

DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA E NUTRIENTES EM UMA MATA NÃO MINERADA E EM PLANTAÇÕES DE BRACATINGA (*Mimosa scabrella*) E DE EUCALIPTO (*Eucalyptus saligna*) EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE BAUXITA¹

Jeferson Antônio de Souza²; Antônio Cláudio Davide³

RESUMO: Para se conhecer o padrão de ciclagem de nutrientes em ecossistemas alterados pela mineração de bauxita quantificou-se a variação anual da produção de serapilheira e a conseqüente deposição de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em um talhão de bracatinga (*Mimosa scabrella*), de eucalipto (*Eucalyptus saligna*), e mata não minerada em Santa Rosália, Poços de Caldas (21°47'13" S - 46°34'10" W). A deposição de serapilheira foi estudada durante um período de doze meses, sendo que no eucalipto registrou-se maior deposição anual, correspondente a 7.100 kg.ha⁻¹, contendo 202,4 kg.ha⁻¹ de N, 4,4 kg.ha⁻¹ de P, 46,2 kg.ha⁻¹ de K, 440,2 kg.ha⁻¹ de Ca e 54,0 kg.ha⁻¹ de Mg. Na mata a deposição anual foi de 4.490 kg.ha⁻¹, contendo 245,2 kg.ha⁻¹ de N, 10,3 kg.ha⁻¹ de P, 39,5 kg.ha⁻¹ de K, 292,8 kg.ha⁻¹ de Ca e 57,5 kg.ha⁻¹ de Mg e na bracatinga, 3.460 kg.ha⁻¹, contendo 217,6 kg.ha⁻¹ de N, 11,1 kg.ha⁻¹ de P, 11,4 kg.ha⁻¹ de K, 194,1 kg.ha⁻¹ de Ca e 25,3 kg.ha⁻¹ de Mg. O acúmulo da serapilheira ou "litter" foi de 63.320 kg.ha⁻¹ na área com eucalipto, 55.450 kg.ha⁻¹ na mata não minerada e 26.390 kg.ha⁻¹ na bracatinga. Observou-se comportamento diferenciado entre as áreas quanto à deposição mensal de serapilheira, sendo que no eucalipto houve pequena diferença entre os meses de coleta, sendo que a maior produção ocorreu nos meses de fevereiro e dezembro. Na mata não minerada, a maior produção foi verificada em maio (outono), setembro (final do inverno) e outubro (início da primavera) e na bracatinga, em outubro. Pela decomposição da serapilheira, os nutrientes seriam retornados ao solo de acordo com duas sequências, quais sejam, Ca>N>Mg>K>P para a mata não minerada e eucalipto e, N>Ca>Mg>K>P para a bracatinga.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes, serapilheira, litter, bracatinga, eucalipto, mata nativa, macronutrientes, mineração de bauxita, solo degradado.

¹ Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo primeiro autor, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, subárea Recuperação de Áreas Degradadas.

² Engenheiro agrônomo, pesquisador da EPAMIG/Uberaba. cx. postal 351, pós-graduado pela UFLA.

³ Dr em Silvicultura, professor titular do Departamento de Ciências Florestais da UFLA, Cx. Postal 37. CEP – 37.200-000. Lavras, MG.

LITTERFALL AND NUTRIENT DEPOSITION IN A SEMI-DECIDUOUS MOUNTAIN FOREST, AND IN EUCALYPTUS (*Eucalyptus saligna*) AND BRACATINGA (*Mimosa scabrella*) PLANTATIONS IN AREAS DEGRADED BY MINING

ABSTRACT: The nutrients elements N, P, K, Ca, and Mg were quantified in a semi-deciduous mountain forest, and in eucalyptus (*Eucalyptus saligna*) and "bracatinga" (*Mimosa scabrella*) plantations in areas degraded by mining, close to Poços de Caldas- MG (21°47'13" S - 46°34'10" W). In the eucalyptus annual litterfall was 7,100 kg.ha⁻¹ with 202.4 kg.ha⁻¹ of N, 4.4 kg.ha⁻¹ of P, 46.2 kg.ha⁻¹ of K, 440.2 kg.ha⁻¹ of Ca and 54.0 kg.ha⁻¹ of Mg. In the semi-deciduous mountain forest the annual litterfall was 4,490 kg.ha⁻¹ with 245.2 kg.ha⁻¹ of N, 10.3 kg.ha⁻¹ of P, 39.5 kg.ha⁻¹ of K, 292.8 kg.ha⁻¹ of Ca and 57.5 kg.ha⁻¹ of Mg, whereas in the "bracatinga" the annual litterfall was 3,460 kg.ha⁻¹ with 217.6 kg.ha⁻¹ of N, 11.1 kg.ha⁻¹ of P, 11.4 kg.ha⁻¹ of K, 194.1 kg.ha⁻¹ of Ca and 25.3 kg.ha⁻¹ of Mg. Therefore, the total quantity of mineral nutrients returned to the soil by litter decomposition is done according to the following sequences: Ca>N>Mg>K>P (semideciduous mountain forest and eucalyptus plantation) and N>Ca>Mg>K>P ("bracatinga"). In the litter of bracatinga was detected the smallest quantity of K, Ca and Mg, while, the higher quantity of N and P was detected in eucalyptus. The litter decomposition coefficient was higher in the bracatinga and eucalyptus. The presence of P by coming from organic matter decomposition is bigger in bracatinga plantation, N and Mg in the semi-deciduous mountain forest, and K and Ca in eucalyptus plantations. The lowest rate of P was observed in eucalyptus.

