

# TEORES DE MICRONUTRIENTES EM ESPÉCIES ARBÓREAS DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA - GENERAL CARNEIRO/PR

## CONTENTS MICRONUTRIENTS IN THE TREE SPECIES IN A MIXED ARAUCARIA FOREST - GENERAL CARNEIRO/PR

Marcos Vinicius Winckler Caldeira<sup>1</sup>

Luciano Farinha Watzlawick<sup>2</sup>

Ronaldo Viana Soares<sup>3</sup>

Alvaro Felipe Valério<sup>4</sup>

### RESUMO

Esse estudo teve como objetivo principal analisar o teor de micronutrientes nas espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro/PR, usando 20 unidades amostrais primárias de 12 m x 12 m (UAP). Nas UAPs, foram cortadas e medidas todas as árvores com DAP  $\geq$  10,0 cm para a determinação de biomassa acima do solo, bem como para a determinação dos macronutrientes. Das espécies amostradas que tinham mais de três exemplares, foram selecionadas três (maior, médio e menor DAP) e das que tinham menos de três, todas foram usadas para a determinação do teor de macronutrientes nos componentes da biomassa acima do solo. Os teores de micronutrientes apresentaram variações entre as espécies estudadas. Não foram constatadas relações entre as espécies de maior Índice de Valor de Importância (IVI) e seus teores de micronutrientes. 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. 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 de micronutrientes: Mn > Fe > Zn > B > Cu.

<sup>1</sup> Profº Dr. do Departamento de Engenharia Florestal/Centro de Ciências Tecnológicas/FURB Universidade Regional de Blumenau. Campus II. Blumenau/SC. caldeira@furb.br

<sup>2</sup> Profº Dr. do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Rua Presidente Zacarias, 875 – Bairro Santa Cruz, Guarapuava – PR, CEP: 85.010 – 990. farinha@unicentro.br

<sup>3</sup> Profº Dr. do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná. Centro de Ciências Florestais e da Madeira/UFPR. Rua Lothário Meissner, 3400 Jardim Botânico, 80.210-170. Curitiba/PR. rvsoares@floresta.ufpr

<sup>4</sup> Acadêmico Engenharia Florestal, UNICENTRO, Bolsista PIBIC/CNPq, alvarofvalerio@yahoo.com.br

*Recebido para publicação em 29/08/2005 e aceito em 03/05/2006*

|           |                |         |          |                |                  |
|-----------|----------------|---------|----------|----------------|------------------|
| Ambiência | Guarapuava, PR | v.2 n.1 | p. 29-50 | jan./jun. 2006 | ISSN 1808 - 0251 |
|-----------|----------------|---------|----------|----------------|------------------|

**PALAVRAS-CHAVE:** floresta com araucária; micronutrientes; espécies arbóreas

## **ABSTRACT**

The main objective of this study was to content of micronutrients in the tree species in a Mixed Araucaria Forest located in General Carneiro county, state of Paraná, Brazil, through 20 primary sample plots of 12 m x 12 m. In the plots all the trees that are DHB  $\geq$  10.0 cm were cut and measured to determine the aboveground biomass, as well as to determine the micronutrients. It was selected three sampled species had more than three samples (largest, average and smallest DHB) and from those had less than three, all of them were used to determine the macronutrients level in the biomass components. The micronutrients level showed changes among the studied species. There were not relations detected between the species with the biggest Importance Value Index (IVI) and their micronutrients teores. Among all up ground biomass components (diameter in 1,30m high  $\geq$  10,0 cm), the biggest Fe contents were found in the miscellany, that showed biggest contents also for Mn in 25,6% of the studies species. The sutdied forest showed, to the total micronutrients content in the up ground briomass (diameter up 1,30m  $\geq$  10,0 cm), the follow decrease sequence: Mn > Fe > Zn > B > Cu.

**Key words:** Mixed araucaria forest; micronutrients; tree species

## **INTRODUÇÃO**

Conforme Caldeira (1998), o conhecimento sobre o teor, bem como sobre a distribuição dos macro e micronutrientes nas espécies florestais é de fundamental importância para estabelecer estratégias de amostragem com a finalidade de estudar a nutrição, ciclagem e exportação. No entanto, para manter a produtividade em qualquer propriedade é necessário determinar a duração do ciclo ecológico, o período necessário para que a propriedade recupere as condições antes da exploração, ou uma adequada adubação. Isso só será possível por meio da quantificação do teor de nutrientes na propriedade, nas exportações através de colheita, fogo, erosão e na reposição natural, ou seja, deposições atmosféricas, mineralização e fixação biológica de nitrogênio (KIMMINS, 1987).

Estudos sobre a determinação do teor de macro e micronutrientes nos componentes da biomassa das árvores de acordo com 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 na propriedade, permitindo, assim, segundo Drumond *et al.* (1997), adoção de estratégias de manejo que possam levar à redução da perda de nutrientes.

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

Sabe-se que o estoque dos nutrientes nos diversos componentes da biomassa acima do solo é em 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 a 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 disponibilidade de poucos trabalhos sobre a dinâmica de nutrientes em florestas naturais deve-se à dificuldade na coleta de dados, devido a complexidade ambiental destas formações, custos elevado, grande número de pessoas necessárias ao desenvolvimento dos trabalhos e falta de metodologia adequada.

O presente estudo teve como objetivo analisar o teor, bem como o conteúdo de micronutrientes na biomassa acima do solo (diâmetro à altura do peito - DAPP  $\geq$  10,0 cm) das espécies arbóreas em Floresta Ombrófila Mista Montana, estabelecida em General Carneiro, Paraná.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade das Indústrias Pedro N. Pizzatto, localizada no município de General Carneiro, Paraná (Figura 1), na interseção das coordenadas geográficas 26° 43' 00" S e 51° 24' 35" W de Greenwich, com altitude aproximada de 1000 m s.n.m. (PARANÁ, 1987), em uma área de aproximadamente 4.570 ha.

