

Dinâmica de micronutrientes na biomassa florestal em
estágios sucessionais de Floresta Estacional Decidual, RS, BrasilMicronutrient dynamics in the forest biomass in
succession stages of a seasonal deciduous forest, RS, BrazilEleandro José Brun¹, Flávia Gizele König Brun², Robson Schaff Corrêa³,
Sandro Vaccaro⁴ e Mauro Valdir Schumacher⁵

Resumo

Existe uma grande carência de pesquisas que avaliam o comportamento dos micronutrientes nas florestas naturais do Sul do Brasil. Em face dessa carência, objetivou-se estudar os teores e quantidades de micronutrientes na biomassa florestal acima do solo, de forma comparativa, em duas fases sucessionais secundárias (FSS) de uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul – Brasil. As FSS apresentavam idade, desde o fim do uso agrícola, de 35 e 55 anos, respectivamente para floresta secundária inicial (FSI) e floresta secundária tardia (FST). A biomassa acima do solo foi coletada e separada em estratos vegetativos e estes em frações, para serem analisadas quimicamente quanto aos teores de B, Fe, Zn, Mn e Cu. As frações foliares do estrato arbóreo, do arbustivo e herbáceo foram as que apresentaram os maiores teores para a maioria dos nutrientes. Apenas os teores de ferro e manganês foram maiores na fração casca, para as duas fases sucessionais. Na FST, o estrato herbáceo também apresentou alto teor de Fe. Os teores médios de micronutrientes apresentaram diferenças entre as duas fases sucessionais apenas em relação ao Fe e Mn, com maiores teores na biomassa da FST. A quantidade de nutrientes armazenados foi sempre maior na FST, possivelmente em função da maior biomassa acumulada e também em função dos teores significativamente maiores de Fe e Mn. A ordem quantitativa de armazenamento de nutrientes na biomassa foi Fe > Mn > Zn > B > Cu.

Palavras-Chave: Sucessão vegetal, Sustentabilidade, Ciclagem de nutrientes

Abstract

There is a great need of research to assess the behavior of micronutrients in natural forests of southern Brazil. Do to this need, the objective of this work was to study the levels and amounts of micronutrients in forest above ground biomass of the forest, in a comparative way, in two secondary succession stages (SSS) in a Seasonal Deciduous Forest in Rio Grande do Sul, Brazil. The SSS had enjoyed 35 and 55 years of regeneration since the end of agricultural use, respectively for initial secondary forest (ISF) and late secondary forest (LSF). The above-ground biomass was collected and separated into vegetative strata and these in fractions, thereafter chemically analyzed for the levels of B, Fe, Zn, Mn and Cu. Leaf fractions of arboreal, shrubs and herbaceous strata showed the highest levels for most nutrients. Only the levels of iron and manganese were higher in the bark fraction, for both succession stages. In the LSF, the herbaceous stratum also showed high levels of Fe. The average levels of micronutrients showed differences between the two succession stages only in relation to Fe and Mn, with higher levels in LSF biomass. The amount of nutrients stored was always higher in LSF, because of the largest biomass and the higher levels of Fe and Mn in the biomass of this SSS. The quantitative order of nutrient storage in biomass was Fe > Mn > Zn > B > Cu.

Keywords: Vegetal succession, Sustainability, Nutrient cycling

¹Professor Doutor na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos - Estrada p/ Boa Esperança, km 4 - Dois Vizinhos, PR - 85660-000 - E-mail: eleandrobrun@utfpr.edu.br

²Doutoranda em Recursos Florestais no Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - Av. Pádua Dias, 11 - Piracicaba, SP - 13419-900 - E-mail: fgkbrun@esalq.usp.br

³Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria - Av. Roraima, 1000 - Camobi - Santa Maria, RS - 97105-900 - E-mail: schaffcorrea@yahoo.com.br

⁴Professor Doutor da Faculdade Cenecista de Bento Gonçalves - R. Arlindo Franklin Barbosa, 460 - São Roque - Bento Gonçalves, RS - 95700-000 - E-mail: vaccarsan@terra.com.br

⁵Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria - Av. Roraima, 1000 - Prédio 44 - Sala 5268 - Camobi - Santa Maria, RS - 97105-900 - E-mail: schumacher@pq.cnpq.br

INTRODUÇÃO

A dinâmica nutricional de florestas naturais do Rio Grande do Sul (RS) ainda é pouco estudada, principalmente na Floresta Estacional Decidual. Nas regiões de ocorrência desta floresta, é comum a remoção de áreas de floresta para o estabelecimento de cultivos agrícolas, enquanto a fertilidade do solo permita colheitas satisfatórias. Posteriormente, o abandono do uso agrícola e a abertura de novas áreas de floresta, levam à formação de um mosaico de diversos estágios sucessionais na paisagem.

Consequentemente, dada a importância e extensão deste tipo florestal, é necessária a realização de pesquisas de ciclagem de nutrientes, uma vez que a limitada disponibilidade de nutrientes é um dos principais fatores a influenciar a dinâmica de recuperação das diferentes fases sucessionais, após abandono de uso agrícola.

A Floresta Estacional Decidual ocupa uma área equivalente a 4,16% da superfície do Rio Grande do Sul (RS) e 23,84% da área de florestas naturais do estado, com uma área de 11.762,5 km² (SEMA/RS-UFSM, 2001). Este tipo florestal é composto de forma predominante por espécies caducifólias, o que lhe dá o nome decidual. A deposição de serapilheira por estas áreas florestais é intensa e com uma decomposição relativamente rápida (KÖNIG *et al.*, 2002; BRUN, 2002; CUNHA, 1997; CUNHA *et al.*, 1993).

O acúmulo de biomassa e nutrientes é um dos principais componentes do balanço nutricional em um ecossistema. Representa um dos mais importantes estoques de elementos minerais, depois do solo, além de constituir um dos primeiros compartimentos a ser afetado pelas atividades antrópicas em uma floresta, tornando-se, portanto, indicador de impactos ambientais, bem como do *status* nutricional do sítio, auxiliando no entendimento da estrutura de um ecossistema.

Nas pesquisas sobre dinâmica nutricional de florestas naturais no Brasil, o estudo dos micronutrientes adquiriu grande importância nos últimos anos, em função do reconhecimento científico da importância destes elementos na nutrição das plantas. Mesmo assim, em florestas naturais do RS, praticamente inexistem estudos que abordem os micronutrientes na vegetação.

De acordo com Marschner (1986), os micronutrientes desempenham várias funções importantes nas plantas, dentre elas, a participação na síntese de aminoácidos, enzimas e processos hormonais, substâncias de reserva, síntese de

clorofila, transporte de elétrons, os quais se refletem em vários processos fenotípicos das plantas, como floração, frutificação, crescimento, propagação, proteção contra doenças e pragas, entre outros.

Em áreas florestais, em geral, conforme Schumacher (1996), na madeira das árvores, encontra-se em média 50% de carbono, 4,3% de oxigênio, 6% de hidrogênio e 1% de elementos minerais (macro e micronutrientes). Segundo o mesmo autor, as acículas ou folhas, a casca, componentes florais e sementes possuem teores maiores desses elementos.

