

pe-ok

DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA E DE NUTRIENTES EM DIFERENTES COBERTURAS FLORESTAIS E PASTAGEM NA REGIÃO DO MÉDIO RIO DOCE-MG¹

Marcos Antônio Drumond², Nairam Félix de Barros³, Agostinho Lopes de Souza⁴ e Alexandre Francisco da Silva⁵

RESUMO - Este trabalho foi desenvolvido na região do Médio Rio Doce, Minas Gerais, com o objetivo de quantificar o estoque de biomassa e de nutrientes nos diferentes componentes da parte aérea e na manta orgânica, em áreas submetidas a diferentes tipos de uso. Foram estudadas sete coberturas vegetais, em solos e topografia similares, como se segue: mata natural Salão Dourado; mata natural Mombaça com 25 anos; povoamentos de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook.) com 8 anos de idade, de braúna (*Melanoxylon brauna* Schott), de angico (*Newtonia contorta* (DC.) A. Burkart) e de angico consorciado com o ipê (*Paratecoma peroba* (Rec.) Kuhl.) (angico x ipê), todos com 24 anos de idade; e pastagem natural, com predominância de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv). A biomassa dos componentes das árvores das espécies em povoamentos puros e consorciados foi distribuída na seguinte ordem decrescente: lenho>casca>galho>folhas; na mata natural de Salão Dourado a ordem foi lenho>galhos>casca>folhas. Com base nas concentrações dos nutrientes nos vários componentes das árvores, verificou-se que não há indicação de que a substituição das matas naturais por plantios puros ou mistos tenha comprometido o *status* nutricional das árvores. Contudo, a concentração de nutrientes na manta orgânica das matas naturais foi significativamente superior à das áreas sob plantios homogêneos. Os teores de N na manta foram mais altos nas áreas sob plantações de árvores do que em áreas de pastagem, excetuando a área sob *E. citriodora*. O conteúdo de nutrientes nos diversos componentes da parte aérea das árvores, dos vários tipos de vegetação, elevou-se com o aumento da biomassa. O capital de nutrientes indica que a substituição da mata natural pela pastagem foi o que levou ao maior empobrecimento do ecossistema em nutrientes, seguido pelo plantio de braúna. Já o plantio consorciado angico-ipê foi o sistema com maior capital de nutrientes.

Palavras-chave: Nutrição florestal, espécies nativas da Mata Atlântica e pastagem.

BIOMASS AND NUTRIENT DISTRIBUTION IN DIFFERENT VEGETATION FOREST AND PASTURE IN RIO DOCE VALLEY, MG

ABSTRACT - The main objective of this study was to evaluate the biomass and nutrient distribution in seven vegetation types in order to anticipate the possibility of loss in productivity as a consequence of substituting the natural Atlantic Forest, by other land uses in the region of Rio Doce Valley, Minas Gerais, Brazil. The vegetation types included in the study were a natural forest representing the Atlantic Forest, a secondary forest, 25 years-old, and plantations of braúna (*Melanoxylon brauna* Schott), angico (*Newtonia contorta* (DC.) A. Burkart), angico+ipê

¹ Recebido para publicação em 11.7.1996.

Aceito para publicação em 21.3.1997.

² Pesquisador da EMBRAPA/CPATSA, Caixa Postal 23, 56300.000 Petrolina-PE; ³ Dep. de Solos da UFV;

⁴ Dep. de Engenharia Florestal da UFV; ⁵ Dep. de Biologia Vegetal da UFV, 36571-000 Viçosa-MG.

(*Paratecoma peroba* (Rec.) Kuhl.), all 24 years-old, *Eucalyptus citriodora* Hook., 8 years-old and natural pasture of *Melinis minutiflora* Pal. de Beauv. Total biomass was lowest in the secondary natural forest but similar among the other forest types. In the planted stands biomass distribution followed the order: stemwood > stembark > branches > leaves, whereas in the natural forests the order was: stemwood > branches > stembark > leaves. Nutrient concentration in the live tree component did not show large variation among forest type, but they were much higher in the forest floor of the natural forests than in the planted stands. Nitrogen concentration was lowest in the pasture litter except for the stand of *E.citriodora*. The nutrient capital of plant-soil (0-60 cm depth) system indicates that the substitution of the natural forest could result in loss of productivity mainly when the land is used for pasture, followed by *brauna*. The mixed plantation of *angico+ipê* was the use which approaches more to the natural forest in terms of nutrient capital.

Key words: forest nutrition, native species natural Atlantic Forest, pasture.

1. INTRODUÇÃO

A determinação do teor de nutrientes nos tecidos das plantas, juntamente com a determinação da biomassa, pode ser usada como indicador dos impactos ambientais potenciais das árvores e da exploração florestal sobre os nutrientes do sítio (MONTAGNINI e SANCHO, 1994), permitindo a adoção de estratégias de manejo que levem à redução da perda de nutrientes.

No Brasil, a maioria dos trabalhos nessa linha tem sido voltada para florestas plantadas, especialmente com espécies do gênero *Eucalyptus* (REIS e BARROS, 1990; REIS et al., 1990), existindo poucas informações sobre florestas naturais.

Em florestas manejadas para produção de madeira, a retirada deste componente é a principal via de exportação de nutrientes. Assim, a quantificação dos nutrientes nos componentes da biomassa de um povoamento permite avaliar a magnitude dos reflexos que seriam causados por intervenção antrópica ou por fenômenos naturais ocorridos no ecossistema.

Numa floresta, a manta orgânica e os resíduos da exploração constituem a principal forma de transferência ou retorno de elementos minerais da vegetação para o solo. Assim, a manutenção da produtividade florestal dependerá da proporção entre os nutrientes exportados e os que

permanecem no sistema, nas formas orgânicas e mineral.

O declínio da fertilidade do solo e a perda de nutrientes do sistema podem representar grande limitação na silvicultura de produção sustentada nas regiões tropicais. A fertilidade pode ser diminuída pela remoção excessiva de biomassa viva, particularmente se as copas das árvores forem também removidas na colheita ou na preparação do sítio (Perry e Maghembe, 1989, citados por MONTAGNINI e SANCHO, 1994).

Assim, tendo-se um ecossistema referencial, por exemplo na mata natural preservada, a sua comparação com outros sistemas de uso da terra pode fornecer indicadores de degradação ambiental ou de perda de capacidade produtiva.

As folhas e os galhos finos são os principais componentes da manta orgânica ou dos resíduos florestais que permanecem na área, sendo, portanto, os maiores influenciadores da fertilidade da camada superficial do solo.

