

IMPACTO DO EUCALIPTO NA FERTILIDADE DO SOLO

Jéssica Ribeiro de Oliveira *, Francisco de Assis Braga, Melissa Ramos Costa

* Universidade Federal de Viçosa, jessica.r.ribeiro@ufv.br

RESUMO

O crescimento da demanda por madeira para suprir as necessidades da sociedade promoveu o desflorestamento. Uma alternativa para reduzir o impacto sobre florestas nativas é o cultivo comercial de árvores, em plantios puros ou em consórcio em sistemas agroflorestais. As espécies de eucalipto são utilizadas mundialmente, devido ao crescimento rápido, baixa exigência nutricional e alta capacidade de ciclagem de nutrientes no perfil do solo. Certamente que há diferenças de exigência nutricional entre as espécies de eucalipto, notadamente decorrente das condições biopedoclimáticas nas regiões de ocorrência natural de cada espécie. Conseqüentemente, o cultivo de cada espécie pode ocasionar impactos diferenciados na fertilidade do solo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto do cultivo de diferentes espécies de eucalipto nos atributos químicos do solo. O estudo foi realizado no município de Florestal, Minas Gerais, em plantio experimental com diferentes espécies de eucalipto, implantado em 1984, no Câmpus da Universidade Federal de Viçosa. Foram coletadas amostras de solo na camada 0-5 cm, sob cultivo de quatro espécies de eucalipto – *Eucalyptus microcorys* F. Muell., *E. saligna* Smith, *E. cloeziana* F. Muell., e *Corymbia maculata* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson, e sob área de pastagem adjacente. Nas amostras de solo foram determinados: matéria orgânica, pH, P, K, Ca, Mg, Al, SB (soma de bases trocáveis), m (saturação de alumínio), V (saturação por bases). Em relação à pastagem, os eucaliptos elevaram os níveis de P e de matéria orgânica, promoveram a acidificação do solo, com consequente aumento do Al trocável, em decorrência da elevação da matéria orgânica e da redução do pH. O *E. cloeziana* propiciou elevação nos teores de Ca, o *E. saligna*, além do Ca, também elevou a SB, enquanto o *C. maculata* elevou os teores de K. O *E. microcorys* proporcionou a pior condição de fertilidade dentre as espécies de eucalipto estudadas. Em termos de impacto negativo nos atributos químicos do solo, as espécies de eucalipto avaliadas podem ser ordenadas na seguinte sequência crescente: *E. microcorys* > *C. maculata* > *E. cloeziana* > *E. saligna*. Fica evidente a necessidade de considerar-se a ciclagem e exigência nutricional das espécies de eucalipto, dentre outros fatores, na seleção daquelas mais indicadas para monocultivo ou consorciação em sistemas agroflorestais.

PALAVRAS-CHAVE: atributos químicos do solo, silvicultura comercial, ciclagem de nutrientes.

INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento populacional e a necessidade de produtos florestais para suprir a demanda da sociedade, a silvicultura comercial tem crescido no Brasil e em outros países, sendo a espécie mais utilizada o eucalipto. Tendo em vista que existem espécies de eucaliptos para diversos usos, como lenha, carvão, papel e celulose, óleos essenciais, serraria e movelaria, postes, estacas e mourões. O plantio de eucaliptos fora da região de ocorrência se iniciou a aproximadamente 200 anos, sendo uma alternativa para que florestas nativas não sejam desmatadas. O eucalipto é uma espécie de rápido crescimento, com facilidade para se regenerar e ser manejado em várias rotações (VALVERDE et al. 2015).

Somam-se mais de 600 espécies de eucalipto, incluindo os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, sendo que este último foi recentemente incluído como uma nova divisão do primeiro gênero, proposta por botânicos. As espécies de eucaliptos ostentam grande plasticidade ecológica, rápido crescimento e baixa exigência nutricional desenvolvendo-se e adaptando-se a diversas condições edafoclimáticas. O eucalipto apresenta associação com fungos micorrízicos, assim utilizam de forma efetiva os nutrientes através da ciclagem, onde suas raízes absorvem os nutrientes nas camadas mais profundas e depositam nas camadas superficiais (BARROS e NOVAIS, 1990).