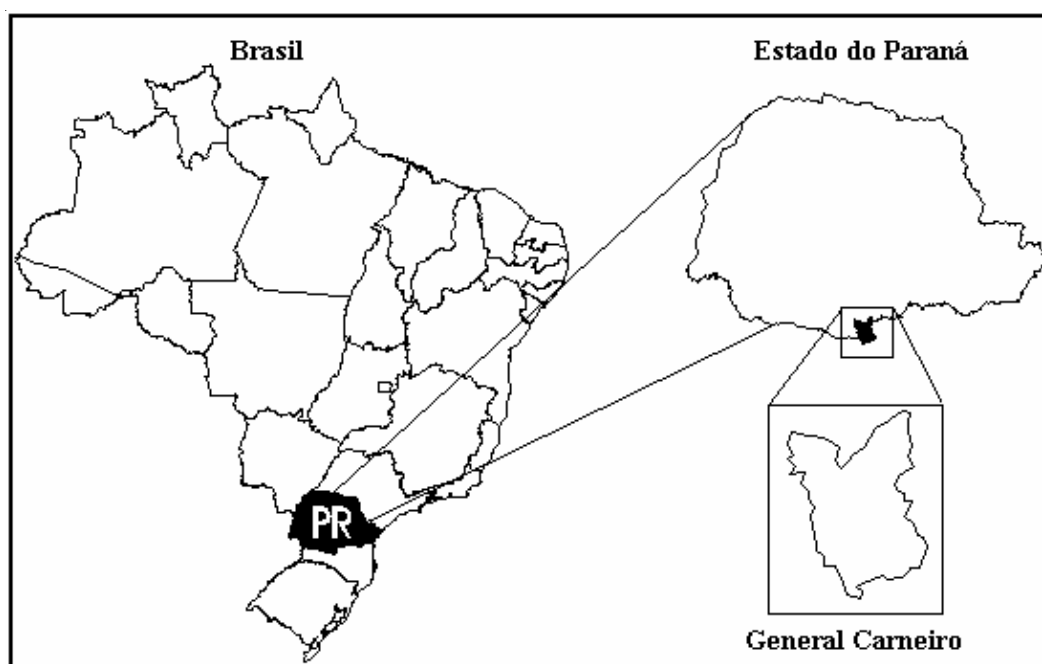
De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como subtropical mesotérmico (Cfb), ou seja, temperado com verões frescos e invernos com ocorrência de geadas severas, sem estação seca. A média das temperaturas do mês mais quente é inferior a 22°C e a do mês mais frio é superior a -18°C (PARANÁ, 1987; IAPAR, 1994).

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 EMBRAPA (1999), as classes de solos predominantes são os neossolos litólicos, cambissolos e argissolos (BOLETIM de PESQUISA, 1984).

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

**Figura 1.** Localização do município de General Carneiro.



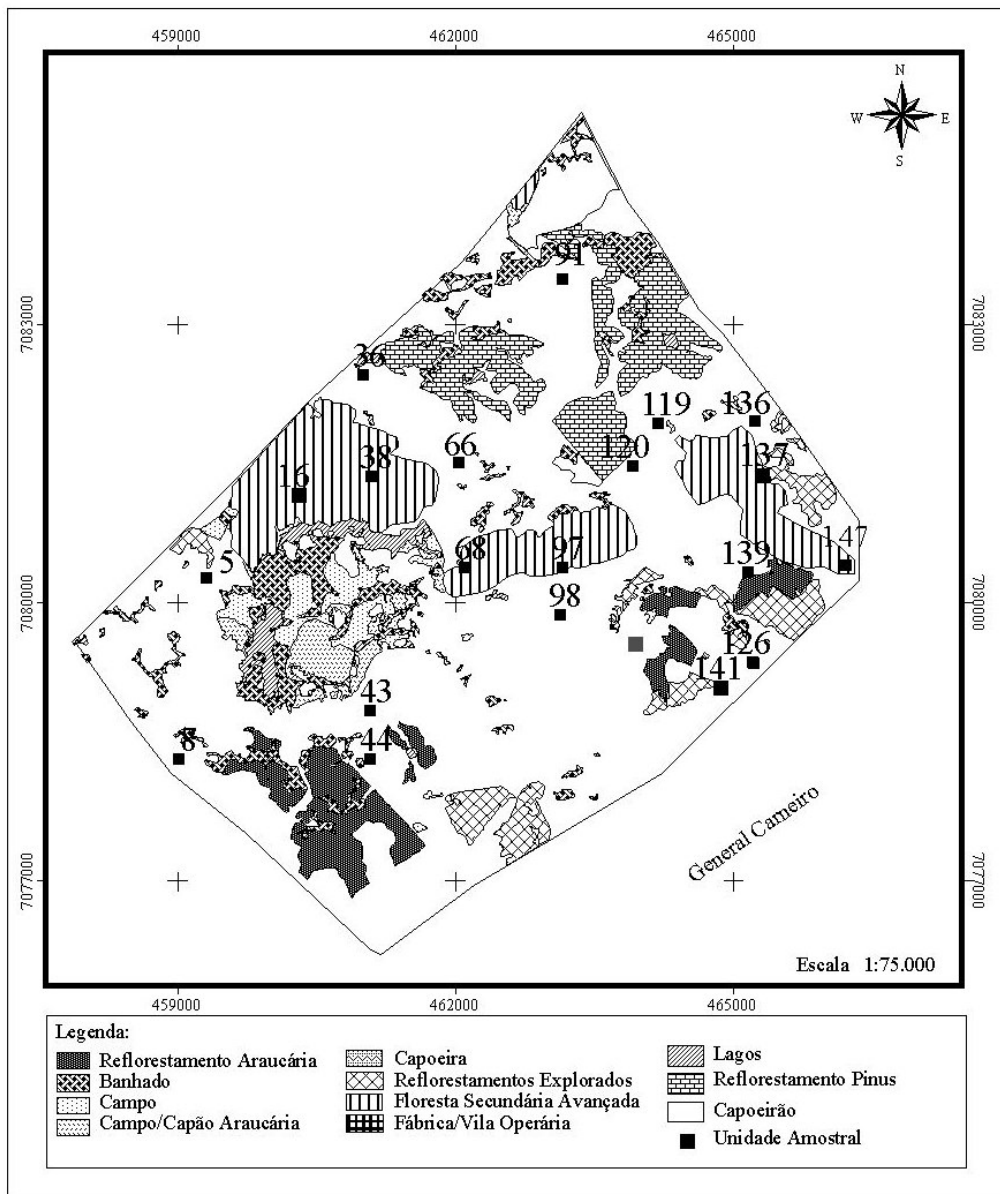
No primeiro semestre de 2001, o Laboratório de Inventário Florestal/UFPR realizou inventário florestal, usando o método de amostragem de área fixa e o processo sistemático, no qual foram locadas e medidas 70 unidades amostrais (UAs) de 25 m x 100 m, numeradas de 1 a 70.

Destas 70 UAs, conforme Watzlawick (2003), foram sorteadas aleatoriamente 20 para a quantificação de biomassa que forneceram dados para trabalho. Nestas, foram locadas subunidades amostrais de 12 m x 12 m (unidade amostral primária - UAP) com orientação Norte-Sul (Figura 3).