Key words: Litterfall, nutrient cycling, reclamation of disturbed land, bracatinga, eucalyptus, native forest, semi-deciduous mountain forest.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento das espécies em um ecossistema estável, diante das variações sazonais de clima, é primordial para se estabelecer planos e programas de recuperação de áreas degradadas. A importância de se avaliar a produção de serapilheira está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes, nestes ecossistemas, os quais constituem-se na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais. Nos solos altamente intemperizados, assim como nos degradados, a serapilheira constitui-se na maior fonte de vários tipos de matéria orgânica (sua quantidade e natureza desempenham importante papel

na formação e manutenção da fertilidade destes solos) e, conseqüentemente, de nutrientes para a flora e fauna do solo degradado. Dada a importância da serapilheira na auto-sustentabilidade dos ecossistemas florestais, muitos pesquisadores têm conduzido trabalhos sobre a produção e decomposição de serapilheira e retorno de nutrientes ao solo (Merguro et al., 1979; Pagano, 1989; Koehler, Soares & Reissmann, 1990; Brites et al., 1992; Koehler & Reissmann, 1992; Morellato-Fonzar, 1992; Teixeira et al., 1992; Gisler, 1995).

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes

nestes ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também buscando informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade do sítio degradado em recuperação. No entanto, de maior relevância do que a simples acumulação quantitativa é o processo de mineralização do material orgânico responsável pela liberação de nutrientes para o solo.

Segundo Fassbender (1985), os aspectos mais importantes do ciclo biológico dos resíduos, do ponto de vista do modelo do ecossistema, são: quantidades de resíduos produzidos no tempo por unidade de área, composição química dos resíduos e velocidade de decomposição e liberação de nutrientes.

Este estudo teve como objetivo conhecer o ciclo de deposição anual de serapilheira e, conseqüentemente, a reposição de nutrientes aos ecossistemas estudados pela sua decomposição, por meio da caracterização química da mesma.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo

Este estudo foi conduzido em áreas onde a Alcoa Alumínio S.A. vem explorando bauxita desde 1970, no município de Poços de Caldas, entre as coordenadas 21°47'13" latitude sul e 46°34'10" longitude oeste (Minas Gerais, 1926). Escolheu-se, no local denominado Santa Rosália, uma área não perturbada pela mineração, de mata não minerada e duas áreas mineradas e revegetadas, sendo uma com bracinga (*Mimosa scabrella*) e outra com eucalipto (*Eucalyptus saligna*).

O tipo de clima predominante na região é Cfb, com base na classificação de Köppen (INDI, 1977). Poços de Caldas apresenta duas estações sazonais bem definidas, uma chuvosa que vai de outubro a março e uma seca, de abril a setembro. A precipitação média anual está entre 1.600 e 1.700 mm e a temperatura média anual

de 24,3°C (período de 1921 a 1985, de acordo com Poços de Caldas ([198-]). Segundo Golfari (1975), na região não existe déficit hídrico.

A vegetação original da área de estudo é representada pela floresta subtropical subcaducifolia (Rodrigues, 1984). Sua existência está ligada ao clima mais ameno e a solos mais férteis, como os derivados de tufo vulcânicos.

2.2. Caracterização das áreas experimentais

2.2.1. Mata não minerada

Área de mata, circundante às áreas mineradas, porém, uma área não minerada. Portanto, indica as características e ou propriedades originais do substrato perturbado pela mineração. Para os estudos propostos, delimitou-se uma área de 5 hectares no interior da mata, procurando-se reduzir a interferência antrópica. Esta mata apresenta uma altura média em torno de 7 m e uma densidade total de 3.308 indivíduos/ha (Souza, 1997). Segundo este autor, as cinco espécies mais importantes, de acordo com o Índice do Valor de Importância (IVI), são: capororoca (*Myrsine umbellata* - Myrsinaceae) canela espirradeira (*Nectandra megapotamica* - Lauraceae), canela (*Ouratea* sp - Ochnaceae), cravo (Myrtaceae) e canelona (*Persea pyriformis* - Lauraceae), entre as espécies com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 10 cm. Já para a regeneração natural, ou seja, entre os indivíduos com CAP menor que 10 cm, as cinco espécies mais importantes são: canela branca (*Myrsine lancifolia* - Myrsinaceae), criciúma (*Psychotria* sp - Rubiaceae), pixirica (*Tibouchina* sp - Melastomataceae), cambuí (*Myrsiaria tenella* - Myrtaceae), e candeinha (Melastomataceae).

2.2.2. Bracinga (*Mimosa scabrella*)

Área com 1,3 ha, minerada e recuperada em 1988. Foram plantadas 1.500 mudas de bracinga. Para correção da acidez e fertilidade do solo alterado pela mineração foram aplicadas, no plantio, 3 t/ha de calcário dolomítico, 1 t/ha de termofosfato magnésiano (Yoorin), 800 kg.ha⁻¹ do

formulado 10-30-6 e 14 m³/ha de esterco de curral. De acordo com Souza (1997), existem nesta área 500 plantas/ha, com CAP>10 cm, sendo 400 bracatingas (Leguminosae), 50 candeias-do-mato (*Miconia* sp - Melastomataceae), 25 pessegueiros bravos (*Prunus selowi* - Rosaceae) e 25 brasas-vivas-brancas (*Calyptantes cruzaefolia* - Myrtaceae). Entre os indivíduos com CAP<10 cm foram encontradas 16 espécies pertencentes a 11 famílias. As cinco mais importantes são: brasa-viva-branca (*Calyptantes cruzaefolia* - Myrtaceae), candeia-do-mato (*Miconia* sp - Melastomataceae), alecrim branco (*Baccharis* sp - Compositae), pixirica (*Tibouchina* sp - Melastomataceae), e araçá (*Psidium* sp - Myrtaceae).

