra scabra</i>	0,00175	0,00012	0,00032	0,00006	0,00001	0,00225	0,00219	0,00006
<i>Cupania vernalis</i>	0,00546	0,00304	0,01811	0,00283	0,00049	0,02993	0,02661	0,00283
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,00166	...	...	0,00095	0,00087	0,00348	0,00166	0,00095
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,00035	0,00015	0,00495	0,00021	0,00004	0,00569	0,00544	0,00021
<i>Ilex dumosa</i>	0,00195	0,00087	0,00434	0,00066	0,00011	0,00793	0,00716	0,00066
<i>Ilex microdonta</i>	0,00037	0,00062	0,00279	0,00050	0,00001	0,00429	0,00378	0,00050
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,00404	0,00118	0,00277	0,00121	0,00008	0,00928	0,00799	0,00121
<i>Ilex theezans</i>	0,00104	0,00115	0,00105	0,00023	0,00006	0,00352	0,00323	0,00023
<i>Jacaranda puberula</i>	0,00135	0,00039	0,00409	0,00007	0,00006	0,00595	0,00583	0,00007
<i>Lamanonia ternata</i>	0,00106	0,00044	0,00234	0,00009	0,00007	0,00400	0,00384	0,00009
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,00154	0,00060	0,00309	0,00044	0,00002	0,00569	0,00523	0,00044
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,00158	0,00086	0,00246	0,00014	0,00012	0,00518	0,00491	0,00014
<i>Mimosa scabrella</i>	0,00341	0,00141	0,01185	0,00102	0,00024	0,01793	0,01667	0,00102
<i>Myrcia</i> sp.	0,00139	0,00032	0,00223	0,00102	0,00016	0,00511	0,00393	0,00102
<i>Myrsine ferruginea</i>	0,00315	0,00247	0,01301	0,00149	0,00005	0,02017	0,01863	0,00149
<i>Myrsine umbellata</i>	0,00583	0,00135	0,00561	0,00073	0,00008	0,01360	0,01279	0,00073
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,00909	0,00153	0,01527	0,00149	0,00052	0,02790	0,02589	0,00149
<i>Ocotea porosa</i>	0,03051	0,01409	0,20706	0,00506	0,00659	0,26331	0,25166	0,00506
<i>Ocotea puberula</i>	0,00797	0,00060	0,01335	0,00047	0,00048	0,02287	0,02192	0,00047
<i>Ocotea pulchella</i>	0,00401	0,00217	0,01173	0,00087	0,00069	0,01948	0,01792	0,00087
<i>Persea major</i>	0,00365	0,00088	0,00440	0,00012	0,00007	0,00911	0,00893	0,00012
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	0,00622	0,00291	0,00633	0,00055	0,00006	0,01607	0,01546	0,00055
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,00190	0,00023	0,00623	0,00031	0,00015	0,00882	0,00836	0,00031

APÊNDICE 6 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE B (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	conclusão	
							Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,00111	0,00024	0,00638	0,00029	0,00008	0,00811	0,00774	0,00029
<i>Sapium glandulatum</i>	0,01215	0,00187	0,00602	0,00081	0,00004	0,02088	0,02004	0,00081
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,00008	0,00000	0,00004	0,00001	0,00000	0,00013	0,00012	0,00001
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,00024	0,00012	0,00025	0,00014	0,00001	0,00076	0,00061	0,00014
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,00078	0,00014	0,00057	0,00002	0,00009	0,00160	0,00150	0,00002
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,00306	0,00002	0,00280	0,00002	0,00008	0,00597	0,00587	0,00002
<i>Styrax leprosus</i>	0,00150	0,00054	0,00758	0,00088	0,00021	0,01071	0,00962	0,00088
<i>Symplocos celastrina</i>	0,00015	0,00005	0,00023	0,00005	...	0,00048	0,00043	0,00005
<i>Symplocos uniflora</i>	0,00163	0,00047	0,00221	0,00004	0,00002	0,00437	0,00431	0,00004
<i>Vernonia discolor</i>	0,00060	0,00045	0,00140	0,00021	0,00000	0,00267	0,00245	0,00021
<i>Xylosma</i> sp.	0,00021	0,00007	0,00105	0,00004	0,00005	0,00141	0,00133	0,00004
Total	0,176	0,085	0,487	0,045	0,018	0,811	0,749	0,045

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos; (2) Biomassa de folhas.