FERREIRA (1984) verificou que mais de 80% do P e N contidos na manta de um povoamento de *Eucalyptus grandis* foram provenientes das folhas. A velocidade com que os nutrientes retornam ao solo ou são reabsorvidos pelas plantas depende de vários fatores, dentre eles a origem do material. Comparando a produção de biomassa da manta entre diferentes tipos de vegetação, FONSECA et al. (1993a) verificaram

que a menor quantidade de manta orgânica nas áreas de mata natural, em relação aos povoaamentos de *E. citriodora*, provavelmente seria decorrente da sua menor relação C/N, que acarreta maior velocidade de decomposição.

Este trabalho teve como objetivo quantificar o estoque de biomassa e de nutrientes nos diversos componentes de diferentes tipos de coberturas vegetais, para avaliar sua eventual perda da capacidade produtiva em relação a um ecossistema de Mata Atlântica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na região do Médio Rio Doce, Minas Gerais, em área situada entre as coordenadas geográficas de 19°48'18" e 19°29'24" latitude sul e 42°38'30" e 42°28'18" longitude oeste. O clima é do tipo subtropical úmido (GOLFARI, 1975). A precipitação média anual varia de 1.100 a 1.400 mm, com as estações chuvosa e seca bem definidas, sendo dezembro o mês de maior precipitação (235 mm) e agosto o de menor (9 mm). A temperatura média anual é de 21,9°C. A evapotranspiração potencial anual varia entre 950 e 1.200 mm.

A vegetação natural da região do Vale do Rio Doce é predominantemente composta por uma formação tropical, denominada floresta estacional

semidecidual submontana ou floresta tropical subcaducifolia (IBGE, 1993).

Os solos da região são predominantemente Latossolos e Podzólicos, com relevo forte ondulado e plano, com a altitude variando de 230 a 515 m.

2.1. Seleção das Áreas de Estudo

Foram selecionadas sete áreas, com diferentes coberturas vegetais, em solos e topografia similares, como se segue: mata natural Salão Dourado, 27 anos após sofrer danos parciais por uma queimada; mata natural Mombaça, 25 anos após corte raso; povoamento de *Eucalyptus citriodora* Hook., com 8 anos de idade (eucalipto); povoamento de braúna (*Melanoxylon brauna* Schott), com 24 anos de idade; povoamento de angico (*Newtonia contorta* (DC.) A. Burkart), plantio puro, com 24 anos de idade; povoamento de angico consorciado com o ipê (*Paratecoma peroba* (Rec.) Kuhlmann) (angico x ipê), com 24 anos de idade (Quadro 1); e pastagem natural com predominância de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv.). No Quadro 1, são apresentadas as características silviculturais e dendrométricas das diferentes tipologias florestais amostradas.

Quadro 1 - Características silviculturais e dendrométricas dos povoamentos florestais estudados na região do Médio Rio Doce, em Minas Gerais

Table 1 - Forest population media agroforestry and dendrometric characteristics studied at Médio Rio Doce region, Minas Gerais

Tipo de Vegetação	Idade (anos)	Espaç. (m x m)	Dens. (ind./ha)	DAP (cm)	Altura (m)	Vol. (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/a)
Mata Salão Dourado	*27	natural	1690	11,7	8,5	381,8	14,1
Mata Mombaça	**25	natural	1247	10,9	9,6	205,3	8,2
Eucalipto	8	3 x 2	1283	13,2	18,4	321,6	40,2
Braúna	24	2 x 2	1117	13,3	13,2	147,3	6,1
Angico	24	2 x 2	1017	18,0	17,8	399,3	16,6
Angico x Ipê - Angico	24	2 x 2	427	20,0	16,4	214,6	8,9
- Ipê	24	2 x 2	1523	10,0	8,2	119,8	5,0
- Ang. + Ipê	24	2 x 2	1950	10,1	12,0	334,4	13,9

* Número de anos em que a mata sofreu alguns danos causados pelo fogo.

** Número de anos em que a mata foi explorada (corte raso).

Espaç.= espaçamento; Dens.= densidade; DAP= diâmetro à altura do peito de árvores com diâmetro ≥ 5 cm; Vol.= volume total; IMA=incremento médio anual; e Ang. x Ipê = plantio misto de angico e ipê.

2.2. Amostragem de Campo

A avaliação e a amostragem da biomassa foram realizadas nos meses de junho, julho e agosto de 1994, em dez e três parcelas de 1.000 m², nas áreas da mata Salão Dourado e Mombaça, respectivamente, e em três parcelas de 600 m², nas demais áreas. Em cada parcela de amostragem da vegetação foram coletadas cinco amostras simples de manta orgânica, formando uma amostra composta. Coletaram-se, ainda, amostras de solo, em pequenas trincheiras, das camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade.

2.3. Determinação da Concentração dos Nutrientes

Para determinação da concentração de nutrientes nos diferentes componentes (lenho, casca, galho e folhas) das árvores da mata natural, foram coletadas amostras de folhas e galhos da parte intermediária da copa de árvores médias, das dez espécies de maior índice de valor de importância em cada parcela. A amostragem do lenho e da casca foi feita à altura de 1,30 m do solo, utilizando um trado. Nas áreas com povoamentos florestais implantados, a estimativa da biomassa foi feita com base na árvore média de cada parcela (REUNIÃO..., 1993). Após pesagem de cada componente, foram coletadas amostras para determinação dos teores de N (método de Kjeldahl), P, K, Ca e Mg, em extrato nítrico-perclórico (JONES JÚNIOR et al., 1991).

2.4. Determinação da Biomassa

Para determinação da biomassa seca da cobertura das matas naturais, foram considerados o volume das árvores (DRUMOND, 1996) e os valores médios de densidade, 0,54 kg/m³ para lenho e 0,45 kg/m³ para casca, de espécies da Mata Atlântica (CLEVELARIO JÚNIOR, 1996). Para galhos e folhas utilizaram-se valores médios, obtidos das espécies nativas plantadas e utilizadas neste estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Característica Química do Solo

De maneira geral, os solos sob as coberturas analisadas possuem elevada acidez e baixa fertilidade natural (Quadro 2) (COMISSÃO..., 1989), o que é um fato comum para os solos da região, especialmente os de encostas (SANTANA, 1986; TEIXEIRA et al., 1989).

