



Aporte e decomposição da serapilheira depositada por espécies arbóreas em áreas degradadas por mineração de bauxita⁽¹⁾.

Rafael Silva Santos⁽²⁾; Ernst Eduard Jan Verburg⁽³⁾; Rafael Gomes Paes⁽⁴⁾; Rafael da Silva Teixeira⁽⁵⁾; Silvano Rodrigues Borges⁽⁶⁾; Ivo Ribeiro da Silva⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Companhia Brasileira de Alumínio – Votorantim Metais.

⁽²⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; silvasantosrfl@gmail.com; ^(3,4) Eng. Agrônomo; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁶⁾ Eng. Florestal, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁷⁾ Professor Associado do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: A mineração de bauxita ocasiona significativas perturbações no solo. Sua extração requer a retirada da vegetação e solo superficial, afetando diretamente características químicas e físicas do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o aporte e decomposição de serapilheira em florestas de eucalipto, Angico-Vermelho e mix de espécies nativas em área de mineração de bauxita em fase de reabilitação. O estudo foi composto por um fatorial 3 x 2 (floresta de eucalipto, arbórea leguminosa e mix de espécies nativas), sem adubação (T) e com adubação de cama de aviário + adubação química mineral (C+Q). Coletores de *litter* foram instalados nas entrelinhas e o material mensalmente acumulado foi coletado e separado em duas estações: chuvosa (Outubro/2013 a Março/2014) e seca (Abril/2014 a Agosto/2014). Em amostras compostas foram determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg. A partir da amostragem do *litter* remanescente no solo foi calculado o tempo de decomposição (K) e tempo de renovação (t). O eucalipto apresentou o maior aporte anual seguido pelo mix de nativas e Angico consecutivamente. Observou-se que a adubação (C+Q) teve um efeito positivo sobre a quantidade de serapilheira produzida no mix de nativas entre os tratamentos (T) e (C+Q). No mix de arbóreas nativas (C+Q) obteve-se elevados valores para os nutrientes P, K, N, Ca aportados via *litter*, para ambos os períodos. Resultados indicam que a adoção de plantios arbóreos mistos pode representar uma maior capacidade de uso dos nutrientes, especialmente em solos submetidos a processo de reabilitação.

Termos de indexação: Recuperação de áreas degradadas, *litter*, nutrientes.

INTRODUÇÃO

Embora não afete grandes extensões territoriais a mineração é tida como uma das atividades mais impactantes ao solo (Reis, 2006). A retirada de minérios do solo exige práticas drásticas que alteram profundamente as suas características, tornando necessária a adoção de um manejo que

permita a sua recuperação e sustentabilidade do sistema.

Considerado como o principal processo de ciclagem de nutrientes em um ecossistema florestal (Montagnini & Jordan, 2002), a decomposição dos resíduos orgânicos é essencial para entrada de C no solo e recuperação da sua fertilidade.

O uso de espécies leguminosas arbóreas e não leguminosas pode ser considerada uma alternativa viável para recuperação de áreas mineradas por bauxita. As espécies arbóreas leguminosas geralmente são bastante eficientes no uso dos nutrientes e apresentam baixo requerimento nutricional, além de alta tolerância à toxidez do Al³⁺ (Dias et al., 1995).

Por outro lado, algumas espécies arbóreas não leguminosas, como o eucalipto, apresentam níveis satisfatórios de desenvolvimento em solos pobres, demonstrando alta eficiência no uso de água e nutrientes promovendo formação de elevadas quantidades de biomassa (Stape et al., 2010; Silva et al., 2012).

A serapilheira depositada tanto por espécies leguminosas quanto por não leguminosas, trazem inúmeros benefícios ao sistema solo-planta e desempenham papel chave em sua manutenção e reabilitação.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o aporte de serapilheira em florestas de eucalipto, Angico-Vermelho e do mix de espécies nativas em área de mineração de bauxita em fase de reabilitação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um experimento estabelecido há cinco anos no município de São Sebastião da Vargem Alegre-MG. A área do experimento foi minerada para bauxita e se encontra, atualmente, reconfigurada com o solo removido na ocasião do “decapeamento”.