Há vários mitos populares sobre os impactos do cultivo extensivo do eucalipto. Muitos a responsabilizam pela “destruição das matas nativas, esgotamento da água, redução da biodiversidade animal e vegetal, além de sua possível influência sobre o solo, tanto no ponto de vista de seu esgotamento, em função da alta demanda de nutrientes, quanto da proteção e alterações nas propriedades físicas e químicas”. Decorrente disso, surge expressões como, “eucalipto seca o solo”, “nada nasce ou cresce debaixo”, “deserto verde” e “empobrece o solo”, atualmente, já cientificamente esclarecidas (SCOLFORO, 2008).

Comparando plantios de eucaliptos e de pinus, Silva e Braga (2015) observaram maior alteração nos atributos químicos do solo sob cultivo de pinus, notadamente maior acidez e teor de alumínio e redução de bases trocáveis. Braga et al. (2014) relatam condição similar de fertilidade do solo sob cultivo de eucaliptos e mata nativa no longo prazo. Lima (1996) afirma que povoamentos nativos de eucaliptos na maioria das vezes apresentam solos com boa fertilidade natural.

Certamente há diferenças entre as espécies de eucaliptos quanto a exigência nutricional e eficiência na ciclagem de nutrientes no sistema solo-árvore e, conseqüentemente, nos impactos provocados nos atributos químicos do solo. Vale ressaltar que o plantio de eucalipto acarreta impactos positivos e negativos, assim como qualquer outra monocultura, notadamente em relação a biodiversidade de fauna e flora. Porém, o cultivo controlado e o manejo adequado podem mitigar os impactos negativos e potencializar os positivos (SCOLFORO, 2008).

Scolforo (2008) afirma que as técnicas de manejo adotadas nas plantações de eucalipto e os procedimentos de colheita influenciam na retirada de nutrientes do solo. De acordo com o mesmo autor, os eucaliptos possuem baixo consumo de nutrientes, sendo eficientes na absorção e uso de nutrientes por unidade de biomassa florestal produzida. Segundo Carvalho et al. (2016), a serapilheira encontrada nas plantações de eucalipto é de suma importância na ciclagem de nutrientes, através da matéria orgânica proveniente de folhas, galhos e cascas depositadas sobre o solo, podendo levar de um a três anos para se decomporem. As florestas plantadas, para produzirem uma tonelada, deixam no solo aproximadamente 0,3 tonelada de serapilheira

Foelkel (2005) afirma que o eucalipto pode ser utilizado em áreas degradadas e que o solo apresenta baixa fertilidade, pois auxiliará na sua recuperação, adsorvendo os nutrientes disponíveis nas camadas mais profundas e disponibilizando nas camadas superficiais. O mesmo autor cita que o eucalipto devolve e disponibiliza novamente ao solo entre 60% a 70% do N absorvido, 35% a 60% do P, 55% a 80% do K, 40% a 60% do Ca e 55% a 70% do Mg.

Lima (1996) afirma que o cultivo de eucalipto, em geral, promove resultados benéficos nos atributos químicos do solo. Segundo Barros e Novais (1990), as espécies de eucaliptos podem ser separadas de acordo com qualidade dos solos na região de ocorrência natural de cada espécie. Essa indicação permite analisar as espécies apropriadas para o plantio em condições específicas no Brasil.

OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos caracterizar os atributos químicos do solo sob plantio de eucaliptos e avaliar o impacto de diferentes espécies de eucalipto na fertilidade do solo.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O trabalho foi realizado no município de Florestal, localizado na região central do estado de Minas Gerais. A gleba objeto de estudo constitui uma área de plantio experimental de várias espécies de eucaliptos e de pastagem adjacente, localizada no Câmpus de Florestal da Universidade Federal de Viçosa, nas coordenadas geográficas de 19°52'29"S e 44°25'22", com altitude de 783 m.