No que tange aos teores dos nutrientes minerais, as diferenças observadas na camada de 0-20 cm, entre coberturas, parecem ser mais decorrentes de absorção diferencial de nutrientes, nas diversas tipologias (Quadro 2). Ressalta-se, aqui, o maior teor de matéria orgânica na camada de 0-20 cm do solo sob a mata Salão Dourado, que seria a referência do ambiente menos alterado pelo homem.

Nas análises realizadas, não foi detectado magnésio nas amostras dos solos sob pasto e braúna, nas três profundidades amostradas, e na mata Mombaça, na camada de 40-60 cm de profundidade. Destacam-se apenas as altas concentrações encontradas nos solos sob plantio consorciado de angico x ipê, até 60 cm de profundidade. Os teores 0,27 cmol_c/dm³, na camada de 0-20 cm, e 0,23 cmol_c/dm³, na camada de 20-40 cm de profundidade, foram significativamente superiores, cerca de três vezes mais a concentração, em comparação com a área com plantio puro de angico.

3.2. Biomassa dos Componentes Arbóreos Acima do Solo

A produção de biomassa total foi elevada nos diferentes tipos de vegetação, sendo mais baixa na mata de regeneração natural Mombaça (Quadro 3).

A distribuição da biomassa nos componentes das árvores das espécies em povoamentos puros e consorciados foi semelhante, decrescendo do lenho para as folhas (Quadro 3). No consórcio angico x ipê, o maior crescimento do angico em relação ao ipê permitiu o acúmulo porcentual de maior biomassa de galhos do que no povoamento puro de

angico, em virtude da menor competição entre indivíduos. Tal fato, associado ao maior crescimento de galhos do ipê, levou a uma alocação relativa de biomassa na copa, semelhante à das matas naturais. Essa supremacia é também refletida no volume de cada espécie, visto que as árvores de angico em plantio puro apresentaram, individualmente, em média, 0,39 m³/ha, enquanto em plantio misto com ipê apresentaram 0,50 m³/ha, o que representa uma diferença de 28% (Quadro 1).

Na mata natural de Salão Dourado, a ordem foi lenho > galhos > casca > folhas, enquanto nas árvores da mata natural de Mombaça a biomassa de folhas foi proporcionalmente maior (3,8%) que a de casca (1,7%) (Quadro 3). Essa maior proporção de folhas na mata Mombaça deve estar relacionada com sua menor idade e menor diversidade de espécies, aliadas ao menor número de indivíduos (1247 ind./ha) (Quadro 1), em comparação à mata Salão Dourado.

Quadro 2 - Características químicas dos solos, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, sob diferentes coberturas vegetais, na região do Médio Rio Doce, em Minas Gerais

Table 2 - Soils chemical characteristics, 0-20, 20-40 and 40-60 cm deep, under different vegetal coverages, in Médio Rio Doce region, Minas Gerais

Cobertura Vegeta;	pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTCe	CTCt	V	m	MO
		---- mg/dm ³ ----		----- cmol/dm ³ -----							----- % -----		dag/kg
0 - 20 cm de profundidade													
Mata S. Dourado	3,9 D	2,30 A	33,9 A	1,20 B	0,19 B	0,19 B	7,83 A	0,37 B	1,57 B	8,20 A	4,90 B	76,40 B	4,94 A
Mata Mombaça	3,9 D	2,50 A	27,0 B	1,10 B	0,13 B	0,10 C	5,60 B	0,26 B	1,36 B	5,86 B	4,57 B	80,93 B	3,12 B
Eucalipto	4,4 A	1,37 C	27,0 B	0,83 B	0,37 A	0,17 B	6,40 B	0,58 A	1,41 B	6,98 B	8,27 A	59,23 C	3,50 B
Braúna	4,1 C	1,73 B	11,0 C	1,30 B	0,10 B	0,00 D	8,40 A	0,12 C	1,42 B	8,52 A	1,43 C	91,23 A	2,78 B
Angico	4,0 D	2,10 A	26,7 B	1,10 B	0,13 B	0,10 C	6,40 B	0,26 B	1,36 B	6,66 B	3,97 B	80,97 B	3,08 B
Angico/Ipê	4,2 B	2,43 A	37,0 A	2,83 A	0,20 B	0,27 A	6,20 B	0,53 A	3,36 A	6,73 B	7,67 A	73,20 B	2,99 B
Pastagem	4,1 C	1,87 B	24,0 B	1,37 B	0,13 B	0,00 D	7,20 A	0,19 C	1,56 B	7,39 B	2,80 C	87,63 A	3,82 B
20 - 40 cm de profundidade													
Mata S. Dourado	4,0 B	1,34 A	19,8 B	0,96 C	0,21 A	0,09 B	6,24 A	0,37 A	1,33 B	6,61 A	5,97 A	71,44 C	3,01 A
Mata Mombaça	4,1 B	1,43 A	12,7 B	0,83 C	0,10 B	0,10 B	5,30 B	0,16 B	1,00 D	5,46 B	3,37 C	83,00 B	2,25 B
Eucalipto	4,4 A	0,73 A	14,3 B	0,73 C	0,27 A	0,10 B	5,50 B	0,36 A	1,10 D	5,86 B	6,27 A	66,73 C	2,75 A
Braúna	4,2 B	1,07 A	7,7 B	1,10 B	0,10 B	0,00 C	7,50 A	0,12 B	1,22 C	7,62 A	1,50 C	90,43 A	2,23 B
Angico	4,1 B	1,23 A	15,0 B	0,80 C	0,13 B	0,07 B	4,70 B	0,22 B	1,02 D	4,92 B	4,40 B	78,73 B	2,08 B
Angico/Ipê	4,3 A	1,63 A	30,7 A	0,77 C	0,17 B	0,23 A	5,50 B	0,40 A	1,17 C	5,90 B	6,73 A	66,13 C	3,12 A
Pastagem	4,0 B	1,13 A	15,3 B	1,37 A	0,10 B	0,00 C	6,70 A	0,14 B	1,50 A	6,84 A	2,03 C	90,67 A	3,17 A
40 - 60 cm de profundidade													
Mata S. Dourado	4,2 B	0,24 A	8,6 A	0,59 C	0,18 A	0,06 A	4,74 B	0,27 A	0,86 B	5,01 B	5,66 A	68,38 C	na*
Mata Mombaça	4,2 B	1,00 A	6,7 B	0,70 C	0,13 B	0,00 B	4,40 B	0,15 B	0,85 B	4,55 B	3,80 A	82,63 A	na
Eucalipto	4,4 A	0,63 A	12,7A	0,77 C	0,17 A	0,07 A	5,30 A	0,24 A	1,00 B	5,47 A	4,30 A	76,83 B	na
Braúna	4,4 A	0,67 A	6,3 B	0,97 B	0,10 B	0,00 B	5,43 A	0,11 B	1,08 B	5,53 A	2,10 B	89,17 A	na
Angico	4,3 A	0,60 A	4,3 B	0,70 C	0,10 B	0,03 B	3,90 B	0,13 B	0,83 B	4,03 B	3,33 B	84,30 A	na
Angico/Ipê	4,3 A	0,93 A	8,7 A	0,77 C	0,13 B	0,10 A	4,90 B	0,24 A	1,01 B	5,14 B	4,60 A	76,20 B	na
Pastagem	4,0 C	0,77 A	11,0 A	1,23 A	0,10 B	0,00 B	6,20 A	0,12 B	1,36 A	6,32 A	2,00 B	90,73 A	na

* Não-analisado.