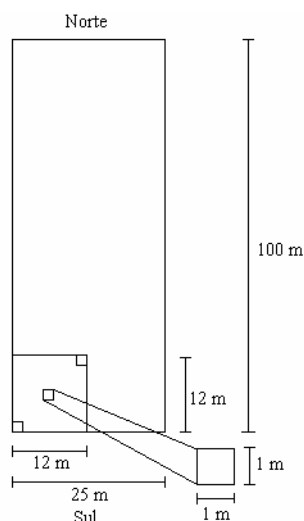
Das espécies amostradas que tinham mais de três exemplares, foram selecionadas três (com maior, médio e menor DAP) e das que tinham menos de três, todas foram usadas para a determinação do teor de micronutrientes nos componentes da biomassa acima do solo ( $DAP \geq 10,0$  cm). Para a determinação dos micronutrientes na casca e na madeira do fuste foi usado a média de duas amostras.

As amostras de cada componente da biomassa 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 vidro para subsequente análise química (MIYAZAWA *et al.*, 1999).

**Figura 2.** Uso do solo e localização das unidades amostrais na Floresta Ombrófila Mista Montana.



**Figura 3.** Esquema da instalação das unidades amostrais na Floresta Ombrófila Mista Montana.



As análises químicas do tecido vegetal para Cu, Zn, Fe e Mn foram determinadas por digestão úmida e o B por digestão seca. Para determinação de B, as amostras foram colocadas na mufla a 600°C por 1 hora e lidas em espectrofotômetro UV-VIS. No espectrofotômetro de absorção atômica (EAA), foram lidas as amostras de Cu, Zn, Fe e Mn (TEDESCO et al., 1995; MIYAZAWA et al. 1999).

Foi realizada, também, a classificação dos teores médios foliares dos 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 macronutrientes 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.

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

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os teores de micronutrientes nos componentes da biomassa acima do solo ( $\text{DAP} \geq 10,0 \text{ cm}$ ) seguiram um comportamento semelhante no que se refere aos teores

dos macronutrientes (CALDEIRA, 2003), ou seja, apresentaram diferenças nos teores entre as espécies, bem como entre os componentes da biomassa (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1a.** Teores médios de B, Cu e Fe (mg kg<sup>-1</sup>) nos componentes da biomassa acima do solo.

| Espécie                          | Folhas |       |        | Madeira do Fuste |       |        | Casca |       |        |
|----------------------------------|--------|-------|--------|------------------|-------|--------|-------|-------|--------|
|                                  | B      | Cu    | Fe     | B                | Cu    | Fe     | B     | Cu    | Fe     |
| <i>Allophyllus edulis</i>        | 48,82  | 7,5   | 705,67 | 8,29             | 3,5   | 71,77  | 48,11 | 8,67  | 233,33 |
| <i>Araucaria angustifolia</i>    | 26,42  | 5,17  | 149,67 | 5,72             | 2,9   | 149,67 | 9,96  | 2,8   | 274,5  |
| <i>Calyptranthes concinna</i>    | 24,85  | 17,25 | 226,5  | 14,73            | 1,8   | 44     | 10,58 | 7,65  | 229,5  |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i>  | 73,86  | 7,62  | 96     | 5,93             | 2,56  | 64,5   | 26,63 | 8,2   | 860    |
| <i>Casearia decandra</i>         | 160,78 | 23,99 | 316,35 | 6,09             | 3,17  | 40,03  | 43,87 | 9,2   | 358    |
| <i>Clethra scabra</i>            | 20,78  | 7,41  | 524    | 30,36            | 4,52  | 225,48 | 41,86 | 4,7   | 207    |
| <i>Cupania vernalis</i>          | 47,79  | 8,9   | 151,67 | 6,19             | 4     | 64,27  | 30,49 | 7,8   | 77,17  |
| <i>Dicksonia sellowiana</i>      | 39,16  | 17,26 | 661,67 | 18,05            | 22,77 | 481,2  | ...   | ...   | ...    |
| <i>Drimys brasiliensis</i>       | 32,98  | 13,25 | 597    | 6,27             | 6,8   | 194    | 17,38 | 4,9   | 233    |
| <i>Ilex dumosa</i>               | 49,82  | 11,78 | 78,7   | 7,16             | 1,8   | 88,3   | 23,47 | 10,64 | 154,5  |
| <i>Ilex microdonta</i>           | 57,43  | 6,49  | 60,5   | 6,5              | 0,61  | 36,67  | 70,32 | 1,87  | 124,33 |
| <i>Ilex paraguariensis</i>       | 42,87  | 16,66 | 171,67 | 11,46            | 3,98  | 173,13 | 20,48 | 11,23 | 251    |
| <i>Ilex theezans</i>             | 85,12  | 10,2  | 130    | 7,78             | 1,4   | 141    | 35,9  | 3,2   | 152    |
| <i>Jacaranda puberula</i>        | 49,35  | 7,15  | 253,5  | 9,59             | 6,6   | 253    | 42,69 | 13,55 | 369,5  |
| <i>Lamanonia ternata</i>         | 43,67  | 6,5   | 174    | 4,64             | 0,86  | 94     | 20,7  | 17,56 | 471    |
| <i>Lithraea brasiliensis</i>     | 33,44  | 14,9  | 130,33 | 8,32             | 4,27  | 93,33  | 24,51 | 6,4   | 348,33 |
| <i>Matayba elaeagnoides</i>      | 35,9   | 7,55  | 130,5  | 10,29            | 3,74  | 104    | 30,68 | 15    | 81,5   |
| <i>Mimosa scabrella</i>          | 29,4   | 15,7  | 331,67 | 5,86             | 2,7   | 237    | 22,36 | 7,4   | 448,33 |
| <i>Myrcia</i> sp.                | 75,85  | 22,8  | 149,5  | 6,63             | 6,03  | 56     | 18,83 | 10,03 | 231,67 |
| <i>Myrsine ferruginea</i>        | 49     | 10,17 | 156,67 | 4,72             | 2     | 455    | 16,3  | 6,53  | 208,33 |
| <i>Myrsine umbellata</i>         | 22,48  | 11,07 | 320,33 | 13,65            | 3,7   | 59     | 19,55 | 8,53  | 304    |
| <i>Nectandra megapotamica</i>    | 34,4   | 8,87  | 172,67 | 9,57             | 3,02  | 35,73  | 22,26 | 5,25  | 219,5  |
| <i>Ocotea porosa</i>             | 16,69  | 11,4  | 316,33 | 5,05             | 2,33  | 61,67  | 19,68 | 11,49 | 167,53 |
| <i>Ocotea puberula</i>           | 30,08  | 8,02  | 166,73 | 19,17            | 4,93  | 102,6  | 9,31  | 7,8   | 213,33 |
| <i>Ocotea pulchella</i>          | 44,16  | 9,43  | 137,55 | 8,47             | 3,43  | 148    | 37,4  | 8,18  | 102    |
| <i>Persea major</i>              | 23,47  | 10,4  | 279    | 20,45            | 6,48  | 215    | 18,78 | 8,45  | 108    |
| <i>Piptocarpha angustifolia</i>  | 24,36  | 24,2  | 207    | 11,21            | 6,11  | 64,33  | 28,24 | 9,07  | 243,33 |
| <i>Prunus brasiliensis</i>       | 23,59  | 8,29  | 78,95  | 5,86             | 1,8   | 41,3   | 4,89  | 5,12  | 30,48  |
| <i>Quillaja brasiliensis</i>     | 42,76  | 7,8   | 77     | 5,86             | 1     | 34,0   | 17,23 | 3,2   | 42     |
| <i>Sapium glandulatum</i>        | 65,45  | 7,03  | 111,27 | 22,24            | 1,93  | 43,7   | 23,47 | 5,63  | 159,33 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i>  | 24,57  | 8,7   | 50     | 14,15            | 10,2  | 143,0  | 5,59  | 9,44  | 28,3   |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i>  | 124,25 | 9,1   | 149    | 10,57            | 2,26  | 87,0   | 32,34 | 10,2  | 191    |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 28,4   | 1,84  | 47     | 5,59             | 2,7   | 84,0   | 33,18 | 11,2  | 78     |
| <i>Sloanea lasiocoma</i>         | 12,28  | 40    | 108    | 26,31            | 4,6   | 93,0   | 1,84  | 7,6   | 80     |
| <i>Styrax leprosus</i>           | 30,86  | 8,7   | 147,5  | 5,18             | 2,9   | 60,0   | 23,13 | 8,2   | 162,5  |
| <i>Symplocos celastrina</i>      | 42,04  | 13    | 190    | 9,87             | 1,5   | 40,0   | 21,92 | 5,76  | 59     |
| <i>Symplocos uniflora</i>        | 30,04  | 9,88  | 610,85 | 12,09            | 2,51  | 97,0   | 20,42 | 1,97  | 192    |
| <i>Vernonia discolor</i>         | 100,24 | 15,8  | 420    | 9,87             | 1     | 33,0   | 40,97 | 3,14  | 117    |
| <i>Xylosma</i> sp.               | 48,3   | 7,9   | 160    | 9,45             | 0,66  | 18,6   | 28,88 | 1,64  | 100    |