A concentração de nutrientes nas plantas varia de acordo com a idade, época de amostragem, interação entre os nutrientes e disponibilidade de nutrientes no solo (SCHÖNAU, 1983). Porém, em condições de sítios similares, a biomassa e o seu teor de nutrientes podem ser usados no entendimento de impactos ambientais das árvores sobre os nutrientes do sítio (DRUMOND *et al.*, 1997) e também do sítio e seu manejo sobre as espécies.

Em área de Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, Brasil, Caldeira *et al.* (2006) mostraram que as 39 espécies estudadas, apresentaram teores nutricionais muito variáveis para a mesma fração, explicitando diferenças genotípicas e adaptativas na absorção de nutrientes do solo.

Desta forma, é necessária a ampliação de estudos que avaliem o comportamento dos micronutrientes nos ecossistemas florestais naturais no Sul do Brasil. Portanto, este estudo teve por objetivo estimar os teores e quantidades dos nutrientes: boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) contidos na biomassa vegetal acima do solo, em duas fases sucessionais secundárias de uma área de Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza, RS, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas

O presente estudo foi realizado em uma área de Floresta Estacional Decidual do município de Santa Tereza, região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. A formação florestal que recobre as vertentes dos morros do município de Santa Tereza, até uma altitude aproximada de 500 m, onde entra em contato com a mata de pinhais, pertence à região fitogeográfica da Bacia do rio Jacuí (REITZ *et al.*, 1988), com a ocorrência de vegetação florestal denominada Floresta Estacional Decidual (VACCARO *et al.*, 1999).

Foram utilizados dois fragmentos de florestas secundárias de diferentes idades pós-distúrbios, relacionados ao tempo de abandono do cultivo agrícola, sendo o primeiro fragmento de floresta secundária inicial (FSI) com 35 anos e o segundo de floresta secundária tardia (FST) com 55 anos aproximadamente. A floresta com 35 anos (29°09'28"S e 51°42'05"O) apresentou uma área de 1,63 hectares, altitude média de 215 m, exposição Norte e 5° de inclinação média. A floresta com 55 anos (29°09'29"S e 51°41'49"O), apresentou uma área de 2,89 hectares, altitude média de 180 m, exposição Oeste e com 16° de inclinação média.

Os dados relativos à localização geográfica das áreas foram obtidos com o uso de GPS de navegação, próximo ao centro de cada área. A idade aproximada das fases sucessionais foi obtida em entrevista com antigos moradores do município. As áreas estudadas fazem parte de uma propriedade com mais de 70 ha de Floresta Estacional Decidual composta de diferentes estágios sucessionais.

A região onde se situam as áreas de estudo encontra-se sob clima Cfa, segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961), caracterizado por clima subtropical úmido, chuvas bem distribuídas ao longo do ano, aproximadamente, 1800 mm. A temperatura média anual é de cerca de 18°C, com a média do mês mais frio entre -3° e 18°C e a média do mês mais quente superior a 22°C.

Os solos são derivados de Rochas Efusivas Básicas da Formação Serra Geral, apresentando basalto como substrato. Os solos das referidas áreas foram classificados, com base em Streck *et al.* (2002): na FSI: Neossolo Litólico, eutrófico, A moderado, textura média, relevo ondulado; e na FST: Cambissolo Húmico alumínico típico, eutrófico, A chernozêmico, textura média, relevo forte ondulado.

Quanto à composição florística das duas fases sucessionais, Vaccaro *et al.* (1999) encontraram, na FSI, 42 espécies, distribuídas em 37 gêneros e 21 famílias botânicas. Em riqueza florística, destacaram-se as famílias Fabaceae (8 espécies), Solanaceae (4 espécies), Euphorbiaceae, Sapindaceae e Myrtaceae (3 espécies cada). Estas 5 famílias abrangeram 50% das espécies levantadas. Quanto ao número de indivíduos, sobressaíram-se as famílias Fabaceae (45,2%), Sapindaceae (15,8%) e Tiliaceae (14,0%). Dentre as espécies mais características desta *subserie* destacam-se *Luehea divaricata* Mart., *Bauhinia forficata* Benth., *Cupania vernalis* Camb., *Lonchocarpus campestris* Mart. Ex Benth., *Allophylus edulis* (St.

Hil.) Radlk., *Casearia silvestris* Sw., *Machaerium paraguariense* Vogel, *Diospyrus inconstans* (Jacq.) Griseb. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.

Na FST, Vaccaro *et al.* (1999) encontraram 48 espécies, pertencentes a 39 gêneros e 23 famílias. As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae (8 espécies), Lauraceae (5 espécies), Flacourtiaceae, Myrtaceae e Sapindaceae (4 espécies cada). Estas 5 famílias abrangeram 52,1% das espécies amostradas. No que se refere ao número de indivíduos, a família Sapindaceae representou 46,2% dos indivíduos, seguida da família Fabaceae (16,8%) e Meliaceae (10,2%). As espécies mais características da FST foram *Cupania vernalis* Camb., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea puberula* Nees, *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk., *Trichilia elegans* A. Juss., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Machaerium paraguariense* Vogel, *Matayba elaeagnoides* Radlk. e *Luehea divaricata* Mart.

Metodologia

Durante o primeiro semestre de 2003, em cada uma das fases sucessionais, foram instaladas, aleatoriamente, três (03) unidades amostrais medindo 10 m x 10 m de área. Todos os indivíduos com a CAP (circunferência à altura do peito) ≥ 10 cm (estrato arbóreo) foram medidos em relação a esta variável e identificados quanto à espécie.

Para a determinação da biomassa em cada unidade amostral, os indivíduos identificados e medidos foram cortados. As plantas foram agrupadas por estrato vegetativo, concomitante com classes de altura e CAP, ou seja: Estrato herbáceo (ervas, plântulas e arbustos com altura $\leq 1,30$ m); Estrato arbustivo (arbustos e árvores com altura $> 1,30$ m e CAP $< 10,0$ cm); Estrato arbóreo (árvores com CAP $\geq 10,0$ cm) e Estrato das lianas (cipós e epífitas de todos os tamanhos). Todas as plantas foram cortadas ao nível do solo.

No estrato herbáceo e das lianas, os indivíduos foram cortados e quantificados em relação à sua biomassa fresca total, sem separação em indivíduos ou frações. No estrato arbustivo, os indivíduos foram cortados e segregados em duas frações: caule/galhos e folhas, de forma total para cada unidade amostral. No estrato arbóreo, as plantas foram cortadas com uso de moto-sera e segregadas nas frações madeira do tronco, casca do tronco, galhos vivos, galhos mortos e folhas. A partir do tronco, foi considerado como galho todo o material lenhoso acima do ponto de inversão morfológica.

Foram retiradas amostras das frações segregadas no estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo e lianas, as quais tiveram suas massas frescas aferidas na floresta. Para a amostragem das frações madeira e casca do fuste, foram retirados, com o uso de moto-serra, três discos de 5 cm de espessura de cada tronco, localizados a 5%, a 50% e a 95% da altura do tronco. Dos três discos retirados, separou-se a casca da madeira e aferiu-se a massa de matéria fresca de ambos, separadamente. A partir da relação massa seca / massa fresca das amostras destas frações, estimou-se primeiramente a proporção de madeira e de casca de cada amostra e depois a massa seca total das mesmas, para o fuste inteiro, através da extrapolação dos valores das amostras para a massa fresca da respectiva fração na árvore inteira.

Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e posteriormente levadas ao laboratório, visando à determinação da massa seca e teores de nutrientes. As amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 70°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão (0,01 g). Com base nas massas fresca e seca das amostras, foi estimada a massa seca total dos diversos componentes das árvores, através do cálculo do teor de umidade das amostras, o qual foi extrapolado para as massas frescas totais das amostras de cada árvore. Em termos de discussão de resultados, tomou-se como padrão usar a expressão biomassa, se referindo a massa seca total por hectare da vegetação, em cada fração e no total da vegetação acima do solo, de forma a facilitar a comparação dos dados com outros trabalhos que, na grande maioria dos casos, usam esse termo.

Todas as frações da biomassa foram analisadas quimicamente, para a obtenção dos teores de B, Cu, Fe Mn e Zn, através do método de Tedesco *et al.* (1995). Cada teor nutricional por fração foi obtido através do cálculo da média de três leituras, para cada fração, para cada uma das unidades amostrais. Os valores foram comparados entre si, entre as diferentes frações, na mesma fase sucessional, através do teste de Duncan, e a mesma fração, entre as duas fases sucessionais, pelo teste t, ambos com 5% de probabilidade de erro.

Os dados relativos à produção de biomassa nas duas fases sucessionais, bem como os demais procedimentos metodológicos na sua obtenção estão expostos em Brun (2004) e Brun *et al.* (2005), sendo relatados no presente trabalho, os teores e quantidades de micronutrientes acumulados na biomassa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teores de micronutrientes na biomassa

Os teores de micronutrientes nas frações da biomassa vegetal acima do solo coletada nas duas fases sucessionais são apresentados nas Figuras 1 a 5. O boro, na FSI, apresentou os maiores teores nas folhas. Os menores teores ocorreram na madeira, galhos mortos e caule/galhos do estrato arbustivo. Teores intermediários ocorreram nas folhas do estrato arbustivo, na casca, no estrato herbáceo, lianas e galhos vivos.

Para a FST, os maiores teores de boro foram encontrados na fração folhas do estrato arbustivo, que não diferiu das folhas dos estratos arbóreo e herbáceo. Os menores teores ocorreram na madeira, não diferenciando dos galhos mortos, da madeira/galhos do estrato arbustivo e das lianas. Teores intermediários ocorreram nos galhos vivos e casca.

O B tem uma atuação semelhante à do Ca no tecido vegetal. É imóvel no floema para a maioria das espécies vegetais, sendo também um componente estrutural, que atua na formação da parede celular, para a divisão e o aumento no tamanho das células, para o funcionamento da membrana citoplasmática, além de auxiliar no transporte de carboidratos das folhas para outros órgãos da planta (MALAVOLTA *et al.*, 1989). As maiores deficiências de B ocorrem em solos arenosos e pobres em matéria orgânica, uma vez que o principal meio de liberação de B para as plantas ocorre através da mineralização da matéria orgânica (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

Somente a fração madeira apresentou baixos teores de B ($< 10 \text{ mg kg}^{-1}$), segundo os intervalos propostos por Larcher (2000), tanto na FSI como na FST. As demais frações apresentaram teores que suprem o intervalo de necessidades de uma planta ou superiores ao nível máximo de exigência (folhas do estrato arbóreo e folhas do estrato arbustivo, nas duas áreas; e herbáceo, somente na FST), que é de 40 mg kg^{-1} (LARCHER, 2000).

Estudos sobre o boro em florestas nativas são praticamente inexistentes. Em florestas plantadas, pode-se relatar o trabalho de Silveira *et al.* (2002), avaliando a presença de B em clones de *Eucalyptus* sp. em plantios sem adubação. Nesse estudo são relatados teores de B entre 8 e 15 mg kg^{-1} na fração folhas e entre 5 e 12 mg kg^{-1} nas demais frações (caule, casca e galhos), mostrando teores menores do que na floresta estacional em estudo, com exceção das frações madeira e caule/galhos do estrato arbustivo.

O Cu apresentou, na FSI, os maiores teores nas frações folhas, folhas do estrato arbustivo, herbáceo e lianas. O menor teor ocorreu na madeira. Teores intermediários ocorreram nas frações galhos vivos, galhos mortos, cascas e caule/galhos do estrato arbustivo. Este elemento, na FST, apresentou os maiores teores

no estrato herbáceo, não diferindo significativamente das folhas do estrato arbustivo e lianas. O menor teor de cobre ocorreu na madeira, não diferindo da fração madeira/galhos do estrato arbustivo, dos galhos mortos e casca. Teores intermediários ocorreram nas folhas e nos galhos vivos (Figura 2).

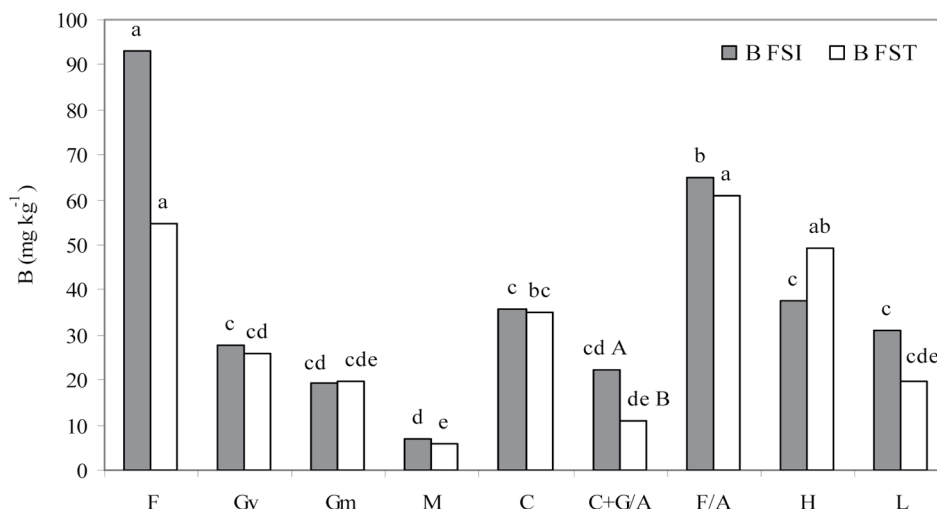


Figura 1. Teores de Boro nas diferentes frações da floresta secundária inicial (B FSI) e floresta secundária tardia (B FST). Teores, na mesma fase sucessional, seguidos pela mesma letra minúscula não são significativamente diferentes a $P \leq 0,05$, de acordo com o teste de Duncan. Teores, na mesma fração, entre fases sucessionais, seguidos por letras maiúsculas diferentes, apresentaram diferenças significativas, de acordo com o teste t a $P \leq 0,05$. (F=folhas; Gv=galhos vivos; Gm=galhos mortos; M=madeira; C=casca; C+G/A=caule e galhos do estrato arbustivo; F/A=folhas do estrato arbustivo; H=Herbáceo e L=lianas).