APÊNDICE 7 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Cu (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	continua	
							Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	0,00112	0,00010	0,00709	0,00015	0,00062	0,00908	0,00831	0,00015
<i>Araucaria angustifolia</i>	0,02050	0,01186	0,02699	0,00339	0,00019	0,06293	0,05935	0,00339
<i>Calyptanthes concinna</i>	0,00016	0,00004	0,00057	0,00007	0,00003	0,00087	0,00077	0,00007
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,00436	0,00030	0,01731	0,00029	0,00056	0,02281	0,02196	0,00029
<i>Casearia decandra</i>	0,00030	0,00008	0,00060	0,00004	0,00002	0,00104	0,00098	0,00004
<i>Clethra scabra</i>	0,00026	0,00001	0,00010	0,00002	0,000001	0,00040	0,00037	0,00002
<i>Cupania vernalis</i>	0,00353	0,00078	0,00501	0,00053	0,00013	0,00998	0,00932	0,00053
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,00210	...	...	0,00042	0,00039	0,00290	0,00210	0,00042
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,00038	0,00004	0,00178	0,00008	0,00002	0,00230	0,00220	0,00008
<i>Ilex dumosa</i>	0,00049	0,00039	0,00181	0,00016	0,00006	0,00291	0,00269	0,00016
<i>Ilex microdonta</i>	0,00003	0,00002	0,00045	0,00006	0,000002	0,00056	0,00050	0,00006
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,00140	0,00065	0,00172	0,00047	0,00006	0,00431	0,00378	0,00047
<i>Ilex theezans</i>	0,00019	0,00010	0,00022	0,00003	0,00001	0,00055	0,00051	0,00003
<i>Jacaranda puberula</i>	0,00093	0,00012	0,00274	0,00001	0,00003	0,00383	0,00379	0,00001
<i>Lamanonia ternata</i>	0,00020	0,00037	0,00119	0,00001	0,00003	0,00180	0,00176	0,00001
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,00079	0,00016	0,00163	0,00020	0,00001	0,00278	0,00258	0,00020
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,00058	0,00042	0,00054	0,00003	0,00005	0,00162	0,00154	0,00003
<i>Mimosa scabrella</i>	0,00157	0,00047	0,00567	0,00054	0,00016	0,00842	0,00771	0,00054
<i>Myrcia</i> sp.	0,00126	0,00017	0,00143	0,00031	0,00010	0,00327	0,00286	0,00031
<i>Myrsine ferruginea</i>	0,00133	0,00099	0,00326	0,00031	0,00005	0,00594	0,00558	0,00031
<i>Myrsine umbellata</i>	0,00158	0,00059	0,00311	0,00036	0,00004	0,00567	0,00527	0,00036
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,00287	0,00036	0,01211	0,00038	0,00020	0,01593	0,01534	0,00038
<i>Ocotea porosa</i>	0,01410	0,00823	0,08859	0,00346	0,00227	0,11665	0,11092	0,00346
<i>Ocotea puberula</i>	0,00205	0,00050	0,00767	0,00013	0,00025	0,01060	0,01023	0,00013
<i>Ocotea pulchella</i>	0,00162	0,00048	0,00542	0,00019	0,00014	0,00784	0,00751	0,00019
<i>Persea major</i>	0,00116	0,00040	0,00195	0,00005	0,00005	0,00360	0,00350	0,00005
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	0,00339	0,00093	0,00371	0,00055	0,00003	0,00861	0,00803	0,00055
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,00059	0,00024	0,00230	0,00011	0,00004	0,00328	0,00313	0,00011