- Em cada profundidade, os valores seguidos de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 3 - Biomassa seca e sua distribuição porcentual (entre parênteses) de componentes das árvores das diferentes coberturas vegetais, na região do Médio Rio Doce, em Minas Gerais

Table 3 - Dry biomass and its percent (between parentheses) distribution of trees components different vegetal coverages, in Médio Rio Doce region, Minas Gerais

Tipo de Cobertura		Folha	Galho	Copa	Lenho	Casca	Tronco	T + C
		t/ha						
Mata Salão Dourado		4,0 a	14,3 a	18,3 a	86,8 a	6,5 c	93,3 a	112,0 a
%		(3,5)	(12,8)	(16,4)	(77,8)	(5,8)	(83,6)	(100,0)
Mata Mombaça		2,2 a	7,7 b	9,9 b	46,6 a	1,0 d	47,6 b	57,5 b
%		(3,8)	(13,4)	(17,2)	(81,0)	(1,7)	(82,7)	(100,0)
Eucalipto		2,4 b	4,8 b	7,2 b	82,8 a	16,5 a	99,3 a	107,0 a
%		(2,2)	(4,5)	(6,7)	(77,7)	(15,5)	(93,2)	(100,0)
Braúna		2,0 b	8,7 b	10,8 b	84,5 a	11,5 b	96,0 a	107,0 a
%		(1,9)	(8,2)	(10,1)	(79,1)	(10,8)	(89,9)	(100,0)
Angico		1,4 b	4,2 b	5,6 b	106,0 a	10,2 b	116,0 a	122,0 a
%		(1,1)	(3,5)	(4,6)	(87,0)	(8,4)	(95,4)	(100,0)
Ang. x Ipê	Angico (misto)	1,8	4,2	6,0	69,7	6,2	75,9	81,9
(misto)	%	(2,2)	(5,1)	(7,3)	(85,1)	(7,3)	(92,7)	(100,0)
	Ipê (misto)	0,8	2,6	3,4	13,6	4,2	17,7	21,1
	%	(3,9)	(12,2)	(16,1)	(64,3)	(19,7)	(83,9)	(100,0)
	Ang. + Ipê	2,6 b	6,8 b	9,4 b	83,3 a	10,4 b	93,6 a	103,0 a
	%	(2,5)	(6,5)	(9,1)	(80,8)	(10,1)	(90,9)	(100,0)

Na coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

T + C = tronco + copa.

A maior produção de biomassa dos povoa-mentos plantados, puros e mistos, em relação à mata de regeneração natural (Mombaça), demonstra o efeito do manejo florestal (espaça-mento uniforme, preparo da área, capinas etc.) no direcionamento de alocação de biomassa. Ao admitir que a capacidade de produção biológica dessas áreas seja igual, infere-se que pratica-mente metade da biomassa da mata Mombaça foi alocada na vegetação de sub-bosque.

É interessante ressaltar a alta produção de biomassa do plantio braúna (107,0 t/ha) (Quadro 3) em relação ao volume (147,3 m³/ha) produzido (Quadro 1), em comparação às demais coberturas vegetais, especialmente para plantas de ipê (21,1 t/ha) (Quadro 3) de biomassa e 119,8 m³/ha de volume (Quadro 1). Essa relação pode ser explicada pela elevada densidade da madeira da braúna.

3.3. Concentrações Médias dos Nutrientes nos Componentes Arbóreos

Assumindo que a mata Salão Dourado é onde há maior conservação dos nutrientes no sistema, verifica-se que a concentração de nutrientes é consistentemente mais elevada em comparação às outras coberturas, somente no lenho das plantas dessa tipologia. Para os demais componentes das árvores, há diferenças nas concentrações dos vários nutrientes, com o maior ou menor valor variando com a tipologia (Quadro 4). Tal fato parece ser o reflexo da exigência diferencial das espécies que compõem cada tipologia. Nesse sentido, por exemplo, a concentração do potássio é mais elevada nas folhas do eucalipto, enquanto a de cálcio ocorre no consórcio angico-ipê, aparente-mente, em razão da maior ciclagem deste nu-triente pelo ipê. Outra situação digna de registro é

a menor concentração de todos os nutrientes, exceto nitrogênio, nas folhas da braúna.

Os resultados do Quadro 4 revelam que as folhas, de maneira geral, apresentaram as maiores concentrações para todos os nutrientes, exceto o cálcio, que apresentou maior concentração nas cascas das árvores de todos os tratamentos, à exceção do ipê misto (8,80 g/kg).

A elevada concentração de nutrientes nas folhas torna este componente um grande reservatório, embora represente um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores, na qual, segundo KRAMER e KOZLOWSKI (1979), se encontra a maioria das células vivas, que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes, em função dos processos de transpiração e fotossíntese.

Com base nas concentrações dos nutrientes nos vários componentes das árvores, não há indicação consistente de que a substituição das matas naturais por plantios puros ou mistos tenha comprometido o *status* nutricional das árvores. O menor teor de N, Ca e Mg no eucalipto e o maior teor de K, Ca e Mg na braúna sugerem refletir mais a baixa exigência nutricional dessas espécies do que a exaustão do solo.

3.4. Conteúdo e Alocação de Nutrientes dos Povoamentos Florestais

O conteúdo de nutrientes nos diversos componentes da parte aérea das árvores, nos vários tipos de vegetação, elevou-se com o aumento da biomassa (Quadro 5).

Na biomassa total das florestas naturais, o nitrogênio foi o nutriente que mais se acumulou, seguido de cálcio, potássio, magnésio e fósforo (Quadro 5). Esta sequência foi também observada por GOLLEY et al. (1978), em floresta tropical úmida. Nas florestas implantadas, as árvores também acumularam na mesma ordem.