A cobertura vegetal original da área foi removida e substituída por pastagem até 1984, quando foi realizado plantio florestal experimental, com cerca de 1 ha, permanecendo um remanescente de pastagem adjacente à gleba florestal. Na implantação florestal foi realizado o preparo convencional do solo, com aração e gradagem, coveamento manual para plantio de mudas, com adubação nas covas, utilizando 100g da fórmula NPK 10:28:16. Os tratos culturais consistiram em coroamento manual e roçada mecânica nas entrelinhas, até o fechamento do dossel.

Amostragem de Solo

Foram coletadas amostras de solo na camada de 0-5 cm, em maio de 2017, na área de cultivo de eucaliptos e na área de pastagem (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster.). O solo pertence à classe Latossolo Amarelo distrófico argissólico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Para coleta das amostras na área experimental, inicialmente foram localizadas as parcelas de 25 árvores (5 x 5), espaçamento 3 x 3 m, das espécies *Eucalyptus microcorys* F. Muell., *E. saligna* Smith, *E. cloeziana* F. Muell. e *Corymbia maculata* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson. Cada parcela foi subdividida em quatro quadrantes, sendo coletadas cinco amostras simples, uma no centro de cada quadrante e uma no centro da parcela, perfazendo, portanto, uma amostra composta por cinco sub amostras por parcela. Foi coletada uma amostra composta por cinco sub amostras simples na gleba de pastagem, anexa à área florestal, sendo esta considerada como condição testemunha, para fins de determinação do impacto do cultivo de eucaliptos na fertilidade do solo. Para fins de análise textural, foi tomada uma amostra composta de cinco amostras simples, retiradas na camada de 0-5 cm na área experimental.

Análises Químicas das Amostras de Solo

Foram determinados os seguintes atributos químicos nas amostras de solo, seguindo os métodos preconizados pela EMBRAPA (1997): pH em água relação 1:2,5 (solo:água); Al, Ca e Mg trocáveis, extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, sendo o Al determinado por titulometria com NaOH 0,025 mol L⁻¹; e Ca + Mg por titulometria com EDTA 0,0125 mol L⁻¹; P e K disponíveis, em extrator Mehlich-1 e determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; matéria orgânica por digestão úmida e dicromatometria em meio ácido; P remanescente como a concentração de P da solução de equilíbrio, após agitar, durante 1 h, 5 cm³ de TFSA em 50 mL de solução de CaCl₂ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P.

Análise dos Dados

Os dados dos atributos químicos do solo foram tabulados em planilhas eletrônicas e montados gráficos para comparação dos resultados entre as espécies de eucalipto e em relação à pastagem. Os dados de fertilidade foram submetidos a análise estatística multivariada de agrupamento, com montagem de dendrograma usando a distância média entre os grupos de espécies de eucalipto, sendo formados grupos de espécies com características similares em termos dos atributos químicos do solo.

RESULTADOS

A análise textural indicou que o material de solo da camada superficial da área experimental é argiloso, com 45 % de argila, 11% de silte e 44 % de areia. A textura é importante, pois define a capacidade do solo em adsorver P, ou seja, quanto mais argiloso maior será a adsorção (POTAFOS, 1998).

Os resultados das análises químicas das amostras de solo mostraram o efeito das diferentes coberturas florestais nos atributos químicos do solo. O solo sob *E. saligna* apresentou maiores teores de Ca e de SB e manteve níveis similares de Mg, em relação à pastagem, ao passo que o *E. cloeziana* elevou o Ca, mas reduziu o Mg, mantendo a SB em nível similar ao da pastagem (Figura 1). As espécies *E. microcorys* e *C. maculata* reduziram os teores de Ca e Mg e a SB, sendo o efeito mais pronunciado para a primeira espécie.

Segundo a CFSEMG (1999), considerando a amostragem na camada de 0 a 20 cm, os teores tidos como adequados ao eucalipto são respectivamente de 0,45 a 0,80 de Ca e 0,10 a 0,19 de Mg, em cmolc/dm³. Considerando os resultados obtidos para a camada 0-5 cm, verifica-se que para todas as espécies os teores de Ca e Mg estão adequados, com destaque para *E. saligna* e *E. cloeziana*, que apresentaram os maiores valores. Inúmeros trabalhos relatam que o cultivo de eucalipto proporciona aumento no nível de cátions trocáveis, conforme relato de Lima (1996), tanto no Brasil como noutros países.