APÊNDICE 7 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Cu (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	conclusão	
							Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,00019	0,00005	0,00201	0,00005	0,00002	0,00232	0,00224	0,00005
<i>Sapium glandulatum</i>	0,00106	0,00045	0,00163	0,00009	0,00002	0,00325	0,00314	0,00009
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,00006	0,00001	0,00002	0,000004	0,0000001	0,00009	0,00008	0,00000
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,00005	0,00004	0,00007	0,00001	0,000003	0,00018	0,00016	0,00001
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,00038	0,00005	0,00021	0,000001	0,00002	0,00066	0,00063	0,00000
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,00053	0,00008	0,00090	0,00008	0,00006	0,00165	0,00151	0,00008
<i>Styrax leprosus</i>	0,00084	0,00019	0,00316	0,00025	0,00013	0,00457	0,00419	0,00025
<i>Symplocos celastrina</i>	0,00002	0,00001	0,00008	0,00002	...	0,00013	0,00011	0,00002
<i>Symplocos uniflora</i>	0,00034	0,00005	0,00098	0,00001	0,00001	0,00138	0,00136	0,00001
<i>Vernonia discolor</i>	0,00006	0,00003	0,00031	0,00003	0,000001	0,00044	0,00040	0,00003
<i>Xylosma</i> sp.	0,00001	0,000004	0,00019	0,00001	0,00001	0,00022	0,00021	0,00001
Total	0,072	0,030	0,215	0,013	0,006	0,335	0,317	0,013

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos; (2) Biomassa de folhas.

APÊNDICE 8 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Fe (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	continua							
	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	0,02291	0,00274	0,29950	0,01382	0,10249	0,44146	0,32515	0,01382
<i>Araucaria angustifolia</i>	1,05807	1,16247	0,43336	0,09829	0,01575	2,76794	2,65389	0,09829
<i>Calypttranthes concinna</i>	0,00393	0,00110	0,01930	0,00091	0,00176	0,02700	0,02433	0,00091
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,10978	0,03120	0,41946	0,00368	0,09420	0,65832	0,56043	0,00368
<i>Casearia decandra</i>	0,00376	0,00299	0,04370	0,00052	0,00203	0,05301	0,05046	0,00052
<i>Clethra scabra</i>	0,01302	0,00058	0,00183	0,00149	0,00016	0,01708	0,01543	0,00149
<i>Cupania vernalis</i>	0,05670	0,00769	0,10843	0,00899	0,02818	0,20999	0,17282	0,00899
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,04431	...	...	0,01600	0,07128	0,13160	0,04431	0,01600
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,01071	0,00197	0,04826	0,00376	0,00355	0,06825	0,06094	0,00376
<i>Ilex dumosa</i>	0,02409	0,00573	0,04018	0,00104	0,00535	0,07639	0,07000	0,00104
<i>Ilex microdonta</i>	0,00209	0,00110	0,01216	0,00053	0,00044	0,01632	0,01535	0,00053
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,06107	0,01447	0,01555	0,00485	0,00617	0,10211	0,09109	0,00485
<i>Ilex theezans</i>	0,01876	0,00485	0,00681	0,00035	0,00432	0,03509	0,03042	0,00035
<i>Jacaranda puberula</i>	0,03567	0,00335	0,01891	0,00034	0,00358	0,06185	0,05792	0,00034
<i>Lamanonia ternata</i>	0,02150	0,01002	0,01719	0,00035	0,00679	0,05586	0,04871	0,00035
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,01732	0,00854	0,06878	0,00171	0,00030	0,09666	0,09464	0,00171
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,01601	0,00230	0,00858	0,00052	0,00896	0,03637	0,02688	0,00052
<i>Mimosa scabrella</i>	0,13788	0,02828	0,18251	0,01149	0,00979	0,36994	0,34866	0,01149
<i>Myrcia</i> sp.	0,01172	0,00390	0,02755	0,00201	0,00573	0,05092	0,04317	0,00201
<i>Myrsine ferruginea</i>	0,30358	0,03156	0,05378	0,00476	0,00311	0,39680	0,38892	0,00476
<i>Myrsine umbellata</i>	0,02521	0,02096	0,10129	0,01038	0,00247	0,16031	0,14747	0,01038
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,03392	0,01513	0,07714	0,00750	0,02329	0,15697	0,12619	0,00750
<i>Ocotea porosa</i>	0,37256	0,11992	2,76847	0,09599	0,23276	3,58970	3,26095	0,09599
<i>Ocotea puberula</i>	0,04268	0,01380	0,06287	0,00260	0,01559	0,13755	0,11935	0,00260
<i>Ocotea pulchella</i>	0,07012	0,00593	0,02751	0,00271	0,00836	0,11462	0,10355	0,00271
<i>Persea major</i>	0,03835	0,00505	0,06961	0,00141	0,00428	0,11869	0,11300	0,00141
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	0,03573	0,02508	0,12551	0,00467	0,00127	0,19227	0,18632	0,00467
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,01342	0,00140	0,03100	0,00103	0,01698	0,06385	0,04583	0,00103