Neste trabalho as árvores dos diferentes tipos de vegetação apresentaram, em média, 80,6% da sua biomassa alocada no lenho e acumularam, em média, 47,3% de N, 36% de P, 40,6% de K,

32,4% de Ca e 29,9% de Mg. Em caso de exploração, sugere-se que apenas o lenho deveria ser retirado das áreas, com os resíduos deixados (folhas, galhos e casca) no local explorado, para que eles possam garantir uma parcial reposição dos nutrientes.

O cálcio foi o nutriente, em porcentagem, mais acumulado na casca das árvores das florestas plantadas em relação às florestas naturais (Quadro 5). Este fato se deve, principalmente, ao grande acúmulo de biomassa na casca das árvores, especialmente na floresta de eucalipto, que alocam, em termos percentuais, mais de quatro vezes a biomassa neste componente em relação às árvores das florestas naturais. Este fato reforça a sugestão de se efetuar o descascamento do eucalipto na área explorada.

3.5. Biomassa e Conteúdo de Nutrientes na Manta Orgânica Sob os Diferentes Tipos de Vegetação

Os eucaliptos em plantios homogêneos, em geral, descartam folhas e galhos naturalmente, com maior intensidade que as outras espécies, o que justifica o maior acúmulo de manta orgânica no povoamento de eucalipto (Quadro 6), possivelmente pela lenta decomposição das folhas dessa espécie (*E. citriodora*), estando coerente com as observações feitas por MONTAGNINI e SANCHO (1994), de que o acúmulo de biomassa e nutrientes no piso da floresta foi maior nas áreas sob *Vochysia ferruginea*, cuja espécie se desbasta naturalmente.

A quantidade de manta orgânica no povoamento de eucalipto superou a das demais áreas, porém as matas Salão Dourado e Mombaca acumularam mais nutrientes na manta do que florestas equiâneas, excetuando-se os conteúdos de potássio e de cálcio no povoamento de eucalipto. Destacam-se, ainda, os baixos conteúdos de P, K, Ca e Mg apresentados nas áreas sob braúna, a exemplo do que aconteceu nos componentes das árvores, e, ainda, o baixo conteúdo de nitrogênio no povoamento de eucalipto (Quadro 6).

Quadro 4 - Concentrações médias de nutrientes em folhas, galhos, casca, lenho e manta das diferentes coberturas vegetais, na região do Médio Rio Doce, Minas Gerais

Table 4 - Average nutrients concentration in leaves branches bark, log and cloak of different vegetal coverage in Médio Rio Doce region, Minas Gerais

Cobertura Vegetal/ Componente	N	P	K	Ca	Mg
 g/kg				
Folha					
Mata S. Dourado	24,44 A	0,94 B	6,67 C	7,61 B	2,16 B
Mata Mombaça	25,28 A	0,82 C	9,19 B	5,34 C	2,26 B
Eucalipto	18,74 B	1,05 A	12,08 A	4,51 C	1,29 C
Braúna	21,15 B	0,72 C	5,42 C	1,03 D	0,71 D
Angico puro	28,73 A	0,91 B	6,46 C	6,56 C	2,29 B
Angico misto (AxI)	27,27 A	0,83 C	4,80 C	10,07 A	2,23 B
Ipê misto (AxI)	28,07 A	1,03 B	10,00 B	10,87 A	3,60 A
Galho					
Mata S. Dourado	15,47 A	0,60 B	3,71 C	10,30 A	1,24 B
Mata Mombaça	11,59 A	0,64 B	3,02 C	5,69 B	1,51 A
Eucalipto	4,42 B	0,65 B	3,36 C	5,94 B	0,82 C
Braúna	10,57 A	0,54 B	1,47 D	1,91 C	0,38 D
Angico puro	11,81 A	0,62 B	3,02 C	5,96 B	1,23 B
Angico misto (AxI)	11,07 A	1,17 A	4,00 C	10,93 A	1,70 A
Ipê misto (AxI)	10,83 A	0,63 B	6,67 A	6,63 B	0,70 C
Casca					
Mata S. Dourado	17,61 C	0,40 B	2,95 B	12,22 A	0,88 B
Mata Mombaça	14,18 D	0,28 C	2,46 B	7,75 B	0,81 B
Eucalipto	2,34 E	0,31 C	4,29 A	6,84 B	1,67 A
Braúna	15,27 D	0,29 C	1,91 B	7,04 B	0,72 B
Angico puro	22,98 A	0,44 B	3,92 A	10,92 A	1,54 A
Angico misto (AxI)	20,10 B	0,90 A	5,63 A	13,20 A	1,63 A
Ipê misto (AxI)	23,17 A	0,27 C	4,80 A	8,80 B	0,67 B
Lenho					
Mata S. Dourado	5,01 A	0,22 A	1,09 A	2,24 A	0,47 A
Mata Mombaça	4,29 A	0,10 B	0,91 B	1,02 B	0,34 B
Eucalipto	1,39 B	0,05 B	0,50 C	0,58 B	0,09 D
Braúna	2,80 B	0,04 B	0,29 D	0,05 C	0,05 D
Angico puro	2,40 B	0,05 B	0,74 B	0,86 B	0,16 C
Angico misto (AxI)	2,67 B	0,10 B	0,60 C	2,00 A	0,17 C
Ipê misto (AxI)	3,27 B	0,10 B	0,40 D	0,73 B	0,20 C
Manta					
Mata S. Dourado	14,22 A	0,46 A	0,84 B	8,84 A	1,20 B
Mata Mombaça	14,88 A	0,39 B	0,84 B	8,75 A	1,66 A
Eucalipto	6,06 C	0,21 D	1,63 A	7,18 B	0,82 C
Braúna	12,63 A	0,28 C	0,54 B	2,37 C	0,83 C
Angico puro	15,70 A	0,32 C	0,48 B	8,82 A	1,29 B
Angico x Ipê	12,99 A	0,36 B	0,68 B	10,61 A	1,22 B
Pastagem	8,87 B	0,62 A	6,88 A	2,85 C	1,25 B

*Em cada componente, as médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Quadro 5 - Biomassa seca (t/ha) e conteúdo de nutrientes (kg/ha) das diferentes tipologias florestais e suas respectivas porcentagens (entre parênteses) em relação à biomassa total

Table 5 - Dry biomass (t/ha) and nutrients content (kg/ha) of different forest typology and their respective percentuals, (between parenthesis) concerning total biomass