2.2.3. Eucalipto (*Eucalyptus saligna*)

Área com 2,4 ha, minerada durante o ano de 1981 e recuperada em março de 1982. Foram plantadas 2.666 mudas por hectare. Para correção da acidez e fertilidade do solo foram aplicados, no plantio, 4 t/ha de calcário dolomítico, 1 t/ha de termofosfato magnésiano (Yoorin), 800 kg.ha⁻¹ da fórmula 10-30-6, e 15 m³/ha de esterco de curral. De acordo com Souza (1997), existem, atualmente, 2.550 árvores/ha, sendo 2.525 de eucalipto e 25 indivíduos da espécie capororoca (*Myrsine umbellata* - Myrsinaceae). Entre os indivíduos com CAP<10 cm foram identificadas quatro espécies: capororoca (*Myrsine umbellata* - Myrsinaceae), cambatá (*Cupania oblougifolia* - Sapindaceae), canela branca (*Myrsine lancifolia* - Myrsinaceae), e eucalipto (*Eucalyptus saligna* - Myrtaceae).

2.3. Quantificação da serapilheira

Convencionou-se denominar serapilheira a todo o material vegetal que caiu sobre os coletores (folhas, galhos, fragmentos de caule, flores, frutos e sementes) e serapilheira acumulada ("litter") a todo esse material acumulado sobre o solo, apresentando diversos estádios de decomposição, desde aquele recentemente caído, até aquele totalmente decomposto. A serapilheira a-

cumulada corresponde ao que se denomina "litter".

Para a coleta e caracterização da serapilheira utilizaram-se coletores com armação de madeira com dimensões de 1,0 x 1,0 x 0,15 m, tendo como fundo uma tela de náilon de 2 mm. Os coletores, em número de quatro em cada área, ficaram suspensos 15 cm do solo, e foram dispostos ao acaso. A coleta era recolhida mensalmente, sem separação dos componentes, durante um período de 12 meses, de março de 1995 a fevereiro de 1996.

Para coleta da serapilheira acumulada, usou-se um gabarito de madeira com dimensões de 0,5x0,5 m. A coleta foi realizada nas mesmas parcelas onde foram coletadas as amostras de solo para caracterização química. Tomou-se o cuidado de separar a serapilheira acumulada ou litter, do solo mineral, imediatamente abaixo, eliminando-se a camada de transição com cerca de 5 cm de espessura, embora apresentasse aspecto orgânico.

Após coletadas, serapilheira e serapilheira acumulada foram secadas em estufa a 70°C até peso constante e pesadas em balança de um prato, com precisão de 0,01 g. Os valores obtidos (g.m⁻²) foram usados para estimar a produção média mensal, anual e total de serapilheira, em t.ha⁻¹.

2.4. Ciclagem de nutrientes e características químicas do solo

A ciclagem de nutrientes foi estimada pela determinação quantitativa dos macronutrientes na serapilheira coletada, assim como, na serapilheira acumulada. Após secas e pesadas, foram moídas e enviadas para o Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foram determinados 5 elementos: N, P, K, Ca e Mg, por meio de análise química, segundo Malavolta, et al. (1989).

Para se estimar a liberação potencial de nutrientes para o solo, por meio da decomposição da serapilheira coletada, utilizou-se a relação "conteúdo de nutrientes disponíveis do so-

lo/conteúdo de nutrientes disponíveis na serapilheira acumulada” (Poggiani, 1985a). Um baixo valor dessa relação significa uma maior retenção de nutrientes, ou seja, uma baixa taxa de mineralização. Para se determinar os nutrientes no solo, coletaram-se os cinco centímetros de solo imediatamente abaixo da camada de serapilheira acumulada, nos quais determinaram-se os parâmetros de fertilidade do solo. Esta camada de 5 cm, embora com aspecto orgânico, apresenta características de solo, sendo, por isso, eliminada na coleta da serapilheira acumulada. É uma camada de transição entre a serapilheira acumulada e o solo propriamente dito.

Os dados de vegetação utilizados na discussão dos resultados foram obtidos por meio de cadastramento fitossociológico constante de estudos florísticos realizados nas áreas de estudo (Souza, 1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Quantidade de serapilheira produzida

Na mata não minerada e na bracatinga, cerca de 95% do material que caiu nos coletores eram folhas, enquanto que, no eucalipto, a quantidade de folhas foi menor devido à queda de galhos finos ou ramos.

Pelos dados da Tabela 1, verifica-se que a produção de serapilheira foi maior na área com eucalipto (7,10 t.ha⁻¹) e menor na com bracatinga (3,46 t.ha⁻¹). Esta superioridade por área no eucalipto pode ser devido ao maior volume de massa verde desta espécie, comparativamente (Tabela 2), uma vez que, de acordo com Souza (1997), na área com eucalipto existem 2.550 árvores.ha⁻¹ e na com bracatinga 500 árvores.ha⁻¹, mostrando uma relação entre as densidades totais de indivíduos de cerca de 5:1. Isso pode explicar, em parte, a menor deposição de serapilheira pela bracatinga. A produção mensal média de serapilheira pelo eucalipto (0,59 t.ha⁻¹.mês⁻¹) foi cerca de 2,3 vezes maior que a da bracatinga (0,26 t.ha⁻¹.mês⁻¹). Levando-se em conta as densidades

totais de indivíduos nas duas áreas, verifica-se que a maior deposição por indivíduo arbóreo ocorre na área com bracatinga, isto é, detectou-se, nesta área, uma deposição de serapilheira correspondente a 6,9 kg.ano⁻¹ por árvore, enquanto que, na área com eucalipto, a deposição foi de apenas 2,8 kg.ano⁻¹ por árvore, portanto, cerca de 2,5 vezes maior.