APÊNDICE 8 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Fe (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	conclusão	
							Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,00644	0,00059	0,02633	0,00053	0,00282	0,03671	0,03336	0,00053
<i>Sapium glandulatum</i>	0,02385	0,01270	0,01081	0,00137	0,00404	0,05277	0,04736	0,00137
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,00081	0,00002	0,00113	0,00002	0,000004	0,00199	0,00196	0,00002
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,00199	0,00072	0,00131	0,00017	0,00067	0,00486	0,00402	0,00017
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,01179	0,00034	0,01540	0,00003	0,00471	0,03226	0,02752	0,00003
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,01081	0,00081	0,00908	0,00021	0,00035	0,02126	0,02070	0,00021
<i>Styrax leprosus</i>	0,01735	0,00378	0,11482	0,00422	0,01385	0,15402	0,13595	0,00422
<i>Symplocos celastrina</i>	0,00059	0,00014	0,00069	0,00023	...	0,00164	0,00142	0,00023
<i>Symplocos uniflora</i>	0,01304	0,00445	0,03293	0,00083	0,00087	0,05212	0,05041	0,00083
<i>Vernonia discolor</i>	0,00201	0,00127	0,00799	0,00090	0,00017	0,01234	0,01127	0,00090
<i>Xylosma sp.</i>	0,00041	0,00026	0,06650	0,00012	0,00066	0,06795	0,06716	0,00012
Total	2,694	1,557	5,376	0,310	0,707	10,645	9,627	0,310

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos; (2) Biomassa de folhas.

APÊNDICE 9 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Mn (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm),  
GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	continua	
							Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	0,00724	0,00075	0,05418	0,00315	0,00926	0,07457	0,06217	0,00315
<i>Araucaria angustifolia</i>	1,01047	1,56901	0,57593	0,51730	0,00868	3,68139	3,15541	0,51730
<i>Calyptanthes concinna</i>	0,02508	0,00259	0,05536	0,00341	0,00176	0,08819	0,08303	0,00341
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,11659	0,00359	0,53943	0,00434	0,01011	0,67405	0,65961	0,00434
<i>Casearia decandra</i>	0,01231	0,00396	0,03177	0,00151	0,00148	0,05103	0,04803	0,00151
<i>Clethra scabra</i>	0,00254	0,00403	0,01719	0,00240	0,00013	0,02630	0,02377	0,00240
<i>Cupania vernalis</i>	0,09410	0,03162	0,25343	0,05497	0,00566	0,43979	0,37916	0,05497
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,05715	0,00000	0,00000	0,00786	0,01100	0,07600	0,05715	0,00786
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,00856	0,00515	0,17613	0,00476	0,00127	0,19586	0,18983	0,00476
<i>Ilex dumosa</i>	0,04543	0,03117	0,18752	0,01454	0,00430	0,28296	0,26412	0,01454
<i>Ilex microdonta</i>	0,01142	0,00711	0,07085	0,00831	0,00050	0,09818	0,08937	0,00831
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,11558	0,05346	0,09823	0,03411	0,00433	0,30572	0,26727	0,03411
<i>Ilex theezans</i>	0,02674	0,01171	0,05613	0,00267	0,00147	0,09872	0,09458	0,00267
<i>Jacaranda puberula</i>	0,01109	0,00168	0,05437	0,00116	0,00055	0,06884	0,06714	0,00116
<i>Lamanonia ternata</i>	0,02448	0,00719	0,07166	0,00184	0,00178	0,10695	0,10333	0,00184
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,01138	0,00572	0,05730	0,00456	0,00034	0,07930	0,07440	0,00456
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,03771	0,01184	0,02531	0,00304	0,00217	0,08007	0,07486	0,00304
<i>Mimosa scabrella</i>	0,43923	0,02958	0,18089	0,02110	0,00297	0,67376	0,64970	0,02110
<i>Myrcia</i> sp.	0,10146	0,01688	0,11997	0,00594	0,00302	0,24726	0,23830	0,00594
<i>Myrsine ferruginea</i>	0,06215	0,01487	0,08508	0,00459	0,00040	0,16709	0,16210	0,00459
<i>Myrsine umbellata</i>	0,02041	0,02138	0,12068	0,00855	0,00074	0,17176	0,16247	0,00855
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,05885	0,00737	0,35433	0,02265	0,01159	0,45479	0,42055	0,02265
<i>Ocotea porosa</i>	0,30973	0,12755	4,50925	0,17459	0,12435	5,24547	4,94653	0,17459
<i>Ocotea puberula</i>	0,09363	0,02197	0,27965	0,00554	0,03349	0,43429	0,39526	0,00554
<i>Ocotea pulchella</i>	0,05685	0,03819	0,81454	0,00978	0,01755	0,93691	0,90959	0,00978
<i>Persea major</i>	0,08168	0,02474	0,16103	0,00486	0,00134	0,27365	0,26745	0,00486
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	0,15720	0,10996	0,21374	0,01684	0,00542	0,50315	0,48090	0,01684
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,02080	0,00410	0,12814	0,00602	0,00366	0,16271	0,15304	0,00602