Tecido Arbóreo	Bseca t/ha	N	P	K	Ca	Mg
..... kg/ha						
Mata Salão Dourado						
Folha	4,0 (3,5)	97,8 (11,3)	3,8 (11,1)	26,7 (13,8)	30,4 (6,7)	8,6 (11,9)
Galho	14,3 (12,8)	221,2 (25,5)	8,6 (25,2)	53,1 (27,4)	147,3 (32,6)	17,7 (24,3)
Copa	18,3 (16,4)	319,0 (36,7)	12,3 (36,2)	79,7 (41,2)	177,7 (39,3)	26,4 (36,2)
Lenho	86,8 (77,8)	434,9 (50,1)	19,1 (56,2)	94,6 (48,9)	194,4 (43,1)	40,8 (56,0)
Casca	6,5 (5,8)	114,5 (13,2)	2,6 (7,6)	19,2 (9,9)	79,4 (17,6)	5,7 (7,8)
Tronco	93,3 (83,6)	549,3 (63,3)	21,7 (63,8)	113,8 (58,8)	273,9 (60,7)	46,5 (63,8)
T + C	111,6 (100,0)	868,3 (100,0)	34,0 (100,0)	193,5 (100,0)	451,6 (100,0)	72,9 (100,0)
Mata Mombaça						
Folha	2,2 (3,8)	55,6 (15,5)	1,8 (15,4)	20,2 (22,9)	11,8 (10,6)	5,0 (14,9)
Galho	7,7 (13,4)	89,2 (24,9)	4,9 (42,1)	23,3 (26,3)	43,8 (39,5)	11,6 (34,9)
Copa	9,9 (17,2)	144,9 (40,4)	6,7 (57,5)	43,5 (49,2)	55,6 (50,1)	16,6 (49,8)
Lenho	46,6 (81,1)	199,9 (55,7)	4,7 (40,0)	42,4 (48,0)	47,5 (42,9)	5,8 (7,6)
Casca	1,0 (1,7)	14,2 (3,9)	0,3 (2,5)	2,5 (2,8)	7,8 (7,0)	0,8 (42,4)
Tronco	47,6 (82,8)	214,1 (59,6)	4,9 (42,5)	44,9 (50,8)	55,3 (49,9)	16,7 (50,2)
T + C	57,5 (100,0)	359,0 (100,0)	11,7 (100,0)	88,3 (100,0)	110,8 (100,0)	33,3 (100,0)
Eucalipto						
Folha	2,4 (2,3)	44,9 (20,4)	2,5 (17,2)	29,0 (18,4)	10,8 (5,4)	3,1 (7,3)
Galho	4,8 (4,5)	21,3 (9,7)	3,1 (21,4)	16,2 (10,3)	28,6 (14,3)	3,9 (9,2)
Copa	7,2 (6,8)	66,2 (30,1)	5,7 (38,6)	45,1 (28,7)	39,4 (19,7)	7,0 (16,5)
Lenho	82,8 (77,7)	114,9 (52,3)	3,8 (26,2)	41,4 (26,3)	48,0 (23,9)	7,7 (18,2)
Casca	16,5 (15,5)	38,7 (17,6)	5,1 (35,2)	71,0 (45,1)	113,1 (56,6)	6,9 (38,7)
Tronco	99,3 (93,2)	153,5 (69,9)	8,9 (61,4)	112,4 (71,4)	161,1 (80,3)	35,3 (83,5)
T + C	106,5 (100,0)	219,8 (100,0)	14,5 (100,0)	157,5 (100,0)	200,5 (100,0)	42,3 (100,0)
Braúna						
Folha	2,0 (1,9)	43,2 (7,9)	1,5 (11,2)	11,1 (15,7)	2,1 (2,0)	1,5 (8,6)
Galho	8,7 (8,2)	92,3 (16,8)	4,7 (35,1)	12,8 (18,1)	16,7 (16,0)	3,3 (19,0)
Copa	10,8 (10,1)	135,5 (24,7)	6,2 (46,3)	23,9 (33,8)	18,8 (18,0)	4,7 (27,6)
Lenho	84,5 (79,1)	235,9 (43,0)	3,8 (28,4)	24,6 (35,0)	4,2 (4,0)	4,3 (24,7)
Casca	11,5 (10,8)	176,3 (32,2)	3,4 (25,3)	22,0 (31,2)	81,3 (78,0)	8,3 (47,7)
Tronco	96,0 (89,9)	412,2 (75,3)	7,1 (53,7)	46,7 (66,2)	85,5 (82,0)	12,7 (72,4)
T + C	106,8 (100,0)	547,7 (100,0)	13,3 (100,0)	70,5 (100,0)	104,3 (100,0)	17,4 (100,0)
Angico (plantio puro)						
Folha	1,4 (1,1)	40,1 (7,0)	1,3 (9,7)	9,0 (6,5)	9,2 (3,9)	3,2 (8,0)
Galho	4,2 (3,5)	49,0 (8,5)	2,2 (16,4)	12,5 (9,0)	24,8 (10,4)	5,1 (12,7)
Copa	5,6 (4,6)	89,2 (15,5)	3,5 (26,1)	21,6 (15,5)	33,9 (14,3)	8,3 (20,7)
Lenho	105,8 (87,0)	254,1 (44,0)	5,4 (40,3)	77,6 (55,8)	91,5 (38,7)	16,3 (40,5)
Casca	10,2 (8,4)	233,9 (40,5)	4,5 (33,6)	39,9 (28,7)	111,1 (47,0)	15,6 (38,8)
Tronco	116,0 (95,4)	488,1 (84,5)	9,9 (73,9)	117,5 (84,5)	202,6 (85,7)	31,9 (79,3)
T + C	121,6 (100,0)	577,2 (100,0)	13,4 (100,0)	139,0 (100,0)	236,5 (100,0)	40,2 (100,0)
Angico x Ipê (plantio misto)						
Folha	2,6 (2,5)	72,4 (12,1)	2,5 (12,5)	19,4 (11,3)	27,4 (7,6)	7,6 (18,0)
Galho	6,7 (6,5)	73,8 (12,2)	6,1 (30,5)	35,9 (22,4)	59,2 (17,6)	8,1 (19,2)
Copa	9,4 (9,1)	146,3 (24,5)	8,6 (43,0)	55,3 (33,7)	86,6 (25,2)	15,7 (37,2)
Lenho	83,3 (80,8)	246,1 (38,5)	5,6 (28,0)	40,2 (29,7)	112,7 (41,6)	14,7 (34,8)
Casca	10,4 (10,1)	224,3 (37,0)	5,8 (29,0)	54,0 (36,6)	113,9 (33,2)	11,8 (28,0)
Tronco	93,6 (90,9)	470,4 (75,5)	11,4 (57,0)	94,2 (66,3)	226,6 (74,8)	26,5 (62,8)
T + C	103,0 (100,0)	616,7 (100,0)	20,0 (100,0)	149,5 (100,0)	313,2 (100,0)	42,2 (100,0)

OBS: 64% da biomassa da copa e 81% do tronco são detidos pelas árvores de angico.