Para o plantio do eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), Angico-Vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e o mix das nativas (8 espécies pioneiras + 8 espécies secundárias e clímax, em quiquôncio) foram abertas covas de 30 x 30 x 30 cm, as



parcelas com espécies arbóreas nativas foram plantadas com espaçamento de 2 m x 1,5 m (3333 plantas ha⁻¹), enquanto o eucalipto e o angico-vermelho foram plantados no espaçamento de 3 x 2 m (1667 plantas ha⁻¹). Entre as parcelas e entre as subparcelas foram adotados corredores de 2 m de largura. Nos tratamentos sem fertilização não foi aplicado nenhum tipo de corretivos ou fertilizantes, enquanto as parcelas com fertilização foram aplicadas superficialmente e incorporados aproximadamente 3,91 kg/planta (base seca) de cama de aviário ao solo, com enxadão, na camada de 0-15 cm de profundidade. Por ocasião do plantio das mudas cada cova recebeu 450 g de calcário dolomítico e 420 g de fosfato natural reativo, que foram misturados ao solo da cova. Na entrelinha do eucalipto e angico foram aplicados e incorporados ao solo (0-15 cm) 23,475 t ha⁻¹ de cama de aviário e 2,25 t ha⁻¹ de calcário, já no mix das espécies nativas foram aplicados e incorporados ao solo (0-15 cm) 17 t ha⁻¹ de cama de aviário e 1,5 t ha⁻¹ de calcário.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas principais foram plantadas as espécies florestais (eucalipto, Angico-Vermelho e mix de nativas), enquanto as subparcelas receberam as adubações (T = testemunha sem adubação e C + Q = fertilizada).

O experimento foi instalado após a reconfiguração da área com o solo do decapeamento. As subparcelas medem 18 m x 10 m, com área total de 180 m². Entre as parcelas e subparcelas foram mantidos corredores de 2 m de largura. A área experimental cobriu uma área de aproximadamente 2 ha.

Dentro das subparcelas foram montados coletores de *litter* construídos com sombrite dimensionados em 8 x 0,5 m e distanciados 0,5 m do solo. Foram montados três coletores por subparcela, alocados na entrelinha. O material vegetal acumulado nos coletores de *litter* foi amostrado mensalmente, triado em folhas, galhos >10 cm e galhos <10 cm, seco em estufa e pesado. O material mensalmente coletado foi separado em duas estações: chuvosa (Outubro/2013 a Março/2014 e seca (Abril/2014 a Agosto/2014). De cada amostra mensal foram utilizados 10 cm³ para formar uma amostra composta que foi mineralizada com ácidos nítrico e perclórico a quente na proporção 3,5:1, e as concentrações de P (colorimetria), K (fotometria de chama), Ca e Mg, (espectrometria de absorção atômica) foram determinadas no extrato. O teor de N nas amostras foi determinado por meio de digestão sulfúrica, seguida de destilação semi-micro Kjeldahl (Bataglia et al., 1983). Ao fim de cada período previamente determinado foi coletado a serapilheira remanescente na superfície do solo utilizando um gabarito de 0,5 x 0,5 m em uma área adjacente aos coletores de *litter* de parte aérea.

Foi utilizada a equação desenvolvida por Olson (1963) para estimar a decomposição do material acumulado sobre o solo.

$$K = I / X$$

K = coeficiente de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico.

I = quantidade de serapilheira produzida anualmente (kg ha⁻¹).

X = quantidade de serapilheira acumulada (kg ha⁻¹).

Por meio da equação $t_R = 1 / K$ (Hopkins 1966) foi determinado o tempo médio de trânsito/residência do estoque de serapilheira, expressa em anos.

Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste Tukey ($\alpha = 5\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aporte anual de *litter* foi maior nos tratamentos com eucalipto (em ambas adubações), seguido pelas espécies nativas (C+Q), espécies nativas (T) e angico (**Figura 1**). No entanto, maior taxa de decomposição do *litter* foi observada para o angico e espécies nativas em relação ao tratamento com eucalipto (C+Q), o qual resultou em menor tempo médio de residência (**Figura 1**), especialmente no tratamento angico (T)

O menor tempo médio de residência é indicativo de uma rápida decomposição do *litter* com possível ciclagem de nutrientes, o qual é suportado pelas condições de temperatura e umidade que favorecem a este processo.