Estes valores encontrados para a produção de serapilheira pelo eucalipto e bracatinga foram diferentes daqueles encontrados por Chiaranda et al. (1983), de 6,3 t.ha⁻¹.ano⁻¹ para a bracatinga e 3,0 t.ha⁻¹.ano⁻¹ para o eucalipto. Neste caso, a menor produção de serapilheira pelo eucalipto em relação à encontrada no presente estudo pode ter ocorrido em função da idade da plantação (dois anos), uma vez que o número de plantas por área era praticamente o mesmo (2.500 plantas.ha⁻¹). Já com relação à bracatinga, a maior produção encontrada por estes autores possivelmente seja devido à maior densidade de plantas, resultado de semeadura a lanço.

Dados semelhantes aos encontrados neste estudo foram mencionados por outros autores. Isso evidencia uma maior produção de serapilheira em áreas com eucalipto, comparadas com outras espécies, além do efeito positivo da matéria orgânica fornecida ao solo por esta espécie sobre a melhoria potencial das suas propriedades químicas. Read (1943) observou, na África do Sul, a formação de uma camada orgânica de 20 cm desenvolvida durante um período de vinte anos sob plantações de *Eucalyptus saligna* formada sobre solo degradado. Resultados semelhantes e comprobatórios foram encontrados mais tarde por Cozzo & Riveros (1969), os quais estimaram uma acumulação de serapilheira de cerca de duas a quatro vezes mais na superfície do solo sob eucalipto que no solo sob pastagem. Comparando-se a quantidade de matéria orgânica de um solo sob floresta de eucalipto e em outro sob *Pinus radiata* (Baker, 1983) e sob *Shorea robusta* (Jha & Pande, 1984), encontrou-se uma maior quantidade desta no solo sob eucalipto. Estes dados, embora obtidos em regiões diferentes e com espécies diferentes,

confirmam os resultados encontrados no presente estudo, destacando o eucalipto como uma espécie de grande produção de serapilheira.

Tabela 1. Quantidade ($t.ha^{-1}$) mensal e anual (média de 4 repetições) de serapilheira nos três ecossistemas estudados (mata nativa, bracatinga e eucalipto), em áreas de mineração de bauxita. ALCOA, Poços de Caldas, 1996.

Table 1. Annual and monthly quantity ($t.ha^{-1}$) of litter in three ecosystems in mining areas of ALCOA in Poços de Caldas, 1996.

Ident.	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	TOTAL
Mata nativa	0,20	0,17	0,78	0,18	0,21	0,38	0,80	0,72	0,33	0,28	0,18	0,27	4,49
Bracatinga	0,32	0,34	0,27	0,28	0,27	0,24	0,23	0,45	0,25	0,23	0,30	0,25	3,46
Eucalipto	0,57	0,44	0,49	0,34	0,40	0,46	0,44	0,53	0,59	1,18	0,47	1,20	7,10
TOTAL	1,09	0,95	1,54	0,80	0,88	1,08	1,47	1,70	1,17	1,69	0,95	1,72	15,04

Tabela 2. Dados de vegetação obtidos por levantamento fitossociológico constante de estudos florísticos realizados nas áreas de estudo (Souza, 1997), sendo: Vt= volume total (m^3); Vmed= volume médio (m^3); Dmed= diâmetro médio/indivíduo/parcela (cm); Hmed= altura média/indivíduo/parcela (m); ABt= área basal tota/parcela (m^2); DT= densidade Total; DP= densidade da parcela (número de indivíduos por parcela); NE= número de Espécies; NF= número de famílias; AT= área total da amostra; FT= frequência total. ALCOA, Poços de Caldas, 1996.

Table 2. Vegetation data obtained in a permanent fitossociological inventory. Vt = total volume (m^3); Vmed = average volume (m^3); Dmed = average diameter (cm); Hmed = average height (m); DT = total density; DP = parcel density; NE = number of species; AT = sample total area; FT = total frequency.

Ident.	Vt	Vmed	Dmed	Hmed	ABt	AB.ha ⁻¹	DT	DP	NE	NF	AT	FT
Mata nativa	14,62	0,037	6,83	6,61	1,810	15,09	3.308	397	44	21	0,12	2.433,3
Bracatinga	1,56	0,078	7,05	9,24	0,176	4,41	500	20	4	4	0,04	400,0
Eucalipto	22,89	0,224	11,13	15,08	1,240	31,0	2.550	102	2	2	0,04	200,0

A quantidade de serapilheira depositada pela mata não minerada, como ambiente não perturbado, situou-se entre a depositada pelo eucalipto e pela bracatinga ($4,49 t.ha^{-1}$), embora tenha apresentado uma maior densidade total ($3.308 \text{ árvores.ha}^{-1}$), conforme mostrado nas Tabelas 1 e 2. Segundo Bray & Gorham (1964), a quantidade

de serapilheira prevista para regiões de latitude $21^\circ S$ é em torno de $8,0 t.ha^{-1}$, portanto, bem superior à encontrada neste estudo. A média mensal de serapilheira produzida pela mata não minerada ($0,37 t.ha^{-1}.mês^{-1}$) é cerca de 37% menor que a do eucalipto ($0,59 t.ha^{-1}.mês^{-1}$) e 42% maior que a da bracatinga ($0,26 t.ha^{-1}.mês^{-1}$). Porém,

tomando-se a densidade de árvores nas três áreas, encontra-se que, na mata não minerada, a densidade é 1,3 vez maior que no eucaliptal e 6,1 vezes maior que no bracatingal. Isso dá uma média de apenas 1,4 kg de serapilheira por árvore na mata nativa, valor muito inferior ao das demais áreas (respectivamente, 6,9 e 2,8 kg de serapilheira por árvore para a bracatinga e eucalipto).