Bseca = biomassa seca, T = tronco e C = copa.

Quadro 6 - Peso seco da manta orgânica (t/ha) e conteúdo de nutrientes (kg/ha) das áreas sob diferentes coberturas vegetais

Table 6 - Organic cloak dry weight (t/ha) and nutrient (kg/ha) of areas under different vegetal coverages

Cobertura Vegetal	Manta (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg
		kg/ha				
Mata S. Dourado	13,7 A	194,6 A	6,3 A	11,5 C	121,0 A	16,5 B
Mata Mombaça	11,8 B	175,1 A	4,6 B	9,9 C	103,0 A	19,6 A
Eucalipto	14,8 A	89,9 B	3,1 C	24,2 B	106,4 A	12,1 C
Braúna	9,4 C	118,4 B	2,7 C	5,1 D	22,2 B	7,8 C
Angico	10,7 B	167,9 A	3,5 C	5,2 D	94,3 A	13,8 B
Ang. X Ipê	8,2 C	106,3 B	2,9 C	5,6 D	86,9 A	10,0 C
Pastagem	6,2 C	54,9 C	3,9 C	42,6 A	17,6 B	7,8 C

- As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Pela Figura 1 observa-se que o estoque de P, K e Ca na biomassa acima do solo (manta+biomassa arbórea) é superior ao estoque do solo nas diferentes coberturas florestais, exceto Ca na área sob eucalipto. No pasto o estoque é maior no solo, o que é justificado pela menor imobilização de nutrientes na biomassa aérea, por tratar-se de uma vegetação freqüentemente renovada e pastejada e pelas perdas por lixiviação e erosão, levando a um rápido empobrecimento do sistema. Além disso, o sistema de manejo dessas pastagens na região utiliza fogo, o que favorece o processo de erosão. No caso do eucalipto, o elevado conteúdo de Ca foi também verificado por FONSECA (1993a), quando comparou solos sob eucalipto com solo sob mata natural na região do Vale do Rio Doce-MG. Tal fato, possivelmente, se deve a esse nutriente estar em forma indisponível no solo ou ser pouco exigido pela espécie.

Quanto ao magnésio, a sua não-deteção nas análises do solo sob braúna e pasto, aliada também a pequenas quantidades nas respectivas biomassas acima do solo, leva a um estoque muito baixo nesses dois sistemas.

Tomando a mata natural Salão Dourado como padrão de um sistema nutricionalmente mais equilibrado, por ser aquele que sofreu menor interferência humana, observa-se que o estoque total de nutrientes do sistema (solo+manta+

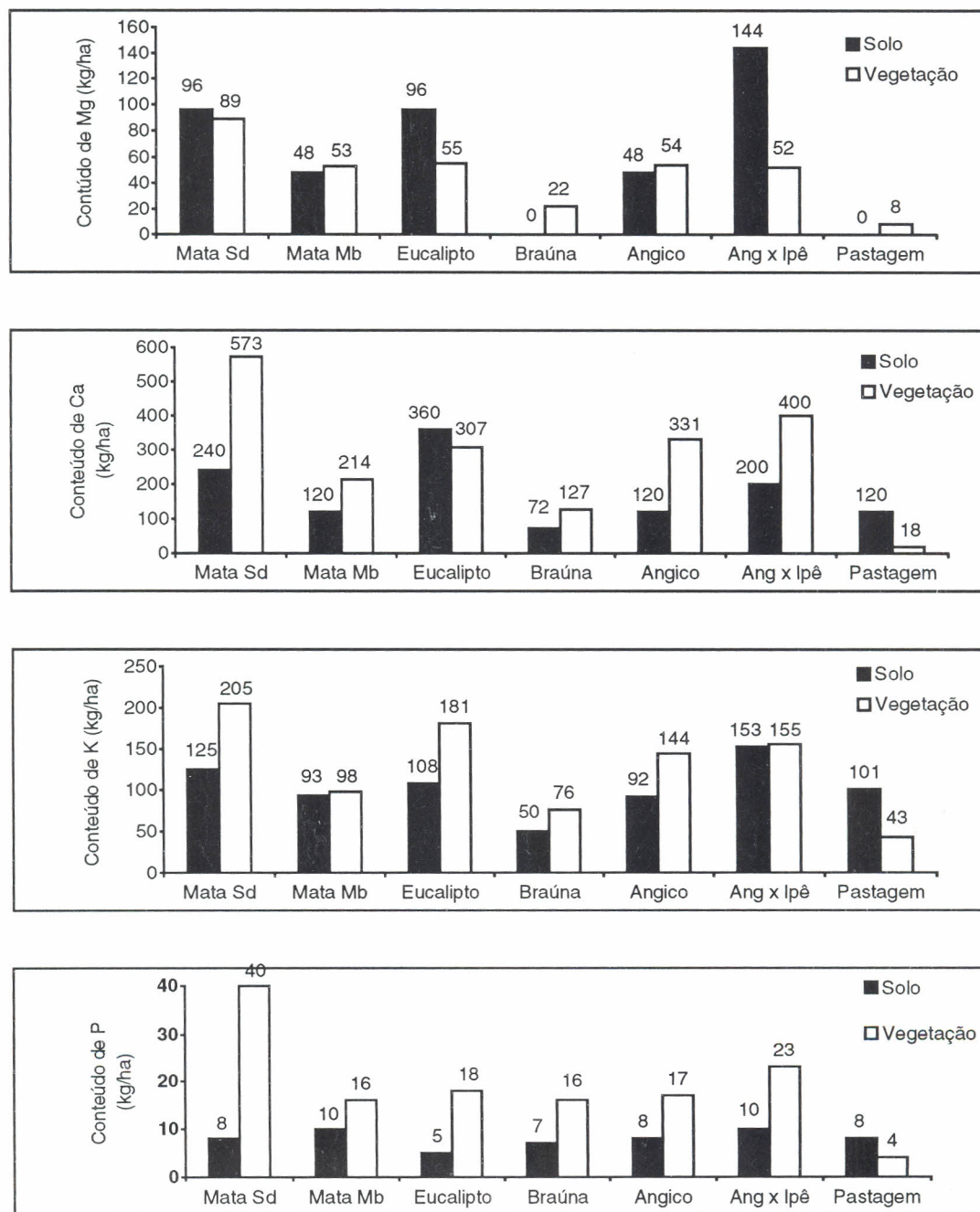
vegetação), dos diferentes usos do solo, sofreu uma redução acentuada, especialmente quando o uso era pastagem.