O *C. maculata* elevou o teor de K disponível, enquanto o *E. saligna* manteve nível similar ao da pastagem, e as outras duas espécies apresentaram os níveis menores (Figura 2). Embora alguns trabalhos demonstrem que o K é muito extraído pelo eucalipto, outros mostram tendência de aumento em sua concentração no solo sob plantações de eucalipto (LIMA, 1996).

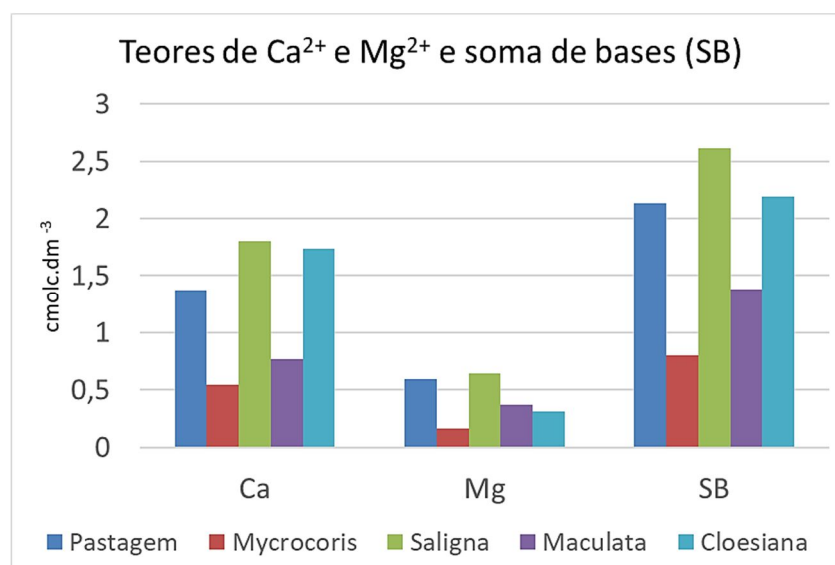


Figura 1: Ca, Mg e Soma de Bases (SB) trocáveis no solo sob pastagem e cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata* e *E. cloeziana*.

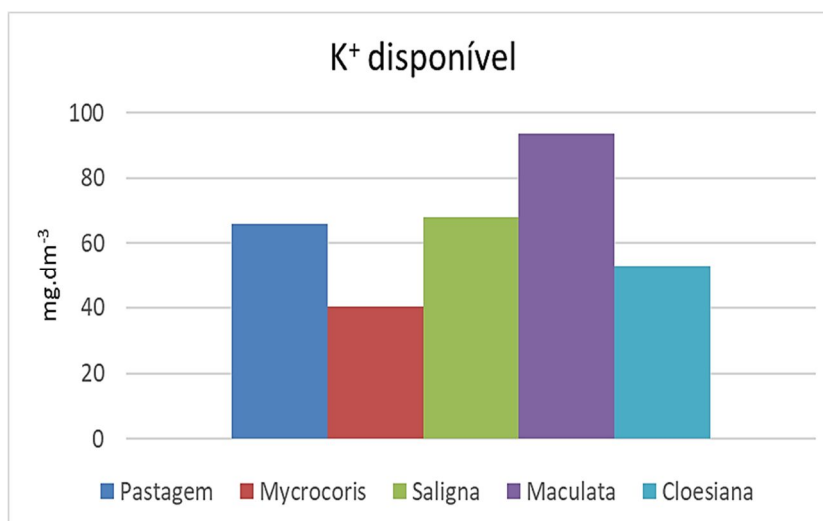


Figura 2: K disponível no solo sob pastagem e cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata* e *E. cloeziana*.

Segundo a CFSEMG (1999), o intervalo adequado para K no solo para cultivo de eucalipto situa-se entre 45 e 90 mg/dm³, na camada de 0-20 cm. Considerando os resultados obtidos, para a camada de 0-5 cm, verifica-se que o K está abaixo do limite para *E. microcorys* e superior para *C. maculata*, enquanto para as outras duas espécies os teores encontram-se dentro do intervalo considerado adequado.