De maneira geral, pelos dados de produção e acúmulo de serapilheira, infere-se que o eucalipto e a bracatinga são espécies de grande importância para uso na recuperação de áreas degradadas. Estas poderiam ser utilizadas associadas a espécies nativas, para se aproveitar a grande deposição de matéria orgânica ao solo, por estas espécies. Esta associação poderia ser feita plantando-se espécies climax no meio do talhão de bracatinga ou de eucalipto ou, ainda, deixando-se clareiras onde seriam plantadas as espécies nativas.

Pryor (1976), Attiwill (1981) e Florence (1986) citados por Lima (1993), referindo-se ao eucalipto, ressaltam suas vantagens sob uma condição de baixa fertilidade do solo, principalmente com relação ao fósforo. Isto é, esta espécie adapta-se bem em ambientes de baixa fertilidade e com níveis de fósforo insuficientes para outras espécies e, ou, culturas. Este fato possivelmente foi decisivo na introdução do eucalipto como espécie de grande potencial de uso em áreas degradadas devido à sua conhecida eficiência no que diz respeito a dois processos importantes: absorção de nutrientes de solos pobres e ciclagem de nutrientes. Num estudo comparativo entre florestas naturais de *Eucalyptus obliqua*, Baker e Attiwill (1985) observaram que, apenas quatro por cento da demanda de nitrogênio e dez por cento da demanda do fósforo vieram da reserva do solo, tendo os restantes sido supridos pelo ciclo biológico.

3.2. Sazonalidade da produção de serapilheira

Observando-se a Figura 1 e Tabela 1 verifica-se que as espécies estudadas comportaram-se diferentemente, mês a mês, ao longo do ano, quanto à produção ou deposição de serapilheira. Nas áreas com bracatinga e eucalipto, verificou-se uma menor oscilação dos valores médios que na área de mata não minerada. Na área com bracatinga, a maior produção ocorreu no mês de outubro e na com eucalipto, nos meses de dezembro e fevereiro. Na área com mata não minerada, os meses com maior produção de serapilheira foram maio, setembro e outubro.

Chiaranda, et al. (1983), estudando a deposição de serapilheira pela bracatinga e pelo *Eucalyptus viminalis*, verificaram um pico de deposição nos meses mais quentes e úmidos do ano, coincidente com os dados encontrados no presente estudo para o eucalipto, mas não para a bracatinga. Carpanezi (1980) comenta que tal pico é condizente com o padrão de deposição das espécies de eucaliptos da Austrália e com o padrão de algumas espécies nativas. No entanto, é oportuno ressaltar que o comportamento das espécies das áreas estudadas foi avaliado durante um período de doze meses apenas. Este tempo é insuficiente para se tirar uma conclusão sobre a dinâmica de produção de serapilheira e, conseqüentemente, se fazer comparações com outros estudos mais aprofundados. É provável que fatores de clima possam ter contribuído para este comportamento no ano avaliado, sugerindo a necessidade de se fazer uma avaliação por um período mais longo de tempo. Isto porque, em um mesmo ecossistema florestal, pode ocorrer, de ano a ano, variações no total do material depositado e ou na intensidade de participação das frações. As variações são decorrentes de aspectos cíclicos da comunidade ou motivadas por fatores de ordem climática ou biológica. Devido a estas possibilidades, Medwecka-Kornas, citado por Poggiani (1980), considera adequado que o período de observações sobre a queda de material orgânico de um ecossistema florestal qualquer não seja inferior a três anos.

3.3. Ciclagem de nutrientes

Observando-se a Figura 2 e Tabela 3, verifica-se que as quantidades de macronutrientes na serapilheira proporcionaram estabelecer duas