APÊNDICE 9 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Mn (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	conclusão	
							Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,03597	0,01046	0,26779	0,00998	0,00308	0,32728	0,31421	0,00998
<i>Sapium glandulatum</i>	0,03368	0,05605	0,05059	0,00702	0,00163	0,14896	0,14032	0,00702
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,00034	0,00025	0,00027	0,00009	0,00001	0,00097	0,00087	0,00009
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,00356	0,00034	0,00234	0,00009	0,00006	0,00639	0,00624	0,00009
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,00267	0,00053	0,00411	0,00003	0,00050	0,00783	0,00730	0,00003
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,03639	0,00820	0,08301	0,00212	0,00339	0,13310	0,12760	0,00212
<i>Styrax leprosus</i>	0,05987	0,01685	0,25452	0,02504	0,00858	0,36486	0,33124	0,02504
<i>Symplocos celastrina</i>	0,01255	0,00079	0,01354	0,00062	0,00000	0,02750	0,02688	0,00062
<i>Symplocos uniflora</i>	0,03613	0,01387	0,06352	0,00079	0,00075	0,11506	0,11352	0,00079
<i>Vernonia discolor</i>	0,00979	0,01282	0,02648	0,00261	0,00005	0,05176	0,04910	0,00261
<i>Xylosma</i> sp.	0,00211	0,00097	0,01958	0,00100	0,00104	0,02470	0,02266	0,00100
Total	3,253	2,288	10,078	1,000	0,288	16,907	15,619	1,000

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos; (2) Biomassa de folhas.