A quantidade de *litter* produzido pelas subparcelas de eucalipto (T) e (C+Q) foram de 8,34 e 8,51 kg ano⁻¹, respectivamente. Resultados similares foram encontrados por diversos autores para diferentes espécies do gênero *Eucalyptus* (Balieiro et al., 2004; Zaia & Gama-Rodrigues, 2004).

Os plantios de eucalipto e espécies nativas (C+Q) apresentaram as maiores deposições de *litter* ao longo do ano. A adubação C + Q proporcionou aumento na deposição da *litter* na mata nativa.

A decomposição do *litter* expressa pelo fator K é dada na sequência: angico (T) e (C+Q) > espécies nativas > eucalipto (T) > eucalipto (C+Q). Este fato provavelmente está relacionado a composição bioquímica de cada material. O angico por ser uma leguminosa e se associar às bactérias fixadoras de N favorece o *input* de N para o solo (Siqueira & Franco, 1988), reduzindo a relação C/N do material aportado e favorecendo a sua decomposição (Gama-Rodrigues et al., 2007; Carlo et al., 2008).

Nas espécies nativas (C+Q) proporcionou *litter* com altos teores dos P, K, N e Ca, em ambos os períodos (seco e chuvoso) (**Figura 2 e 3**), indicando uma melhor qualidade nutricional em relação as demais espécies arbóreas utilizadas, apesar de possuir menor deposição de *litter* em relação ao eucalipto. Conforme Poggiani & Schumacher (2000), a adoção de plantios arbóreos mistos pode



representar uma maior capacidade de uso dos nutrientes, especialmente em solos de baixa fertilidade.

Portanto, como o tratamento mix de espécies nativas (oito espécies pioneiras + oito espécies secundárias) apresentou uma maior diversidade de espécies com distintas características anatômicas e fisiológicas, foi possível o maior aproveitamento de nutrientes extraídos em diferentes profundidades do solo (Demolinari, 2008), contribuindo para um *litter* potencialmente de maior qualidade.

Desta forma, *litter* com maior qualidade nutricional poderá disponibilizar mais nutrientes para as plantas ao ocorrer a ciclagem biogeoquímica dos elementos.

CONCLUSÕES

O maior aporte de *litter* foi proporcionado pelo eucalipto, seguido pelo mix de espécies nativas e por último o angico vermelho.

O *litter* de angico decompõe mais rapidamente em relação aqueles de espécies nativas e eucalipto.

A adoção de plantios mistos de espécies nativas constitui uma alternativa potencial para a entrada de C no solo e disponibilidade de nutrientes durante o processo de reabilitação de áreas mineradas por bauxita.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia Brasileira de Alumínio – Votorantim Metais pelo financiamento do projeto e concessão da área de estudo, a CAPES pelo financiamento da bolsa de iniciação científica (PIBIC) e a FAPEMIG pelo auxílio financeiro para participação no evento.

REFERÊNCIAS

BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; PEREIRA, M. G.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M.; ALVES, B. J. R. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 6, p. 597-601, 2004.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. P. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48 p. (Boletim Técnico 78).

CARLO, A.B.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; FILHO, A.C.; PIRES, F.R.P. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 843-851, 2008.

DEMOLINARI, M. S. M. Transferência de carbono de resíduos da colheita de eucalipto para frações da matéria

orgânica do solo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. 64p.

DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E.; FARIA, S. M.; SILVA, E. M. Leguminosas forestais: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. Bosque, Valdivia, v. 16, p. 121-127, 1995.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região nordeste Fluminense (RJ). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, p. 1421-1428, 2007.

HOPKINS, B. Vegetation of the Olkemeji Forest Reserve, Nigéria. IV: The litter and soil with special reference to their seasonal changes. Journal of Ecology, v. 54, p. 687-703, 1966.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. F. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago: Ediciones LUR, p. 167-191, 2002.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology, v. 44 p. 223-331, 1963.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 287-308.