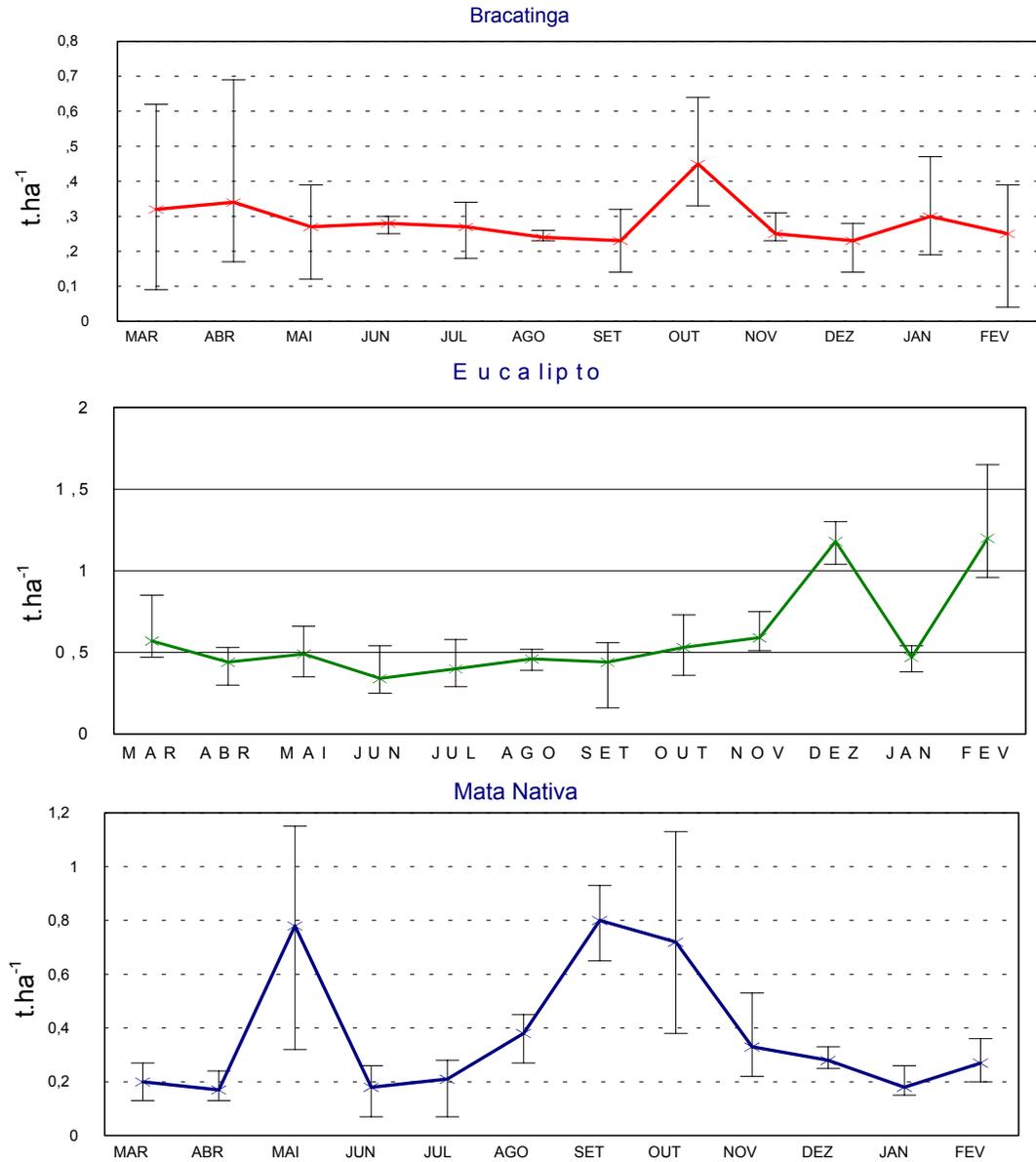


Figura 1. Distribuição temporal da deposição de serapilheira ($t \cdot ha^{-1}$) pela mata nativa, bracatinga e eucalipto, em áreas de mineração de bauxita. ALCOA, Poços de Caldas, 1997.

Figure 1. Native forest, bracating and eucalipto litterfall distribution in bauxite mining area. ALCOA, Poços de Caldas, 1997.

seqüências diferentes: $Ca > N > Mg > K > P$ para a mata não minerada e eucalipto e $N > Ca > Mg > K > P$ para a bracatinga. Em povoaamentos de *Eucalyptus grandis*, Bellote et al. (1980) e Poggiani (1985b) encontraram uma seqüência semelhante à encontrada para a mata não minerada e para o eucalipto neste estudo, porém, com as quantidades de K sendo maiores que as de Mg.

Comparando-se as três áreas, verifica-se que as menores quantidades de K, Ca e Mg foram encontradas na serapilheira da bracatinga enquanto que as menores de N e P foram verificadas na serapilheira do eucalipto. Entretanto, a maior quantidade de N e Mg foi encontrada no serapilheira da mata nativa, a maior de P na da bracatinga e a de K e Ca na do eucalipto. Isto sugere que há uma grande vantagem, do ponto de vista de nutrição de plantas, quando se faz uma mesclagem destas espécies visando recuperar áreas degradadas. Isto porque, dessa forma,

poderá haver um maior reaproveitamento dos nutrientes, pela decomposição da serapilheira, em função das diferenças de exigência nutricional das espécies. Desta forma, poderá haver uma redução na necessidade de adubação de manutenção de áreas degradadas revegetadas.

Na Figura 2 pode-se verificar a grande quantidade de Ca e pequena de P na serapilheira do eucalipto, em relação à mata não minerada e à bracatinga. Provavelmente, esta maior quantidade de Ca seja devido à presença de galhos finos (ramos). Souza (1997) detectou, a campo, que, enquanto que nas áreas com mata não minerada e com bracatinga, cerca de 95% do material que caiu nos coletores eram folhas; na área com eucalipto, a quantidade destas foi menor caindo mais galhos finos ou ramos. Com relação a este fato, Poggiani (1985a) apresenta dados em que a quantidade de Ca nos ramos do eucalipto (*E. saligna*) é cerca de três vezes maior que nas folhas