APÊNDICE 10 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Zn (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	continua							
	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Allophyllus edulis</i>	0,01306	0,00032	0,02485	0,00107	0,00598	0,04528	0,03823	0,00107
<i>Araucaria angustifolia</i>	0,38616	0,07199	0,03556	0,01103	0,00080	0,50555	0,49371	0,01103
<i>Calyptanthes concinna</i>	0,00065	0,00002	0,00084	0,00005	0,00004	0,00160	0,00151	0,00005
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,02885	0,00083	0,14169	0,00091	0,00778	0,18006	0,17137	0,00091
<i>Casearia decandra</i>	0,00789	0,00119	0,00665	0,00004	0,00015	0,01593	0,01574	0,00004
<i>Clethra scabra</i>	0,00225	0,00017	0,00050	0,00006	0,00001	0,00299	0,00292	0,00006
<i>Cupania vernalis</i>	0,01244	0,00187	0,01671	0,00172	0,00027	0,03302	0,03102	0,00172
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0,00379	...	...	0,00050	0,00056	0,00485	0,00379	0,00050
<i>Drimys brasiliensis</i>	0,00124	0,00009	0,00441	0,00035	0,00012	0,00621	0,00574	0,00035
<i>Ilex dumosa</i>	0,00737	0,00590	0,02526	0,00117	0,00037	0,04007	0,03853	0,00117
<i>Ilex microdonta</i>	0,00103	0,00074	0,00501	0,00036	0,00001	0,00715	0,00678	0,00036
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,03185	0,00776	0,01030	0,00104	0,00033	0,05128	0,04992	0,00104
<i>Ilex theezans</i>	0,00446	0,00348	0,00573	0,00029	0,00002	0,01398	0,01367	0,00029
<i>Jacaranda puberula</i>	0,00252	0,00017	0,00218	0,00002	0,00001	0,00491	0,00488	0,00002
<i>Lamanonia Ternata</i>	0,00604	0,00128	0,00756	0,00006	0,00010	0,01503	0,01487	0,00006
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,00704	0,00032	0,00173	0,00029	0,00001	0,00939	0,00909	0,00029
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,00251	0,00039	0,00165	0,00009	0,00003	0,00468	0,00456	0,00009
<i>Mimosa scabrella</i>	0,00876	0,00310	0,00465	0,00074	0,00019	0,01745	0,01651	0,00074
<i>Myrcia</i> sp.	0,00042	0,00022	0,00106	0,00012	0,00011	0,00193	0,00170	0,00012
<i>Myrsine ferruginea</i>	0,00557	0,00095	0,00316	0,00052	0,00004	0,01025	0,00968	0,00052
<i>Myrsine umbellata</i>	0,00451	0,00056	0,00353	0,00033	0,00004	0,00897	0,00860	0,00033
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,00772	0,00071	0,00852	0,00071	0,00048	0,01814	0,01695	0,00071
<i>Ocotea porosa</i>	0,02322	0,00694	0,21577	0,00397	0,00600	0,25590	0,24593	0,00397
<i>Ocotea puberula</i>	0,00762	0,00078	0,01356	0,00048	0,00079	0,02323	0,02197	0,00048
<i>Ocotea pulchella</i>	0,00882	0,00171	0,03230	0,00027	0,00052	0,04362	0,04283	0,00027
<i>Persea major</i>	0,00371	0,00117	0,00714	0,00018	0,00015	0,01235	0,01202	0,00018
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	0,01170	0,00334	0,00564	0,00071	0,00005	0,02144	0,02068	0,00071
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,00338	0,00076	0,00527	0,00024	0,00011	0,00976	0,00942	0,00024

APÊNDICE 10 – CONTEÚDOS MÉDIOS DE Zn (kg.espécie<sup>-1</sup>) NOS DIFERENTES COMPONENTES DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO (DAP ≥ 10,0 cm), GENERAL CARNEIRO (PR), 2001

Espécie	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Miscelânea	Total	conclusão	
							Lenhoso <sup>(1)</sup>	Não lenhoso <sup>(2)</sup>
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,00943	0,00010	0,00339	0,00020	0,00004	0,01316	0,01292	0,00020
<i>Sapium glandulatum</i>	0,01080	0,00204	0,00315	0,00029	0,00024	0,01651	0,01599	0,00029
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,00026	0,00002	0,00004	0,00001	0,00000	0,00033	0,00033	0,00001
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,00062	0,00005	0,00015	0,00003	0,00000	0,00085	0,00082	0,00003
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,00149	0,00020	0,00035	0,00001	0,00021	0,00225	0,00204	0,00001
<i>Sloanea lasiocoma</i>	0,00063	0,00002	0,00048	0,00002	0,00004	0,00118	0,00112	0,00002
<i>Styrax leprosus</i>	0,00517	0,00015	0,00629	0,00037	0,00016	0,01214	0,01161	0,00037
<i>Symplocos celastrina</i>	0,00011	0,00002	0,00011	0,00003	...	0,00028	0,00025	0,00003
<i>Symplocos uniflora</i>	0,00190	0,00046	0,00191	0,00005	0,00002	0,00436	0,00428	0,00005
<i>Vernonia discolor</i>	0,00145	0,00053	0,00202	0,00006	0,00000	0,00407	0,00400	0,00006
<i>Xylosma</i> sp.	0,00264	0,00022	0,00202	0,00002	0,00004	0,00493	0,00487	0,00002
Total	0,639	0,121	0,611	0,028	0,026	1,425	1,371	0,028

Nota: (1) Biomassa de madeira do fuste + casca + galhos; (2) Biomassa de folhas.