REIS, L. L. Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na Floresta Nacional de Sacará-Taquera, Porto Trombetas (PA). Seropédica: UFRRJ, 2006. 159 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SILVA, V E. A.; SILVA, C. A., SILVA, I. R.; MARQUES, J. J. G. S. M.; ARAUJO, E. F.; CARVALHO, S. A.; SILVA, S. H. G. & CURI, N. Frações de carbono em topossequências de solos sob eucalipto com diferentes históricos de uso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 1, p. 1167-1178, 2012.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. Biotecnologia do solo: Fundamentos e perspectivas. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 1988. 236p.

STAPE, J. L., BINKLEY, D.; RYAN, M. G. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. Forest. Ecology Management, v. 259, n.9, p. 1684-1694, 2010.

ZAIA, F. C.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região norte fluminense. Revista Brasileira Ciência Solo, v. 28, n. 5, p. 843-852, 2004.

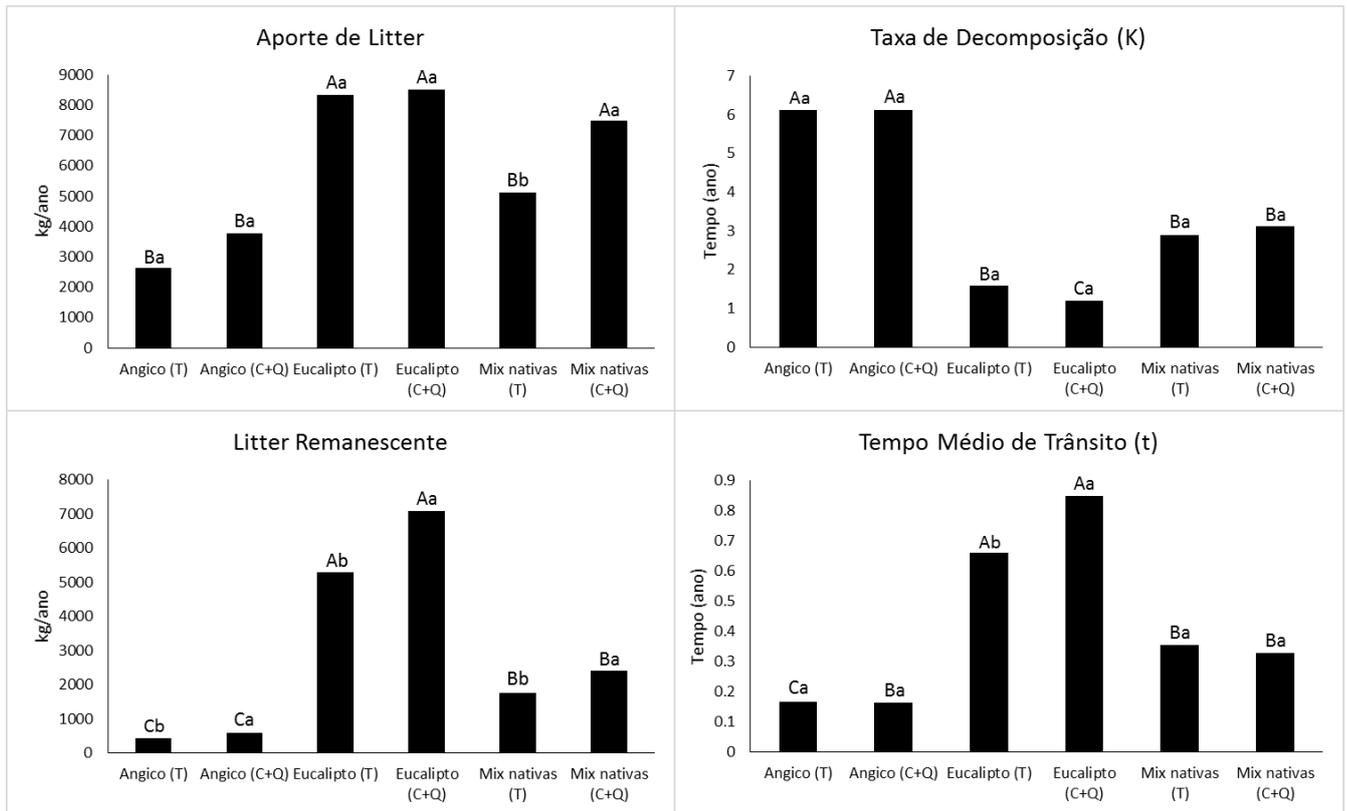