Figure 1. Boron contents in different fractions of the FSI and FST. Contents, in the same succession phase, followed by the same small letters are not significantly different at $P \leq 0,05$ according to the Duncan test). Contents, in the same fraction, between succession phases, followed by different capital letters, presented significant differences, according to the t test at $P \leq 0,05$. (F=leaves; Gv= live branches; Gm: Dead branches; M=wood; C=bark; M+G/A= stem and branches in the bush stratum; F/A= leaves in the bush stratum; H= herbaceous and L=lianas).

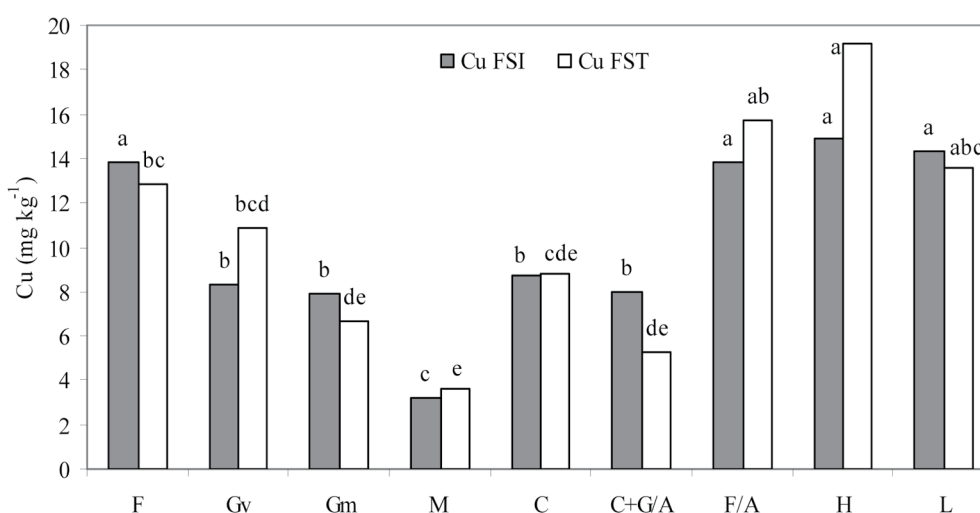


Figura 2. Teores de Cobre nas diferentes frações da floresta secundária inicial (Cu FSI) e floresta secundária tardia (Cu FST). Teores, na mesma fase sucessional, seguidos pela mesma letra minúscula não são significativamente diferentes a $P \leq 0,05$, de acordo com o teste de Duncan. Teores, na mesma fração, entre fases sucessionais, seguidos por letras maiúsculas diferentes, apresentaram diferenças significativas, de acordo com o teste t a $P \leq 0,05$. (F=folhas; Gv=galhos vivos; Gm=galhos mortos; M=madeira; C=casca; C+G/A=caule e galhos do estrato arbustivo; F/A=folhas do estrato arbustivo; H=Herbáceo e L=lianas).

Figure 2. Cooper contents in the different fractions of the FSI and FST. Contents, in the same succession phase, followed by the same small letters are not significantly different at $P \leq 0,05$ according to the Duncan test). Contents, in the same fraction, between succession phases, followed by different capital letters, presented significant differences, according to the t test at $P \leq 0,05$. (F=leaves; Gv= live branches; Gm: Dead branches; M=wood; C=bark; M+G/A= stem and branches in the bush stratum; F/A= leaves in the bush stratum; H= herbaceous and L=lianas).

De acordo com Larcher (2000), a necessidade de cobre por parte das plantas varia de 5 a 10 mg kg⁻¹, como média geral para as diferentes frações de uma planta. Foram observados teores altos nas frações foliares (folhas do estrato arbóreo, arbustivo, estrato herbáceo e lianas) para as duas áreas e também para os galhos vivos, na FST. Teores inferiores ocorreram na madeira das duas florestas.

Segundo Malavolta *et al.* (1989) e Larcher (2000), o acúmulo preferencial de Cu se dá nas partes lenhosas das plantas, o que não foi verificado neste trabalho. Porém, Golley *et al.* (1978) relatam teores de Cu iguais ou superiores nas frações folhas, em relação às frações lenhosas e ambos inferiores aos teores encontrados nos frutos, flores e raízes, em estudo realizado em Floresta Tropical no Panamá.

Mesmo o Cu sendo conhecidamente de baixa mobilidade na planta, os teores apresentados nas frações foliares e de galhos mostraram que, apesar dos baixos teores na madeira, as duas fases sucessionais apresentam-se bem supridas por esse nutriente.

Em estudo com a fração folhas de 23 espécies nativas de diferentes estágios sucessionais em uma área de Floresta Ombrófila Densa no litoral do Paraná, Boeger *et al.* (2005) relataram teores de Cu médios de 5,9 mg kg⁻¹ em estágio sucessional inicial, 7,2 mg kg⁻¹ em estágio intermediário e 8,1 mg kg⁻¹ em estágio avançado, não detectan-

do diferenças estatísticas significativas entre os três estágios sucessionais. Dados desses autores demonstram teores bem inferiores aos encontrados nas frações foliares no presente estudo.

Os maiores teores de ferro, na FSI, ocorreram nas folhas do estrato arbustivo, no herbáceo e na casca, não diferindo estatisticamente do teor no caule/galhos do estrato arbustivo. Os menores teores ocorreram na madeira e nos galhos vivos. Teores intermediários foram verificados nas frações folhas, lianas e galhos mortos (Figura 3).

Teor de ferro excessivamente alto foi encontrado no estrato herbáceo da FST. Porém, estatisticamente, este valor não diferiu das folhas do estrato arbustivo, da casca e das lianas. Os menores teores foram verificados nas demais frações (caule/galhos, galhos vivos, galhos mortos, madeira e folhas).

O sítio preferencial de ocorrência de ferro é nas folhas (LARCHER, 2000), em função de sua participação na formação da clorofila, transporte eletrônico na fotossíntese, fixação de N₂, entre outras. Segundo o mesmo autor, a quantidade necessária de ferro no tecido vegetal ainda é um aspecto discutível no meio científico. Acredita-se que este valor esteja próximo a 100 mg kg⁻¹ de matéria seca, como referência. Somente as frações galhos vivos e madeira na FSI e madeira/galhos do estrato arbustivo na FST apresentaram teores aquém deste limite.