**Tabela 1b.** Teores médios de B, Cu e Fe (mg kg<sup>-1</sup>) nos componentes da biomassa acima do solo.

| Espécie                          | Galhos |       |        | Miscelanêa |       |          |
|----------------------------------|--------|-------|--------|------------|-------|----------|
|                                  | B      | Cu    | Fe     | B          | Cu    | Fe       |
| <i>Allophyllus edulis</i>        | 23,9   | 5,33  | 225,33 | 38,56      | 11,37 | 1.873,33 |
| <i>Araucaria angustifolia</i>    | 10,83  | 11,17 | 179,33 | 15,87      | 5,1   | 426,5    |
| <i>Calyptanthes concinna</i>     | 5,83   | 4,4   | 148    | 31,51      | 17,2  | 1.000,00 |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i>  | 18,77  | 5,9   | 143    | 36,93      | 6,6   | 1.118,00 |
| <i>Casearia decandra</i>         | 20,92  | 6,84  | 498,43 | 42,01      | 13,01 | 1.136,67 |
| <i>Clethra scabra</i>            | 11,99  | 3,74  | 69     | 36,78      | 6,52  | 985      |
| <i>Cupania vernalis</i>          | 19,15  | 5,3   | 114,67 | 26,16      | 7,15  | 1.520,00 |
| <i>Dicksonia sellowiana</i>      | ...    | ...   | ...    | 42         | 18,6  | 3.433,33 |
| <i>Drimys brasiliensis</i>       | 21,62  | 7,8   | 211    | 25,36      | 9,7   | 2.040,00 |
| <i>Ilex dumosa</i>               | 15,69  | 6,53  | 145,33 | 31,41      | 17,86 | 1.503,33 |
| <i>Ilex microdonta</i>           | 25,6   | 4,1   | 111,67 | 14,34      | 4,23  | 942,67   |
| <i>Ilex paraguariensis</i>       | 15,48  | 9,63  | 86,83  | 21,03      | 18,13 | 1.730,00 |
| <i>Ilex theezans</i>             | 16,64  | 3,5   | 108    | 26,63      | 6,8   | 2.000,00 |
| <i>Jacaranda puberula</i>        | 28,69  | 19,2  | 132,5  | 21,12      | 11,65 | 1.340,00 |
| <i>Lamanonia ternata</i>         | 13,72  | 7     | 101    | 18,43      | 7,44  | 1.720,00 |
| <i>Lithraea brasiliensis</i>     | 14,92  | 7,87  | 332,33 | 37,19      | 11,07 | 633,33   |
| <i>Matayba elaeagnoides</i>      | 17,23  | 3,8   | 60     | 32,5       | 13,9  | 2.400,00 |
| <i>Mimosa scabrella</i>          | 11,69  | 5,6   | 180,13 | 37,12      | 25    | 1.500,00 |
| <i>Myrcia</i> sp.                | 8,89   | 5,71  | 110    | 32,59      | 20,83 | 1.166,67 |
| <i>Myrsine ferruginea</i>        | 17,84  | 4,47  | 73,75  | 11,78      | 10,4  | 715      |
| <i>Myrsine umbellata</i>         | 11,58  | 6,41  | 209    | 40,61      | 20,9  | 1.300,00 |
| <i>Nectandra megapotamica</i>    | 17,02  | 13,5  | 86     | 26,63      | 10,46 | 1.200,00 |
| <i>Ocotea porosa</i>             | 19,09  | 8,17  | 255,2  | 31,14      | 10,73 | 1.100,00 |
| <i>Ocotea puberula</i>           | 14,1   | 8,1   | 66,4   | 19,59      | 10,15 | 633,33   |
| <i>Ocotea pulchella</i>          | 21,5   | 9,92  | 50,4   | 52,15      | 10,45 | 632,5    |
| <i>Persea major</i>              | 16,94  | 7,5   | 268    | 19,63      | 15,63 | 1.280,00 |
| <i>Piptocarpha angustifolia</i>  | 19,86  | 11,63 | 394    | 33         | 19,7  | 757,67   |
| <i>Prunus brasiliensis</i>       | 17,83  | 6,6   | 88,8   | 25,67      | 7,45  | 2.880,00 |
| <i>Quillaja brasiliensis</i>     | 14,3   | 4,5   | 59     | 35,04      | 8,5   | 1.215,00 |
| <i>Sapium glandulatum</i>        | 47,5   | 12,87 | 85,33  | 14,1       | 8,92  | 1.446,00 |
| <i>Schinus terebinthifolius</i>  | 16,05  | 7,8   | 462    | 58,71      | 13,1  | 420      |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i>  | 20,85  | 6     | 110    | 40,79      | 18,9  | 4.000,00 |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 25,36  | 9,23  | 686    | 34,19      | 9,3   | 1.810,00 |
| <i>Sloanea lasiocoma</i>         | 26,47  | 8,5   | 86     | 22,08      | 17,2  | 100      |
| <i>Styrax leprosus</i>           | 19,7   | 8,21  | 298,33 | 30,04      | 19    | 1.960,00 |
| <i>Symplocos celastrina</i>      | 13,43  | 4,4   | 40     | ...        | ...   | ...      |
| <i>Symplocos uniflora</i>        | 19,17  | 8,49  | 285,8  | 27,94      | 13,43 | 1.235,67 |
| <i>Vernonia discolor</i>         | 16,94  | 3,7   | 96,6   | 31,01      | 7,2   | 1.334,00 |
| <i>Xylosma</i> sp.               | 12,56  | 2,3   | 798    | 26,47      | 4,48  | 354      |