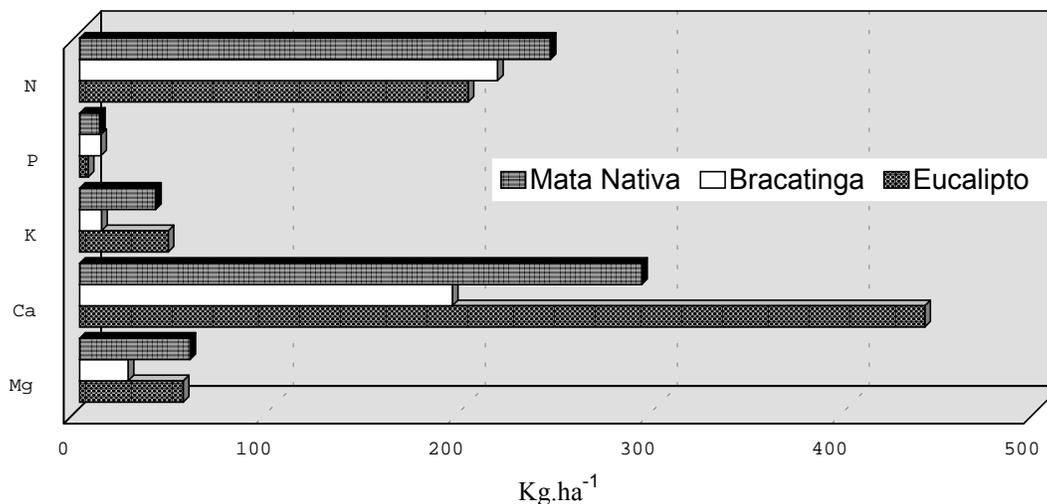


Figura 2. Quantidades de macronutrientes ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na serapilheira da mata nativa, bracatinga e eucalipto, em áreas de mineração de bauxita. ALCOA, Poços de Caldas, 1997.

Figure 2. Litterfall quantity of macronutrients ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in native forest, bracatinga and eucalipto area in bauxite mining areas. ALCOA, Poços de Caldas, 1997.

Tabela 3. Quantidade de serapilheira (S) e serapilheira acumulada (L), em $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, relação (S/L), quantidade de nutrientes no solo (camada de 0 a 5 cm), na serapilheira e na serapilheira acumulada (litter), em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e relação nutrientes no solo:nutrientes na serapilheira. ALCOA, Poços de Caldas, 1996.

Table 3. Current (S) and accumulated litter (L) ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-2}$), S/L relation, amount of soil nutrient (layer of 0 to 5 cm ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in current and accumulated litter. ALCOA, Poços de Caldas, 1996.

Identificação	Mata nativa	Bracatinga	Eucalipto
Serapilheira (S)	4,49	3,46	7,10
Serapilheira acumulada (L)	55,45	26,39	63,32
Relação S/L	0,08	0,13	0,11
a. Solo (camada 0 a 5 cm)			
P	4,60	2,60	4,20
K	155,00	77,80	80,00
Ca	280,00	680,00	320,00
Mg	48,80	195,20	97,60
B. Serapilheira			
N	245,20	217,60	202,40
P	10,30	11,10	4,40
K	39,50	11,40	46,20
Ca	292,80	194,10	440,20
Mg	57,50	25,30	54,00
Relação Ca/N	1,19	0,89	2,17
C. Serapilheira acumulada			
N	1.036,90	501,40	538,20
P	1.907,50	464,50	1.171,40
K	Traços	Traços	Traços
Ca	284,20	179,00	332,20
Mg	27,60	26,20	39,70
Relação Ca/N	0,27	0,36	0,62
C. Relações: nutrientes no solo/nutrientes na serapilheira (TM)			

TM (P)	0,0024	0,0056	0,0036
TM (Ca)	0,9852	3,7989	0,9633
TM (Mg)	1,7681	7,4504	2,4584

Por outro lado, com referência à baixa quantidade de P, Attiwill (1980) menciona que cerca de metade da demanda total de fósforo é suprida pelo ciclo interno ou bioquímico, por meio de um processo efetivo de remobilização do fósforo antecedente à queda de folhas. Dessa forma, é provável que a baixa quantidade de P encontrada na serapilheira, não só do eucalipto mas também das outras espécies, seja devido ao seu reaproveitamento em outras partes da planta. De acordo com Attiwill (1980), a parte do eucalipto que acumulou mais fósforo é a madeira (tronco ou caule) com cerca de sete vezes mais que na folha e três vezes mais que nos galhos finos ou ramos. Como o material recolhido (serapilheira) era composto, na sua maior parte, de galhos finos ou ramos (conforme menção de Souza, 1997), a menor quantidade de fósforo na serapilheira do eucalipto está de acordo com Attiwill (1980). O baixo nível de P na serapilheira é uma característica muito importante do eucalipto, quando se trata de recuperação de áreas degradadas. Isto porque, de maneira geral, o P é o macronutriente mais limitante nos solos brasileiros. Pela sua alta eficiência em reaproveitar fósforo, o eucalipto se destaca como espécie promissora para uso na recuperação de áreas degradadas. Na fase de estabelecimento, o eucalipto é muito exigente em fósforo. No entanto, a literatura tem mostrado ser esta espécie muito eficiente em reaproveitar o P absorvido e, dessa maneira, retirar pouco fósforo do solo.

A quantidade de nutrientes que seria repostada ao solo pela bracinga é menor que a da mata não minerada, exceto para o P, o qual encontra-se com valor um pouco maior. Em comparação com o eucalipto, a bracinga retornaria

ao solo, em maior quantidade, apenas o N. Já para o eucalipto, as quantidades de K e Ca foram maiores que as da mata não minerada e da bracinga; para o P foram encontradas as menores quantidades na matéria seca, valores 57,0% menores que o P da mata não minerada e cerca de 64% o da bracinga.

4. CONCLUSÕES

A maior deposição anual de serapilheira foi verificada na área com eucalipto, correspondente a 7.100 kg.ha⁻¹, seguido pela área de mata não minerada com 4.490 kg.ha⁻¹ e pela bracinga com 3.460 kg.ha⁻¹.

A quantidade de serapilheira acumulada ("litter") foi de 63.320, 55.450 e 26.390 kg.ha⁻¹ nas áreas com eucalipto, mata não minerada e bracinga, respectivamente.