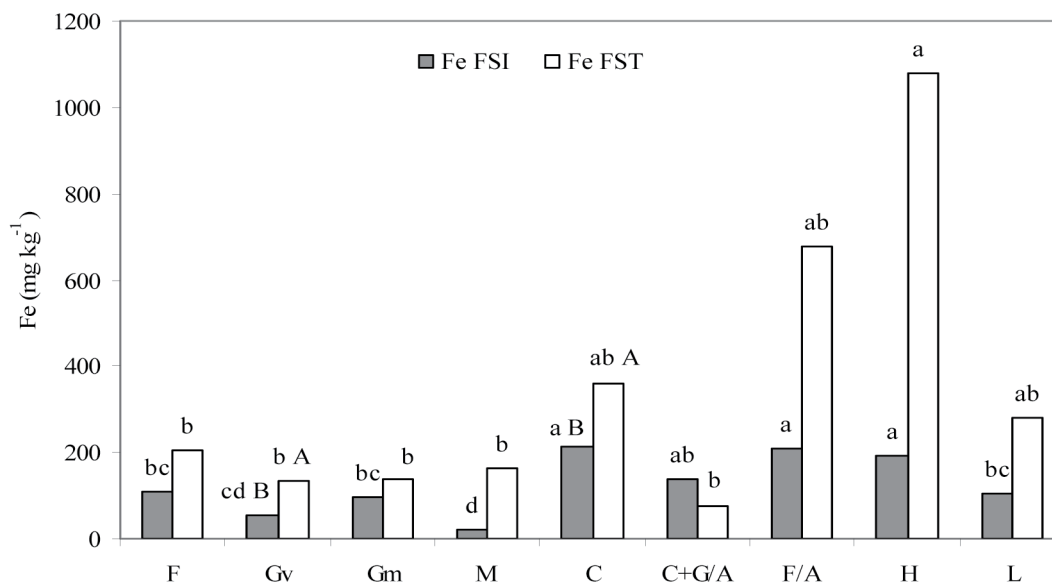


Figura 3. Teores de Ferro nas diferentes frações da floresta secundária inicial (Fe FSI) e floresta secundária tardia (Fe FST). Teores, na mesma fase sucessional, seguidos pela mesma letra minúscula não são significativamente diferentes a $P \leq 0,05$, de acordo com o teste de Duncan. Teores, na mesma fração, entre fases sucessionais, seguidos por letras maiúsculas diferentes, apresentaram diferenças significativas, de acordo com o teste t a $P \leq 0,05$. (F=folhas; Gv=galhos vivos; Gm=galhos mortos; M=madeira; C=casca; C+G/A=caule e galhos do estrato arbustivo; F/A=folhas do estrato arbustivo; H=Herbáceo e L=lianas).

Figure 3. Iron content in the different fractions of the FSI and FST. Contents, in the same succession phase, followed by the same small letters are not significantly different at $P \leq 0,05$ according to the Duncan test). Contents, in the same fraction, between succession phases, followed by different capital letters, presented significant differences, according to the t test at $P \leq 0,05$. (F=leaves; Gv= live branches; Gm: Dead branches; M=wood; C=bark; M+G/A= stem and branches in the bush stratum; F/A= leaves in the bush stratum; H= herbaceous and L=lianas).

Os elevados teores de Fe encontrados no extrato herbáceo, lianas e nas frações casca e folhas do extrato arbustivo da FST demonstram toxidez de ferro, situação decorrente de possível disponibilidade elevada no solo e adaptação das espécies a teores dessa magnitude.

Para o Mn, os maiores teores, na FSI, ocorreram nas folhas do extrato arbustivo, que não diferiu do herbáceo. Os menores teores foram verificados na madeira, os galhos vivos e mortos. Teores intermediários ocorreram nas folhas, caule/galhos, cascas e lianas. Na FST, o maior teor de Mn foi encontrado na casca, que não diferiu das folhas, galhos vivos, folhas do arbustivo, herbáceo e lianas. Os menores teores foram constatados na madeira, galhos mortos e caule/galhos do extrato arbustivo (Figura 4).

Segundo Larcher (2000), a necessidade de Mn na maioria das plantas lenhosas situa-se entre 30 a 50 mg kg⁻¹, para que o mesmo desempenhe as suas funções de ativador de enzimas diversas, participante do transporte eletrônico na fotossíntese e ser também formador da clorofila e dos cloroplastos. Apenas as frações madeira e galhos vivos na FSI apresentam baixos teores do nutriente.

Para Boeger *et al.* (2005), os teores de Mn em folhas de espécies nativas da Floresta Ombrófila Densa foram muito variáveis, de 16 a 466 mg kg⁻¹ (média 200,2 mg kg⁻¹) no estágio inicial, de 41 a 867 mg kg⁻¹ (média 285,7 mg kg⁻¹) no está-

gio intermediário e de 27 a 562 mg kg⁻¹ (média 216,8 mg kg⁻¹) no estágio avançado. Esses dados demonstram grande variabilidade dos resultados para esse nutriente.

Mesmo não sendo para a mesma fração em diferentes espécies (como no estudo de BOEGER *et al.*, 2005), mas em diferentes frações de um grupo de espécies, essa grande variação ocorreu no presente estudo, com teores variando, na FSI, de 11,8 mg kg⁻¹ na madeira até 155,4 mg kg⁻¹ nas folhas do extrato arbustivo; e na FST, entre 50 mg kg⁻¹ na fração caule/galhos do extrato arbustivo até 405,9 mg kg⁻¹ na fração casca.

Os teores de Zn, para a FSI, foram superiores nas folhas do extrato arbóreo e arbustivo e inferiores na madeira, galhos vivos, galhos mortos, casca e caule/galhos do extrato arbustivo. Os teores intermediários ocorreram no extrato herbáceo e nas lianas. Na FST, os maiores teores de Zn ocorreram no extrato herbáceo, nas folhas do extrato arbustivo e do arbóreo. O menor teor ocorreu na madeira, que não diferiu dos galhos mortos, casca e caule/galhos do extrato arbustivo. Teores intermediários ocorreram nos galhos vivos e nas lianas. A maioria dos teores de Zn encontrados está dentro do intervalo de necessidades para a planta, o qual é de 10 a 50 mg kg⁻¹ (Figura 5), segundo Larcher (2000) e Golley *et al.* (1978) em estudo de biomassa de florestas tropicais no Panamá.