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 observado em três espécies *Casearia decandra*, *Sebastiania brasiliensis* e *Vernonia discolor*. Teores similares desse micronutriente foram observados em duas espécies, *Allophyllus edulis* e *Xylosma* sp e os menores em *Sloanea lasiocoma*. As espécies *Allophyllus edulis*, *Matayba elaeagnoides*, *Schinus terebinthifolius* e *Styrax leprosus* apresentaram teores de Cu similares nas folhas. *Sebastiania commersoniana* foi à única espécie que apresentou menores teores Cu nas folhas.

Em relação aos teores de Fe nas folhas das espécies estudadas, a Tabela 1 mostra que sete espécies apresentaram teores < 100,0 mg kg<sup>-1</sup>, sendo que as demais apresentaram teores acima de 100,0 mg kg<sup>-1</sup>.

Algumas espécies como *Clethra scabra* e *Sloanea lasiocoma* apresentaram altos teores de B na madeira e *Lamanonia ternata*, *Myrsine ferruginea*, *Styrax leprosus*, *Araucaria angustifolia* apresentaram menores teores.

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 1, 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 *Allophyllus edulis* e *Vernonia discolor*; *Lamanonia ternata* e *Matayba elaeagnoides*; *Campomanesia xanthocarpa* e *Lamanonia ternata*. 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*, respectivamente. 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* e *Sapium glandulatum* apresentaram 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: devido a precipitações atmosféricas e a metodologia utilizada, onde a miscelânea foi classificada como musgos, líquens, lianas, bromélias, orquídeas e às vezes, frutos e flores.

Rodríguez Jimenez (1988) mostrou que em um Bosque Pluvial de Terras Baixas na Colômbia 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. O mesmo autor observou também 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 as Tabelas 1 e 2. Schumacher et al. (2002a), verifica-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.

Analisando-se separadamente Mn e Zn (Tabela 2) de uma maneira geral, 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*, *Xylosma* sp, *Vernonia discolor* e *Sloanea lasiocoma*. Teores similares de Mn nas folhas foram observados em *Calyptanthus 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 teor alto de Zn nas folhas.