Apenas o estoque total de Mg na área sob plantio misto de angico com ipê foi ligeiramente superior ao apresentado na mata Salão Dourado (Figura 1). Esta diferença se deve, possivelmente, ao estoque de nutrientes na biomassa da vegetação herbácea trepadeira e arbórea com DAP menor que 5 cm, que não foi avaliada (mais evidente na mata natural). Também deve-se considerar que as florestas plantadas tiveram um ingresso de nutrientes por meio da adubação de fundação à base de 100 kg/ha de MAP (mono amônio fosfato - 10:40:00).

Como regra geral, a ordem decrescente de perda de nutrientes do sistema em função do uso da terra, em relação à mata Salão Dourado, foi: pastagem > braúna > mata Mombaça > angico (plantio puro) > eucalipto > plantio misto de angico com ipê (Quadro 7).

4. CONCLUSÃO

A biomassa dos componentes das árvores das espécies em povoamentos puros e consorciados foi distribuída na seguinte ordem decrescente: lenho > casca > galho > folhas, havendo tendência de apresentar maior porcentagem de casca do que nas matas naturais.



Sd = Salão Dourado, Mb = Mombaça e AxI = plantio misto de angico com ipê.

Figura 1 - Distribuição dos nutrientes no solo (0-60 cm de profundidade) e na biomassa acima do solo (manta+vegetação) das áreas sob diferentes coberturas vegetais, na região do Médio Rio Doce, Minas Gerais.

Figure 1 - Nutrients distribution in soil (0-60 cm deep) and in above-ground biomass (cloak+vegetation) of areas under different vegetal coverages, in Médio Rio Doce region, Minas Gerais.

Quadro 7 - Redução porcentual de nutrientes em vários sistemas de uso da terra em relação à mata natural de Salão Dourado, na região do Médio Rio Doce, Minas Gerais

Table 7 - Nutrient percent reduction at several land use systems in relation to Salão Dourado natural forest, in Médio Rio Doce region, Minas Gerais

Sistema de Uso do Solo	P	K	Ca	Mg
 %			
Mata Mombaça	46	42	59	47
Eucalipto	52	12	18	18
Braúna	52	62	75	88
Angico (puro)	47	28	44	45
Angico x Ipê (misto)	31	7	26	-6
Pastagem	75	56	83	96

Com base nas concentrações dos nutrientes nas árvores, não há indicação consistente de que a substituição das matas naturais por plantios puros ou mistos tenha comprometido o *status* nutricional das árvores. Contudo, o conteúdo de nutrientes da biomassa indica a possibilidade de perda de produtividade, ao substituir a floresta natural por outros usos da terra.

A pastagem foi o uso que acarretou maior perda de nutrientes do sistema.

Como regra geral, a ordem decrescente de perda de nutrientes do sistema em função do uso da terra, em relação à mata Salão Dourado, foi: pastagem > braúna > mata Mombaça > angico puro > eucalipto > plantio misto de angico com ipê.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLEVELARIO JÚNIOR, J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montano**. Viçosa: UFV, 1996. 135p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais**; 4ª aproximação. Lavras: 1989. 176p.
- DRUMOND, M.A. **Alterações fitossociológicas e edáficas decorrentes de modificações da cobertura vegetal na Mata Atlântica, região do Médio Rio Doce, MG**. Viçosa: UFV, 1996. 73p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- FERREIRA, M.G.M. **An analysis of future productivity of *Eucalyptus grandis* plantations in cerrado region in Brazil: a nutrient cycling approach**. Vancouver: University of British Columbia, 230p. Thesis (Ph.D.) - University of British Columbia, 1984.
- FONSECA, S., BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., et al. Alterações em um latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem. I. Propriedades físicas e químicas, **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.3, p.271-288, 1993a.
- FONSECA, S., BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., et al. Alterações em um latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem. II. Propriedades orgânicas e microbiológicas, **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.3, p.289-302, 1993b.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**: PRODEPEF, 1975. 65p. (Série técnica, 3).
- GOLLEY, F.B., MCGINNIS, J.T., CLEMENTS, R.G., et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. Tradução de Eurípedes Malavolta. São Paulo: EPU-EDUSP, 1978. 256p.
- IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: 1993.
- JONES JÚNIOR, B., WOLF, B., MILLES, H.A. **Plant analysis handbook**. S.l.: Micro-Macro Publishing, 1991. 213p.
- KRAMER, P.J., KOSLOWSKI, T.T. **Physiology of wood plants**. New York: Academic Press, 1979. 811p.
- MONTAGNINI, F., SANCHO, F. Aboveground biomass and nutrients in young plantations of indigenous trees: implications for site nutrient conservation. New York, **Journal of Sustainable Forestry**, v.1, n.4, p.115-139, 1994.

- REIS, M.G.F., BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F., NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.
- REIS, M.G.F., REIS, G.G., BARROS, N.F., et al. Redução na biomassa, durante o processo de decomposição, de folhas verdes de *E. grandis*, e *E. citriodora*, *E. cloesiana* e *E. torelliana*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Anais...**, Campos do Jordão: s.n.,1990. p.419-421.
- REUNIÃO TÉCNICA DO PROGRAMA COOPERATIVO SOLOS E NUTRIÇÃO DO EUCALIPTO, 3, 1993, Belo Horizonte **Trabalhos ...** Viçosa: SIF-COOPSNEUC, 1993. não paginado.
- SANTANA, J.A.S. **Efeitos de propriedades dos solos na produtividade de duas espécies de eucalipto na região do Médio Rio Doce, MG**. Viçosa:UFV, 1986. 117p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- TEIXEIRA, J.L., BARROS, N.F., COSTA, L.M., et al. Biomassa e conteúdo de nutrientes de duas espécies de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce-MG. Viçosa: UFRV, 1989. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, n.1, p.34-50,1989.