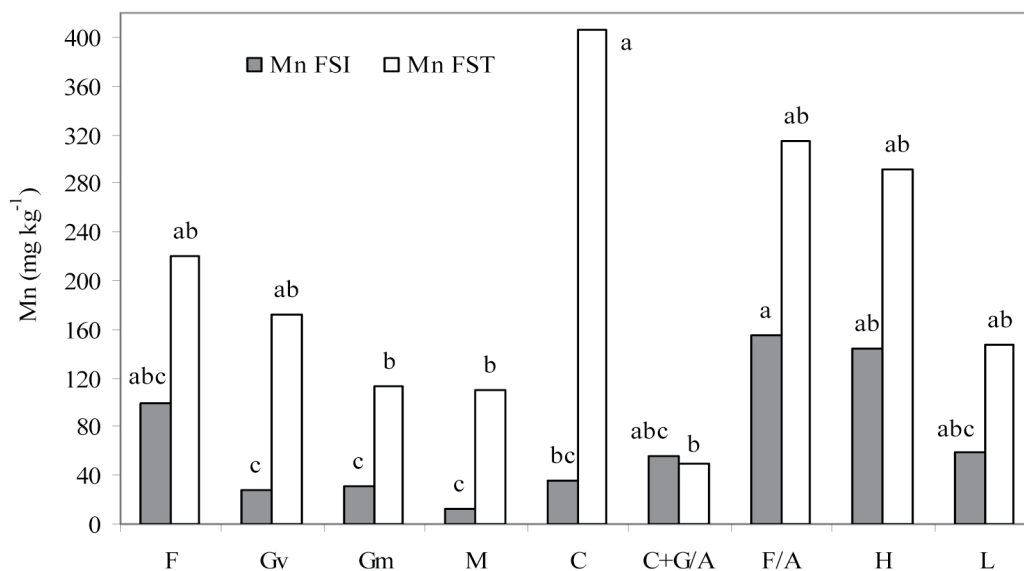


Figura 4. Teores de Manganês nas diferentes frações da floresta secundária inicial (Mn FSI) e floresta secundária tardia (Mn FST). Teores, na mesma fase sucessional, seguidos pela mesma letra minúscula não são significativamente diferentes a $P \leq 0,05$, de acordo com o teste de Duncan. Teores, na mesma fração, entre fases sucessionais, seguidos por letras maiúsculas diferentes, apresentaram diferenças significativas, de acordo com o teste t a $P \leq 0,05$. (F=folhas; Gv=galhos vivos; Gm=galhos mortos; M=madeira; C=casca; C+G/A=caule e galhos do extrato arbustivo; F/A=folhas do extrato arbustivo; H=Herbáceo e L=lianas).

Figure 4. Manganese content in the different fractions of the FSI and FST. Contents, in the same succession phase, followed by the same small letters are not significantly different at $P \leq 0,05$ according to the Duncan test). Contents, in the same fraction, between succession phases, followed by different capital letters, presented significant differences, according to the t test at $P \leq 0,05$. (F=leaves; Gv= live branches; Gm: Dead branches; M=wood; C=bark; M+G/A= stem and branches in the bush stratum; F/A= leaves in the bush stratum; H= herbaceous and L=lianas).

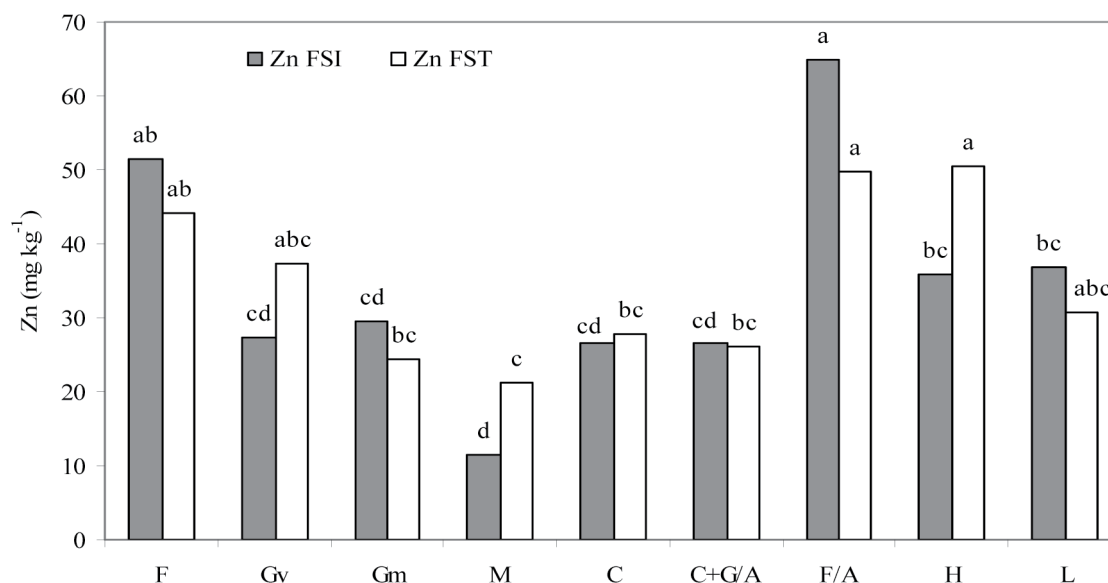


Figura 5. Teores de Zinco nas diferentes frações da floresta secundária inicial (Zn FSI) e floresta secundária tardia (Zn FST). Teores, na mesma fase sucessionais, seguidos pela mesma letra minúscula não são significativamente diferentes a $P \leq 0,05$, de acordo com o teste de Duncan. Teores, na mesma fração, entre fases sucessionais, seguidos por letras maiúsculas diferentes, apresentaram diferenças significativas, de acordo com o teste t a $P \leq 0,05$. (F=folhas; Gv=galhos vivos; Gm=galhos mortos; M=madeira; C=casca; C+G/A=caule e galhos do estrato arbustivo; F/A=folhas do estrato arbustivo; H=Herbáceo e L=lianas).

Figure 5. Zinc content in the different fractions of the FSI and FST. Contents, in the same succession phase, followed by the same small letters are not significantly different at $P \leq 0,05$ according to the Duncan test). Contents, in the same fraction, between succession phases, followed by different capital letters, presented significant differences, according to the t test at $P \leq 0,05$. (F=leaves; Gv= live branches; Gm: Dead branches; M=wood; C=bark; M+G/A= stem and branches in the bush stratum; F/A= leaves in the bush stratum; H= herbaceous and L=lianas).

Quanto aos teores de Zn, nenhum resultado alcançou a faixa considerada tóxica para o crescimento das plantas, que é de 100 a 400 mg kg⁻¹ (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1984) mas foram, na maioria dos casos, superiores aos teores foliares encontrados por Boeger *et al.* (2005).

Comparando-se as duas fases sucessionais entre si e com outros estudos, percebem-se diferenças quanto aos teores dos micronutrientes. Entre a FSI e FST, em frações específicas, como a madeira/galhos do estrato arbustivo, observaram-se diferenças para o teor de boro, superior na FSI.

A Tabela 1 apresenta os teores de micronutrientes encontrados para as diferentes frações da biomassa em uma Floresta Ombrófila Mista Montana, com base nos teores médio, máximo e mínimo, entre as 39 espécies pesquisadas por Caldeira *et al.* (2006). De forma comparativa, os teores de Boro nas frações foliares, encontrados neste estudo (Figura 1), encontram-se na posição intermediária. Na fração madeira, para as duas fases sucessionais, os teores encontrados neste estudo demonstram baixos valores, próximos ao limite mínimo. Nas cascas e galhos (vivos e mortos) os teores de Boro posicionaram-se como intermediários.

Tabela 1. Teores médios, máximos e mínimos de micronutrientes (mg kg⁻¹) na biomassa acima do solo de 39 espécies de uma Floresta Ombrófila Mista Montana. General Carneiro, PR. 2006.

Table 1. Mean, maximum and minimum micronutrient content (mg kg⁻¹) in above ground biomass of 39 species in a mixed Araucaria Forest. General Carneiro, PR. 2006.

Fração	Classe	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Folhas	Médio	46,0	11,8	229,4	676,3	27,9
	Máximo	160,8	24,2	705,7	1460,0	109,0
	Mínimo	12,3	1,8	47,0	58,0	8,5
Madeira	Médio	10,5	3,8	116,1	204,8	27,4
	Máximo	30,4	22,8	481,2	850,0	120,0
	Mínimo	4,6	0,7	18,6	19,0	2,0
Galhos	Médio	18,2	7,3	196,2	449,3	24,7
	Máximo	47,5	19,2	798,0	1492,5	91,4
	Mínimo	5,8	2,3	40,0	40,8	4,3
Casca	Médio	25,4	7,6	208,2	497,6	37,0
	Máximo	70,3	17,6	860,0	1440,0	159,0
	Mínimo	1,8	1,6	28,3	63,7	2,1

OBS: > maior e < menor teor entre as 39 espécies estudadas; Fonte: Adaptado de Caldeira *et al.* (2006).