**Tabela 2a.** Teores médios de Mn e Zn (mg kg<sup>-1</sup>) nos componentes da biomassa acima do solo.

| Espécie                          | Folhas   |        | Madeira do fuste |        | Casca    |        |
|----------------------------------|----------|--------|------------------|--------|----------|--------|
|                                  | Mn       | Zn     | Mn               | Zn     | Mn       | Zn     |
| <i>Allophyllus edulis</i>        | 160,67   | 54,67  | 22,67            | 40,90  | 63,67    | 27,06  |
| <i>Araucaria angustifolia</i>    | 787,67   | 16,79  | 142,93           | 54,62  | 370,50   | 17,00  |
| <i>Calyptanthes concinna</i>     | 850,00   | 11,76  | 281,00           | 7,33   | 540,00   | 4,12   |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i>  | 113,00   | 23,70  | 68,50            | 16,95  | 99,00    | 23,00  |
| <i>Casearia decandra</i>         | 922,50   | 25,68  | 130,87           | 83,94  | 473,33   | 142,67 |
| <i>Clethra scabra</i>            | 845,00   | 20,14  | 44,00            | 39,00  | 1.440,00 | 59,00  |
| <i>Cupania vernalis</i>          | 927,67   | 29,10  | 106,67           | 14,10  | 317,33   | 18,78  |
| <i>Dicksonia sellowiana</i>      | 325,00   | 20,84  | 620,55           | 41,20  | ...      | ...    |
| <i>Drimys brasiliensis</i>       | 756,00   | 55,89  | 155,00           | 22,40  | 609,00   | 10,50  |
| <i>Ilex dumosa</i>               | 1.100,00 | 88,40  | 166,50           | 27,00  | 840,00   | 159,00 |
| <i>Ilex microdonta</i>           | 946,67   | 40,97  | 200,67           | 18,03  | 806,67   | 84,40  |
| <i>Ilex paraguayensis</i>        | 1.208,00 | 36,67  | 327,67           | 90,30  | 927,33   | 134,67 |
| <i>Ilex theezans</i>             | 990,00   | 109,00 | 201,00           | 33,50  | 367,00   | 109,00 |
| <i>Jacaranda puberula</i>        | 865,00   | 15,70  | 78,65            | 17,90  | 185,00   | 19,10  |
| <i>Lamanonia ternata</i>         | 920,00   | 29,50  | 107,00           | 26,40  | 338,00   | 60,00  |
| <i>Lithraea brasiliensis</i>     | 347,67   | 21,87  | 61,33            | 37,95  | 233,33   | 13,05  |
| <i>Matayba elaeagnoides</i>      | 763,00   | 22,85  | 245,00           | 16,30  | 420,00   | 14,01  |
| <i>Mimosa scabrella</i>          | 609,00   | 21,49  | 755,00           | 15,06  | 469,00   | 49,19  |
| <i>Myrcia</i> sp.                | 441,00   | 8,90   | 484,67           | 2,00   | 1.003,33 | 12,93  |
| <i>Myrsine ferruginea</i>        | 151,00   | 17,23  | 93,15            | 8,35   | 98,17    | 6,27   |
| <i>Myrsine umbellata</i>         | 264,00   | 10,11  | 47,77            | 10,57  | 310,00   | 8,12   |
| <i>Nectandra megapotamica</i>    | 521,67   | 16,30  | 62,00            | 8,13   | 107,00   | 10,30  |
| <i>Ocotea porosa</i>             | 575,33   | 13,07  | 51,27            | 3,84   | 178,20   | 9,70   |
| <i>Ocotea puberula</i>           | 355,33   | 30,56  | 225,10           | 18,33  | 339,67   | 12,03  |
| <i>Ocotea pulchella</i>          | 496,50   | 13,46  | 120,00           | 18,61  | 657,00   | 29,50  |
| <i>Persea major</i>              | 960,00   | 35,80  | 458,00           | 20,78  | 529,00   | 25,12  |
| <i>Piptocarpha angustifolia</i>  | 746,00   | 31,60  | 283,00           | 21,07  | 1066,67  | 32,40  |
| <i>Prunus brasiliensis</i>       | 459,00   | 17,96  | 64,00            | 10,40  | 89,00    | 16,56  |
| <i>Quillaja brasiliensis</i>     | 1.460,00 | 29,00  | 190,00           | 49,80  | 740,00   | 7,05   |
| <i>Sapium glandulatum</i>        | 569,00   | 23,29  | 61,67            | 19,77  | 703,00   | 25,61  |
| <i>Schinus terebinthifolius</i>  | 198,00   | 19,22  | 61,00            | 46,50  | 353,00   | 34,60  |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i>  | 84,00    | 25,60  | 156,00           | 27,00  | 88,80    | 14,00  |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 58,00    | 10,00  | 19,00            | 10,60  | 122,00   | 46,00  |
| <i>Sloanea lasiocoma</i>         | 1.080,00 | 8,50   | 313,00           | 5,40   | 813,00   | 2,10   |
| <i>Styrax leprosus</i>           | 875,00   | 12,78  | 207,00           | 17,87  | 724,00   | 6,45   |
| <i>Symplocos celastrina</i>      | 519,00   | 25,83  | 850,00           | 7,66   | 330,00   | 9,90   |
| <i>Symplocos uniflora</i>        | 586,00   | 38,72  | 268,83           | 14,15  | 598,50   | 20,00  |
| <i>Vernonia discolor</i>         | 1.220,00 | 30,00  | 161,00           | 23,80  | 1.180,00 | 49,00  |
| <i>Xylosma</i> sp.               | 1.320,00 | 25,33  | 96,00            | 120,00 | 380,00   | 84,90  |

<sup>1</sup>Não analisado devido a falta de material.

As espécies *Symplocos celastrina*, *Mimosa scabrella* e *Dicksonia sellowiana* apresentaram alto teor de Mn na madeira e *Allophyllus edulis* baixo teor, no entanto, as espécies *Lithraea brasiliensis*, *Sapium glandulatum* e *Schinus terebinthifolius* apresentaram teores semelhantes de Mn na madeira. Contudo, as espécies *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.

**Tabela 2b.** Teores médios de Mn e Zn (mg kg<sup>-1</sup>) nos componentes da biomassa acima do solo.

| Espécie                          | Galhos   |       | Miscelânea |        |
|----------------------------------|----------|-------|------------|--------|
|                                  | Mn       | Zn    | Mn         | Zn     |
| <i>Allophyllus edulis</i>        | 40,77    | 18,70 | 169,20     | 109,33 |
| <i>Araucaria angustifolia</i>    | 238,33   | 14,72 | 235,00     | 21,70  |
| <i>Calyptanthes concinna</i>     | 424,50   | 6,43  | 1.000,00   | 24,50  |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i>  | 183,90   | 48,31 | 120,00     | 92,30  |
| <i>Casearia decandra</i>         | 362,33   | 75,90 | 827,33     | 82,67  |
| <i>Clethra scabra</i>            | 650,00   | 19,00 | 798,20     | 82,36  |
| <i>Cupania vernalis</i>          | 268,00   | 17,67 | 305,00     | 14,80  |
| <i>Dicksonia sellowiana</i>      | ...      | ...   | 529,67     | 26,77  |
| <i>Drimys brasiliensis</i>       | 770,00   | 19,30 | 729,00     | 68,00  |
| <i>Ilex dumosa</i>               | 678,33   | 91,37 | 1.207,67   | 105,30 |
| <i>Ilex microdonta</i>           | 650,33   | 46,00 | 1.066,67   | 26,17  |
| <i>Ilex paraguariensis</i>       | 548,67   | 57,55 | 1.214,00   | 91,50  |
| <i>Ilex theezans</i>             | 890,00   | 90,90 | 680,00     | 10,60  |
| <i>Jacaranda puberula</i>        | 381,00   | 15,30 | 205,00     | 4,00   |
| <i>Lamanonia ternata</i>         | 421,00   | 44,40 | 450,00     | 24,40  |
| <i>Lithraea brasiliensis</i>     | 276,83   | 8,37  | 700,00     | 30,25  |
| <i>Matayba elaeagnoides</i>      | 177,00   | 11,55 | 580,00     | 9,20   |
| <i>Mimosa scabrella</i>          | 178,53   | 4,59  | 454,50     | 29,10  |
| <i>Myrcia</i> sp.                | 479,00   | 4,25  | 614,67     | 23,20  |
| <i>Myrsine ferruginea</i>        | 116,67   | 4,33  | 91,40      | 10,21  |
| <i>Myrsine umbellata</i>         | 249,00   | 7,28  | 392,00     | 20,05  |
| <i>Nectandra megapotamica</i>    | 395,00   | 9,50  | 597,00     | 24,80  |
| <i>Ocotea porosa</i>             | 415,67   | 19,89 | 587,67     | 28,37  |
| <i>Ocotea puberula</i>           | 295,33   | 14,32 | 1.360,00   | 32,13  |
| <i>Ocotea pulchella</i>          | 1.492,50 | 59,19 | 1.328,00   | 39,70  |
| <i>Persea major</i>              | 620,00   | 27,50 | 400,00     | 44,00  |
| <i>Piptocarpha angustifolia</i>  | 671,00   | 17,70 | 3.226,00   | 29,60  |
| <i>Prunus brasiliensis</i>       | 367,00   | 15,10 | 620,00     | 19,30  |
| <i>Quillaja brasiliensis</i>     | 600,00   | 7,60  | 1.330,00   | 17,40  |
| <i>Sapium glandulatum</i>        | 399,33   | 24,87 | 582,33     | 86,07  |
| <i>Schinus terebinthifolius</i>  | 112,00   | 15,50 | 680,00     | 60,00  |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i>  | 196,00   | 12,50 | 360,00     | 8,00   |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | 183,00   | 15,63 | 191,00     | 79,00  |
| <i>Sloanea lasiocoma</i>         | 786,00   | 4,50  | 976,00     | 12,60  |
| <i>Styrax leprosus</i>           | 661,33   | 16,35 | 1.215,00   | 23,32  |
| <i>Symplocos celastrina</i>      | 790,00   | 6,40  | ...        | ...    |
| <i>Symplocos uniflora</i>        | 551,33   | 16,62 | 1.054,00   | 34,97  |
| <i>Vernonia discolor</i>         | 320,00   | 24,40 | 410,00     | 32,90  |
| <i>Xylosma</i> sp                | 235,00   | 24,20 | 554,00     | 20,50  |