Os maiores retornos de nutrientes ao solo pela decomposição da serapilheira foram: N e Mg: mata não minerada (242,2 e 57,5 kg.ha⁻¹, respectivamente); P: bracinga (11,1 kg.ha⁻¹) e Ca e K: eucalipto (440,2 e 46,2 kg.ha⁻¹, respectivamente).

Na serapilheira acumulada, as maiores quantidades de N e P foram verificadas na área com mata não minerada (1.036,9 e 1.907,5 kg.ha⁻¹), enquanto que as de Ca e Mg estavam mais elevadas na área com eucalipto (332,2 e 39,7 kg.ha⁻¹, respectivamente). As três áreas apresentaram traços de potássio.

Infere-se, pelas quantidades de serapilheira anual e acumulada, que a decomposição é mais acelerada na serapilheira da bracinga e do eucalipto.

A sazonalidade da deposição de serapilheira mostrou-se mais uniforme, ao longo do ano de avaliação, na área de eucalilpto.

Na mata não minerada, as maiores deposições de serapilheira ocorreram nos meses de maio, setembro e outubro; no eucalilpto, em dezembro e fevereiro e, na bracinga, em outubro.

Encontraram-se duas seqüências de nutrientes, quais sejam: Ca>N>Mg>K>P para mata não minerada e eucalipto e, N>Ca>Mg>K>P para a bracinga.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Herit) Forest. IV- Nutrient uptake and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 28, n. 2, p. 199-222, 1980.
- BAKER, T. G. Dry matter, nitrogen and phosphorus content of litterfall an branch fall in *Pinus radiata* and *Eucalyptus* forests. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v. 13, n. 2, p. 205-221, 1983.
- BELLOTE, S. V.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill, ex-Maiden em função da idade. 1. Macronutrientes. **IPEF**, Piracicaba, n. 20 p. 1-23, jun. 1980.
- BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in ecological research**, New York, v. 2, p.101-139, 1964.
- BRITEZ, R. M.; REISSMAN, C. B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estocional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, PR. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, 1992. v. 4, pt. 3, p. 766-772, mar. 1992. CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992.
- CARPANEZZI, A. A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e uma plantação de *Eucalyptus* no interior do Estado de São Paulo**. 1980. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- CHIARANDA, R.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J. W. Crescimento das árvores e deposição de serapilheira em talhões florestais plantados em solos alterados pela mineração do xisto. **IPEF**, Piracicaba, n. 25, p. 25-28, jun. 1983.
- COZZO, D.; RIVEROS, M. H. C. K. Registro de la caída de materia orgánica y elementos minerales en una plantación de ocho anos de *Eucalyptus camaldulensis*. In: Congresso Forestal Argentino, 1., 1996, Argentina. **Primer...** Argentina, 1969. p. 590-598.
- GISLER, C. V. T. **O uso da serapilheira na recomposição vegetal em áreas mineradas de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 1995. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Estadual Paulista, São Paulo.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 112 p. (Série Técnica, 3).
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - INDI - Sul de Minas - **Informações básicas para investigadores**. Belo Horizonte, 1977. p. 79.
- JHA, M. N.; PANDE, P. Impact of growing Eucalyptus and Sal monocultures on soil in natural Sal area of Doon Valley. **Indian Forester**, New Delhi, v. 110, n. 1, p. 16-22, Jan. 1984.
- KOEHLER, C. V.; REISSMANN, C. B.

- Macronutrientes retornados com a serapilheira de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, pt. 3, p. 645-648, mar. 1992. CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992.
- KOEHLER, C. V.; SOARES, R. V.; REISSMANN, C. B. Variação estacional da deposição de serapilheira em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa, PR. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1990. p. 509-519.
- MALAVOLTA, E. **Estado de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Métodos de avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 210 p.
- MERGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. I. Produção e conteúdo de nutrientes minerais no serapilheira. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 7, p. 11-31. 1979.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Agricultura. **Atlas chorográfico municipal**: mapa do município de Poços de Caldas. Belo Horizonte, 1926. v. 2.
- MORELLATO-FONZAR, L. P. C. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. serapilheira-fall and serapilheira standing crop. **Journal of tropical ecology**, New York, v. 8, n. 2, p. 205-215, May 1992.
- OLSON, J. S. Energy storage and the balance of procedures and decomposers in ecological systems. **Ecology**, Washington, v. 4, n. 2, p. 322-330, Sept. 1963.
- PAGANO, S. N. Produção de serapilheira em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 3, p. 633-639, set. 1989.
- POÇOS DE CALDAS. Prefeitura Municipal. Secretaria de Planejamento e Coordenação. **Informações sobre o município de Poços de Caldas**. Poços de Caldas, [198-]. Não paginado.
- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus***. Implicações silviculturais. 1985a. 221 p. (Tese de Livre-docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- POGGIANI, F. Nutrient cycling in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations ecosystems silvicultural implications. **IPEF**, Piracicaba, n. 31, p. 33-40, dez. 1985b.
- READ, H. A. *Eucalyptus saligna* and soil reclamation. **Journal of South African Forest Association** 7. In: FORESTRY ABSTRACT, Farhan Royal, v. 4, n. 3, 1943.
- RODRIGUES, T. E. **Caracterização e gênese de solos brunos do maciço alcalina de Poços de Caldas (MG)**. 1984. 225 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- SOUZA, J. A. **Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas**. 1997. 104 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TEIXEIRA, C. B.; DOMINGOS, M.; REBELO, C. F.; MORAIS, R. M. Produção de serapilheira em floresta residual da cidade de São Paulo: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. **Revista**

do Instituto Florestal, São Paulo, v. 4, pt. 3, p. 785-789, mar. 1992. CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992.