Os teores de Cu, nas frações foliares (Figura 2), estão entre a metade superior, muitos acima da média em relação aos valores da Tabela 1. Os teores de cobre encontrados na madeira podem ser considerados relativamente baixos, o mesmo ocorrendo para madeira/galhos do estrato arbustivo e para galhos mortos, fato esperado, em função das baixas concentrações nutricionais na madeira. Os teores de Cu nos galhos vivos e casca aproximam-se da média dos valores encontrados na pesquisa exposta na Tabela 1.

O Fe apresentou valores elevados no estrato herbáceo e nas folhas do arbustivo da FST, estando próximos ou acima dos dados médios encontrados para folhas por Caldeira *et al.* (2006). Na FSI, nestas mesmas frações, os teores foram menores, porém elevados. Com base no intervalo das concentrações apresentado na Tabela 1, as frações foliares apresentaram valores intermediários e altos.

Na FSI, a madeira apresentou baixos teores de ferro, mas a FST, apresentou teores de Fe mais elevados na madeira, no intervalo intermediário. Na fração casca, os teores de Fe também podem ser interpretados como intermediários. Para galhos, vivos e mortos, os teores de Fe podem ser considerados como relativamente baixos.

Foram observados que os teores de ferro nos galhos vivos e casca apresentaram-se significativamente superiores na FST, o que pode ser reflexo das características do tipo de solo da área, uma vez que os Cambissolos, segundo Streck *et al.* (2002) podem apresentar altos teores de Fe, o que causa, conseqüentemente, maior absorção por boa parte das espécies vegetais.

Para o Mn, os teores nas frações foliares mostraram-se relativamente baixos em relação aos dados da Tabela 1. Para a madeira e madeira/galhos do estrato arbustivo, os teores apresentaram-se ainda menores, estando a madeira da FSI abaixo do valor mínimo mostrado nessa tabela. Na casca, os teores de Mn apresentam-se maiores na FST, posicionando-se como intermediários, ao contrário da mesma fração na FSI, que mostrou baixos teores. Os galhos, apesar de apresentarem teores mais elevados de Mn na FST, podem ser considerados como baixos, quando comparados ao estudo de Caldeira *et al.* (2006).

Apenas os teores médios de Fe e Mn foram superiores na biomassa da FST, uma vez que, para os demais micronutrientes, os teores médios não diferiram entre as duas fases sucessionais.

Em relação ao Zn, os teores nas frações foliares posicionaram-se como intermediários,

quando comparados com os dados da Tabela 1. Na madeira, os teores podem ser considerados como relativamente baixos. Nas cascas, galhos vivos e também na fração madeira/galhos, pode-se considerar os valores entre intermediários e baixos, para ambas as fases sucessionais.

Em trabalho realizado em bosque pluvial de terras baixas (Colômbia) (JIMENEZ, 1988), destacou que os teores de Fe foram maiores na vegetação associada às árvores, tais como musgos, líquens e lianas, demonstrando certas adaptações ou preferências destas espécies na absorção do elemento. Este autor também observou que os maiores teores de Mn e Fe ocorreram nas folhas e os de Zn nos ramos finos, o que não aconteceu no presente estudo.

Somente o B apresentou maiores teores na fração folhas do estrato arbóreo, como no caso da FSI, resultados já constatados por Caldeira *et al.* (2006). Para os demais micronutrientes analisados, o Cu apresentou os maiores teores no estrato herbáceo, nas duas fases sucessionais, o Fe mostrou-se mais elevado na casca (FSI) e também no estrato herbáceo (FST). Constatou-se maior concentração de Mn nas folhas do estrato arbustivo (FSI) e na casca (FST) e maior concentração de Zn nas folhas do estrato arbustivo (FSI) e no estrato herbáceo (FST).

Pode-se observar, com base nas Figuras 1 a 5, que as espécies componentes do estrato herbáceo, com altura menor que 1,3 m, apresentam, na grande maioria, os maiores teores dos micronutrientes analisados. Estes resultados podem ser decorrentes da diversidade de espécies que ocorrem na área (BRUN, 2004) e de possíveis adaptações ou preferências destas espécies em absorver tais elementos. Este aspecto merece ser melhor pesquisado, em função da diversidade de comportamentos na absorção de micronutrientes, aspecto já ressaltado por Caldeira *et al.* (2006).

Em termos gerais, as frações mais ricas em micronutrientes foram as foliares, uma vez que a maioria destes elementos analisados tem suas funções ligadas à síntese de compostos e à ativação de enzimas, aspectos bastante ligados à fotossíntese. Não é possível a realização de inferências precisas sobre excessos ou carências de nutrientes na biomassa, uma vez que a análise foi realizada ao nível de floresta e não de espécies. Contudo, é amplamente possível conhecer o status da floresta em relação à sua capacidade de armazenar elementos químicos na produção de biomassa.

Quantidade de micronutrientes na biomassa

A Tabela 2 apresenta, em termos de estoques de micronutrientes, as quantidades contidas na biomassa acima do solo das duas fases sucessionais. Comparações sobre a capacidade de cada compartimento da biomassa acima do solo em armazenar nutrientes devem ser cuidadosas, uma vez que as estimativas de biomassa podem ser originadas por diferentes metodologias.

Como exemplo, o estudo de Caldeira *et al.* (2006) encontrou a maioria dos nutrientes armazenados nos galhos, uma vez que o referido autor considerou como tal todo o material lenhoso localizado acima do início da copa viva. Isso causou uma relativa superestimação da biomassa de galhos e uma subestimação da biomassa de troncos, o que pode causar também o mesmo comportamento para a quantidade de nutrientes acumulados, uma vez que geralmente os teores nutricionais da madeira são inferiores aos dos galhos vivos.

Os micronutrientes acumulam-se na biomassa em quantidades relativamente pequenas, de acordo com seus teores. Os maiores estoques de Fe e Mn foram amplamente superiores na FST, uma vez que os teores destes elementos nessa floresta apresentaram-se expressivamente mais elevados que na FSI.

As lianas, galhos vivos e madeira (FSI), madeira, galhos vivos e casca (FST) foram as principais frações no armazenamento de micronutrientes. Na FSI, os galhos vivos, por apresentarem maiores teores, armazenam mais nutrientes do que a madeira, mesmo possuindo uma biomassa menor.

A ordem quantitativa de armazenamento dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) encontrados na biomassa acima do solo da FSI foi: lianas > galhos vivos > madeira > casca > caule/galhos > folhas > herbáceo > folhas do arbustivo. Para a FST, a ordem foi: madeira > galhos vivos > casca > lianas > folhas > herbáceo > galhos mortos > caule/galhos > folhas do arbustivo.