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*, *Piptocarpha angustifolia* e *Myrcia* sp enquanto que, *Allophyllus edulis*, *Sebastiania*

*brasiliensis*, *Prunus brasiliensis*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Myrsine ferruginea* apresentaram teores menores.

Os teores de Zn na casca foram obtidos 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 2 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 2, pode-se afirmar 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 os maiores teores e *Calyptanthus concinna* e *Nectandra megapotamica* teores similares.

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 1 e 2 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.

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 corroboram a literatura, que, em geral, as espécies variam no que se refere aos teores de 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 (CALDEIRA, 2003).

A Tabela 3 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 foram superiores, principalmente, quando comparados com os resultados das Florestas Tropicais Litorâneas, fato esse também observado nos teores de macronutrientes nas folhas (CALDEIRA, 2003).

**Tabela 3.** Teores médios (mg kg<sup>-1</sup>) 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         | ... <sup>7</sup> | ... <sup>7</sup> | 10,0  | 47,5    | 6,2     | ...   |
| <sup>2</sup> Tropical Úmida Secundária                                   | Amazônia         | ... <sup>7</sup> | ... <sup>7</sup> | 13,0  | 193,0   | 174,0   | 31,0  |
| <sup>2</sup> Tropical Úmida Madura                                       |                  | ... <sup>7</sup> | ... <sup>7</sup> | 8,0   | 176,0   | 63,0    | 27,0  |
| <sup>3</sup> Tropical  | ... <sup>7</sup> | 37               | ... <sup>7</sup> | 25,5  | 668,5   | 2.012,0 | 55,0  |
| <sup>4</sup> Bosque Pluvial de Terras<br>Baixas                          | Colômbia         | 77               | ... <sup>7</sup> | ...   | 3.100,0 | 300,0   | 50,0  |
| <sup>3</sup> Restinga Paludosa   | Paraná           | 9                | ... <sup>7</sup> | 6,9   | 63,0    | 89,0    | 13,0  |
| <sup>5</sup> Restinga Seca   |                  | 19               | ... <sup>7</sup> | 8,5   | 55,0    | 197,0   | 19,0  |
| <sup>6</sup> Ombrófila Densa Terras<br>Baixas – estágio inicial          |                  | 4                | ... <sup>7</sup> | 5,9   | 47,5    | 200,2   | 9,7   |
| <sup>6</sup> Ombrófila Densa Terras<br>Baixas – estágio<br>intermediário | Paraná           | 8                | ... <sup>7</sup> | 7,2   | 59,1    | 285,7   | 14,5  |
| <sup>6</sup> Ombrófila Densa Terras<br>Baixas – estágio avançado         |                  | 11               | ... <sup>7</sup> | 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>RODRÍGUES JIMÉNEZ (1988);<sup>5</sup>BRITEZ (1994);<sup>6</sup>BOEGER (2000);<sup>7</sup>Teor não informado.

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.

Levando em consideração as afirmações de Dechen et al. (1991), teores foliares entre 10-20 mg kg<sup>-1</sup> de Zn na plantas geram sintomas de deficiência desse nutriente, dependendo da espécie, conforme o estudo de Drechsel e Zech (1991). No entanto, pode-se dizer que algumas espécies amostradas neste trabalho (Tabela 2) apresentaram teores abaixo de 20 mg kg<sup>-1</sup>, 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 e PENDIAS, 1984).

Teores baixos de Zn em folhas também foram constatados por Brites (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 (CALDEIRA, 2003) e a um maior índice de eficiência. Contudo, em relação ao índice de eficiência de Zn, Caldeira (2003) mostra que as espécies consideradas com baixos teores de Zn (Tabela 2), 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 3) e espécies florestais (Tabela 4), exceto com Floresta Tropical (DRECHSEL e 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 2). Observou-se também que existe uma grande variação entre as espécies estudadas (Tabela 2) 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, propriedade, idade e local de amostragem. 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, propriedade, idade e local de amostragem.

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, propriedade, idade e local de amostragem.

Variações nos teores de micronutrientes entre diferentes espécies também foram observadas por outros autores (Tabela 3), 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 e BAZILEVIC, 1967), fato esse também observado no presente estudo, principalmente em espécies da família *Aquifoliaceae*.