Figura 1 - Aporte anual de *litter*, serapilheira remanescente, taxa de decomposição do *litter*, e tempo médio de trânsito/residência. C+Q = adubação complementar com cama de aviário + adubação química; T = adubação padrão da empresa. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro cada tipo de planta de cobertura, e minúscula dentro de cada tipo de adubação, não diferem a 5 % pelo teste Tukey.

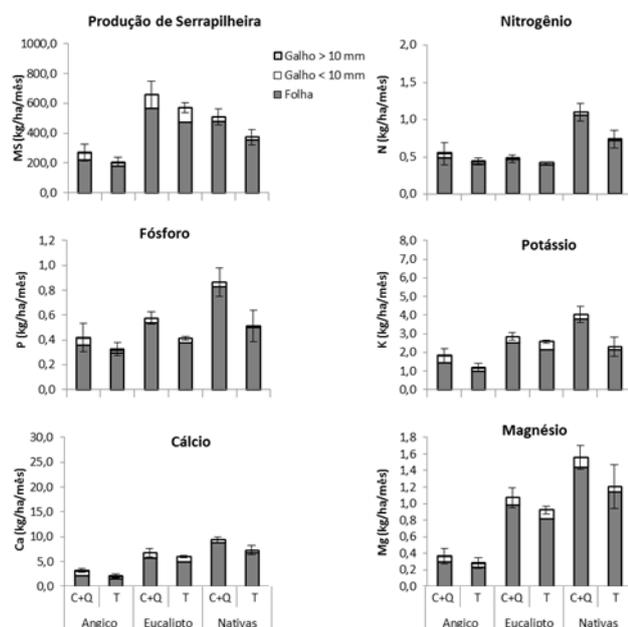


Figura 2 - Produção de serapilheira e quantidades médias mensais de nutrientes na serapilheira depositada durante a estação chuvosa (Outubro/2013 a Março/2014). MS = matéria seca; C+Q = adubação complementar com cama de aviário + adubação química; T = adubação padrão da empresa. Barras verticais indicam o erro padrão das médias totais (n = 3).

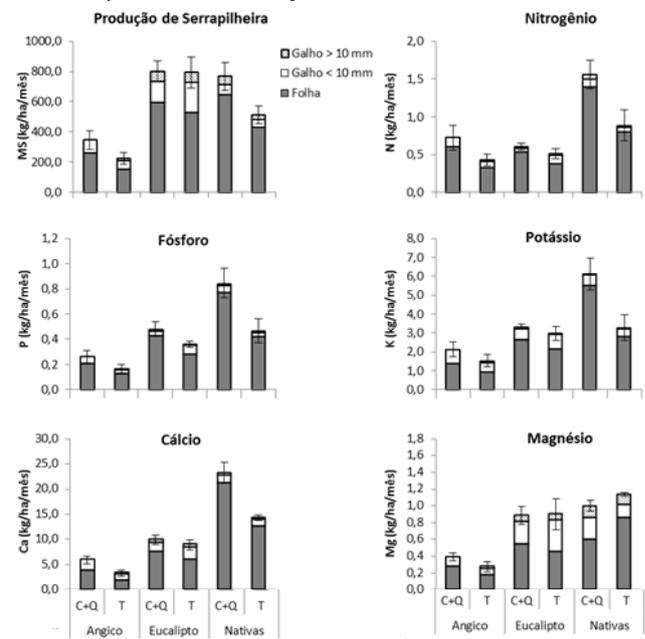


Figura 3 - Produção de serapilheira e quantidades médias mensais de nutrientes na serapilheira depositada durante a estação seca (Abril/2014 a Agosto/2014). MS = matéria seca; C+Q = adubação complementar com cama de aviário + adubação química; T = adubação padrão da empresa. Barras verticais indicam o erro padrão das médias totais (n = 3).