A significativa biomassa de lianas e os consideráveis teores de micronutrientes na mesma colocaram-na como o principal reservatório destes elementos no FSI. Devido aos teores superiores, os galhos vivos também armazenam mais micronutrientes que a madeira.

Quanto aos elementos analisados, a ordem quantitativa de armazenamento dos mesmos na biomassa acima do solo foi: Fe > Mn > Zn > B > Cu, para as duas fases sucessionais.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que:

Tabela 2. Estoque de micronutrientes na biomassa acima do solo das duas fases sucessionais de Floresta Estacional Decidual. Santa Tereza, RS. 2006.

Table 2. Micronutrient stock in above ground biomass in two succession phases of a Seasonal Deciduous Forest. Santa Tereza, RS. 2006.

Fase sucessional	Fração	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		kg ha ⁻¹				
Floresta Secundária Inicial – 35 anos	Folhas	0,151	0,032	0,248	0,295	0,126
	Galhos vivos	0,590	0,175	1,163	0,584	0,576
	Galhos mortos	0,016	0,006	0,080	0,026	0,024
	Madeira	0,345	0,161	1,113	0,601	0,579
	Casca	0,273	0,067	1,626	0,277	0,205
	Mad/galhos	0,078	0,028	0,478	0,197	0,092
	Folhas arbustivo	0,016	0,003	0,050	0,038	0,016
	Herbáceo	0,036	0,014	0,183	0,137	0,034
	Lianas	0,451	0,208	1,532	0,851	0,537
	TOTAL	1,96	0,70	6,47	3,01	2,19
Floresta secundária tardia – 55 anos	Folhas	0,193	0,045	0,724	0,775	0,155
	Galhos vivos	1,158	0,486	5,925	7,677	1,666
	Galhos mortos	0,060	0,020	0,419	0,348	0,074
	Madeira	0,496	0,294	13,462	9,158	1,747
	Casca	0,375	0,094	3,853	4,324	0,296
	Mad/galhos	0,046	0,022	0,314	0,209	0,109
	Folhas arbustivo	0,018	0,005	0,204	0,095	0,015
	Herbáceo	0,037	0,015	0,819	0,220	0,038
	Lianas	0,154	0,107	2,194	1,151	0,240
	TOTAL	2,54	1,09	27,91	23,96	4,34

Para a mesma fração vegetal (folhas, galhos vivos, galhos mortos, madeira, casca, caule/galhos do estrato arbustivo, folhas do estrato arbustivo, herbáceo e lianas) os teores de micronutrientes apresentaram comportamento semelhante entre as duas fases sucessionais;

Nas duas áreas de estudo, as frações mais ricas em Boro são as folhas do estrato arbóreo e arbustivo;

O estrato herbáceo apresenta os maiores teores de cobre nas duas áreas de estudo, e de ferro e zinco na FST.

A casca apresenta os maiores teores de Fe na FSI;

Para o Mn e Zn, os maiores teores foram encontrados nas folhas do estrato arbustivo (FSI). Na FST, o maior teor de Mn ocorre na casca;

O teor médio de Fe e Mn na biomassa acima do solo foi maior na floresta secundária tardia;

Os micronutrientes armazenam-se na biomassa acima do solo na seguinte proporção: lianas > galhos vivos > madeira > casca > caule/galhos > folhas > herbáceo > folhas do arbustivo (floresta secundária inicial) e madeira > galhos vivos > casca > lianas > folhas > herbáceo > galhos mortos > caule/galhos > folhas do arbustivo (floresta secundária tardia);

O ferro é o micronutriente armazenado em maior quantidade na biomassa, sendo seguido pelo manganês, zinco, boro e cobre, nas duas fases sucessionais;

O armazenamento total dos micronutrientes analisados alcançou 14,33 e 59,84 kg ha⁻¹, respectivamente, para floresta secundária inicial e secundária tardia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BRUN, E.J. **Biomassa na Floresta Estacional Decidual de Santa Tereza, RS**. 2004. 152p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2004.

BRUN, E.J. **Dinâmica da deposição de serapilheira em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Tereza, RS**. 2002. 61p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; CORRÊA, R.S.; BRUN, F.G.K.; VACCARO, S. Variação sucessional do acúmulo de biomassa em Floresta Estacional Decidual, Santa Tereza, RS. **Biomassa e Energia**, Viçosa, v.2, n.1, p.47-56, 2005.

CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F.; SOARES, R.V.; VALÉRIO, A.F. Teores de micronutrientes em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana – General Carneiro, PR. **Ambiência**, Guarapuava, v.2, n.1, p.29-50, 2006.

CUNHA, G.C. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul**. 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997

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

DRUMOND, M.A.; BARROS, N.F.; SOUZA, A.L.; SILVA, A.F. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do médio Rio Doce, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.187-99, 1997.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.I.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU, Editora da USP, 1978. 256p.

JIMENEZ, L.V.A.R. **Consideraciones sobre la biomasa, composición química, y dinámica del bosque pluvial tropical de colinas bajas, Bajo Calima, Buenaventura, Colombia**. Bogotá: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, 1988. 36p. (Serie Documentación, n.16).

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soil and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**. Piracicaba: Potafós, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition in higher plants**. London: Academic Press, 1986.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CORAG, 1988. 525p.
- SCHÖNAU, A.P.G. Seasonal changes in foliar nutrient content of *Eucalyptus grandis*. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.32, p.683-685, 1983.
- 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/CEPEF, 1996.
- SEMA - SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 2001. Disponível em: www.sema.rs.gov.br. Acesso em 15 outubro 2006.
- SILVEIRA, R.L.V.A. *et al.* **Exigência nutricional de clones de *Eucalyptus* em relação a boro**. Luís Antonio: Votorantim Celulose e Papel, 2002. 26p. (Relatório de pesquisa).
- STRECK, E.V.; STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2002. 107p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 118p. (Boletim Técnico).
- VACCARO, S.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.1-18, 1999.

Recebido em 25/01/2009
Aceito para publicação em 12/05/2010

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF)

Armando José Storni Santiago (International Paper do Brasil Ltda.) - Presidente

Germano Aguiar Vieira (Masisa Brasil Empreendimentos Florestais Ltda.) - Vice-Presidente

Empresas Associadas Mantenedoras / Partners

- » Arauco Florestal Arapoti S.A.
- » Arborgen Tecnologia Florestal Ltda
- » ArcelorMittal BioEnergia Ltda
- » Caxuana S/A Reflorestamento
- » Celulose Nipo-Brasileira S/A - CENIBRA
- » Consórcio Paulista de Papel e Celulose
- » Copener Florestal Ltda
- » Duratex S/A
- » Eucatex S/A Indústria e Comércio
- » Fibria Celulose S/A
- » Forestal Oriental
- » International Paper do Brasil Ltda
- » Jari Celulose, Papel e Embalagens S.A.
- » Klabin S/A
- » Lwarcel Celulose Ltda
- » Masisa do Brasil Ltda
- » Montes Del Plata S.A.
- » Ramires Reflorestamentos Ltda
- » Rigesa Celulose, Papel e Embalagens Ltda
- » Stora Enso Florestal RS Ltda
- » Suzano Papel e Celulose S.A.
- » Veracel Celulose S/A
- » V&M Florestal Ltda