Comparando os teores 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

**Tabela 4.** 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  |
| -----  |                               |                  |       |        |          |        |
|  | Região de                     |                  |       |        |          |        |
| <sup>1</sup> <i>Ilex paraguariensis</i> <sup>(1)</sup>   | Mandirituba,<br>PR            | 77,0             | 22,2  | 103,5  | 1.968,7  | 29,0   |
| -----  |                               |                  |       |        |          |        |
|  | Região                        |                  |       |        |          |        |
| <sup>2</sup> <i>Mimosa scabrella</i> - Povoamentos explorados no sistema tradicional                     | Metropolitana<br>Curitiba, PR | ... <sup>6</sup> | 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                 | ... <sup>6</sup> | 4,6   | 55,4   | 93,7     | 10,0   |
| <sup>3</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio inicial          |                               | ... <sup>6</sup> | 6,2   | 40,0   | 466,2    | 15,8   |
| -----  |                               |                  |       |        |          |        |
| <sup>3</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário | Paranaguá, PR                 | ... <sup>6</sup> | 5,0   | 85,8   | 106,2    | 13,7   |
| <sup>3</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário    |                               | ... <sup>6</sup> | 8,3   | 47,1   | 181,2    | 20,4   |
| <sup>3</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio avançado      |                               | ... <sup>6</sup> | 7,1   | 74,2   | 114,6    | 11,2   |
| <sup>3</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio avançado         |                               | ... <sup>6</sup> | 5,8   | 52,5   | 562,3    | 16,7   |
| -----  |                               |                  |       |        |          |        |
| <sup>4</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio inicial          | Paranaguá, PR                 | ... <sup>6</sup> | 5,0   | 45,0   | 418,0    | 18,0   |
| <sup>4</sup> <i>Ilex theezans</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário    |                               | ... <sup>6</sup> | 4,0   | 46,0   | 294,0    | 20,0   |
| <sup>4</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio intermediário |                               | ... <sup>6</sup> | 4,0   | 58,0   | 38,0     | 20,0   |
| <sup>4</sup> <i>Ocotea pulchella</i> - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estágio avançado      |                               | ... <sup>6</sup> | 11,0  | 306,0  | 56,0     | 10,0   |
| -----  |                               |                  |       |        |          |        |
| <sup>5</sup> <i>Araucaria angustifolia</i> - Povoamento com 14 anos de idade                             | Quedas do                     | 13,4             | 4,6   | 89,0   | 423,4    | 25,8   |
| <sup>5</sup> <i>Araucaria angustifolia</i> - Povoamento com 28 anos de idade                             | Iguaçu, PR                    | 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); <sup>6</sup>Teor não informado.

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



ambiente da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, observa-se que as espécies da Floresta Ombrófila Mista Montana apresentaram maiores teores.

As diferenças entre os teores de 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.

Os teores médios de micronutrientes e alguns parâmetros estatísticos dos componentes da biomassa das espécies com DAP<sup>3</sup> 10,0 amostradas na Floresta Ombrófila Mista Montana, podem ser observado na Tabela 5. Os maiores teores médios de Mn e Fe, respectivamente foram observados em todos os componentes da biomassa, exceto para a miscelânea que apresentou os maiores teores de Fe e Mn.

Os teores médios de todos os micronutrientes foram maiores na casca que na madeira, conforme mostra a Tabela 5. 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.

A Tabela 6 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 de B nas folhas; 87,2% com teores médios de Cu nas folhas; 79,5% com teores médios de Fe nas folhas; 66,7% com teores médios de Mn nas folhas e 89,7% com teores médios de Zn nas folhas.

As espécies do gênero *Ilex* apresentaram teores médios de Cu e Fe. A espécie *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. Comparando os dados da Tabela 6 com os dados obtidos por Caldeira (2003), as espécies que foram consideradas com altos teores de macro e micronutrientes nas folhas foram praticamente às 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.

**Tabela 5.** Teores médios dos micronutrientes (mg kg<sup>-1</sup>) e parâmetros estatísticos nos componentes da biomassa acima do solo. (Mean content of micronutrients (mg kg<sup>-1</sup>) and statistical parameters in the different components of aboveground).

| 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   |
| Coeficiente 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  |
| -----<br>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   |
| Coeficiente 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  |
| -----<br>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   |
| Coeficiente 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  |
| -----<br>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   |
| Coeficiente 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  |
| -----<br>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   |
| Coeficiente 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  |

**Tabela 6.** Classificação dos teores dos micronutrientes nas folhas<sup>(1)</sup>.

| Espécie                         | 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>Calyptroanthus 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             |
| <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             |

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

## **CONCLUSÃO**

No geral, algumas espécies arbóreas mostraram um comportamento diferenciado com relação aos teores de micronutrientes e conteúdo nos diversos componentes da biomassa acima do solo.

Os teores de micronutrientes, de uma maneira geral, foram maiores nas folhas, exceto Fe e Mn que em alguns casos foram superiores na miscelânea.

O componente galho apresentou os maiores conteúdos totais de todos os 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).

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Prof<sup>o</sup> Dr. Carlos Roberto Sanquetta – DCF/UFPR, pela oportunidade de participar do Projeto Ecológico de Longa Duração – PELD Site 9 “Bioma Floresta de Araucária e suas Transições” e pelo auxílio financeiro e às Industrias Pedro N. Pizzato, pelo apoio institucional a todos os seus funcionários.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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.

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.

BRITTEZ, R.M. *Ciclagem 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.

CALDEIRA, M.V.W. *Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná.* Curitiba, 2003. 176f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

- 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.
- CAMARGO, J. B. *Geografia física, humana e econômica do Paraná*. 2. ed. Chichetec, 1998. 207p.
- 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.
- DRECHSEL, P.; ZECH, W. Foliar nutrient leaves of broad-leaved tropical trees: a tabular review. *Plant and Soil*, The Hague, v. 131, p. 29-46, 1991
- 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, 1997.
- DUVIGNEAUD, P. *La synthèse écologique*. Paris: Doin Editeurs, 1974. 296p.
- EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação e levantamento de solos*. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- GOLLEY, F.B. et al. *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*. São Paulo: USP, 1978. 256p.
- IAPAR. *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina, 1994. 49p. (Documentos; 18).
- IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, 1992. 92p.
- KABATA PENDIAS, A.; PENDIAS, H. *Trace elements in soil in plants*. Boca Raton: CRC Press, 1984.
- KIMMINS, J.P. *Forest ecology*. New York: Collier Macmillan Canada, 1987. 531p.
- LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S.; PONS, T.L. *Plant physiological ecology*. New York: Springer-Verlag, 2000. 540p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889p.
- 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 Solos, 1999. (Comunicação para Transferência de Tecnologia) p. 171-223.
- MONTAGNINI, F.; SANCHO, F. Aboveground biomass and nutrient in young plantations of indigenous trees: implications for site nutrient conservation. *Journal of Sustainable Forestry*, New York, v. 1, n. 4, p. 115-139, 1994.

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.

PARANÁ. Secretária de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. *Atlas do Estado do Paraná*, Curitiba, 1987. 73p.

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.

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.

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.

SCHUMACHER, M.V. et al. A. Quantifizierung der biomasse und des nährstoffgehalts bei der erstdurchforstung eines araukarienbestandes in Quedas do Iguaçu (Paraná, Brasilien). *Forstarchiv*, Hannover, v. 73, n. 5, p. 187-194, 2002a.

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; BARBIERI, S. *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 Iguaçu-PR*. Santa Maria: UFSM, 2002b. (Relatório de pesquisa).

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

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).

VAN DEN DRIESSCHE, R. Prediction of mineral status of trees by foliar analysis. *The Botanical Review*, New York, v. 40, p. 347-394, 1974.

WATZLAWICK, L.F. *Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II*. Curitiba, 2003. 120f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.