As espécies de eucalipto estudadas elevaram o teor de matéria orgânica em relação à pastagem e, em decorrência disso, reduziram o pH e elevaram os teores e a saturação por alumínio (m), sendo o *E. saligna* a espécie que apresentou o maior valor de pH e o *E. microcorys* a que apresentou o menor valor (Figura 3). Lima (1996), relata situações onde houve aumento e outras redução no pH do solo cultivado com eucaliptos em diferentes regiões do globo.

A matéria orgânica do solo está continuamente sendo decomposta em ácidos orgânicos, dióxido de carbono, formando ácido carbônico, que reage com os carbonatos de Ca e Mg para formarem bicarbonatos solúveis, que são lixiviados, deixando o solo mais ácido, sendo os solos florestais comumente mais ácidos do que aqueles sob gramíneas. A matéria orgânica do solo melhora as condições físicas, aumenta a infiltração de água, diminui as perdas por erosão, fornece nutrientes para as raízes e aumenta a CTC do solo (POTAFOS, 1998).

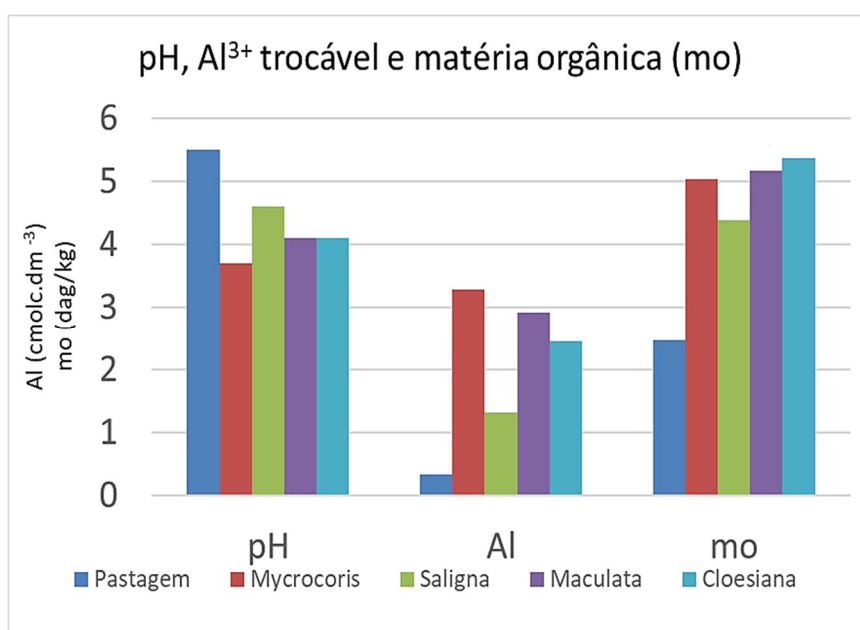


Figura 3: pH, Al³⁺ e matéria orgânica no solo sob pastagem e cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata* e *E. cloeziana*.

As quatro espécies de eucalipto elevaram os teores de P disponível, em relação à pastagem, com destaque para o *C. maculata* (Figura 4). A capacidade em reter P, expressa pelo nível de P-remanescente na solução do solo, foi menor sob *E. microcorys* e *E. saligna*, com valores acima dos observados na pastagem e as demais espécies estudadas (Figura 5).

Segundo CFSEMG (1999), considerando a camada de 0-20 cm, os teores de P disponível adequados para eucalipto, com extrator Mehlich-1, em solos argilosos, é de 4,3 a 4,5 mg/dm³. Neste caso, considerando a amostragem na camada 0-5 cm, somente o *C. maculata* apresentou valor de P considerado adequado.

A quantidade de P-rem, que permanece na solução do solo, depende de fatores como teor de matéria orgânica, textura e tipo de argila, ou seja, quanto maior é o P-rem, menor é adsorção de fosfatos pelo solo. A redução do teor de matéria orgânica provoca a maior exposição de cargas positivas que adsorvem o fosfato, diminuindo a sua concentração na solução de equilíbrio (ALVAREZ et al. 2000).

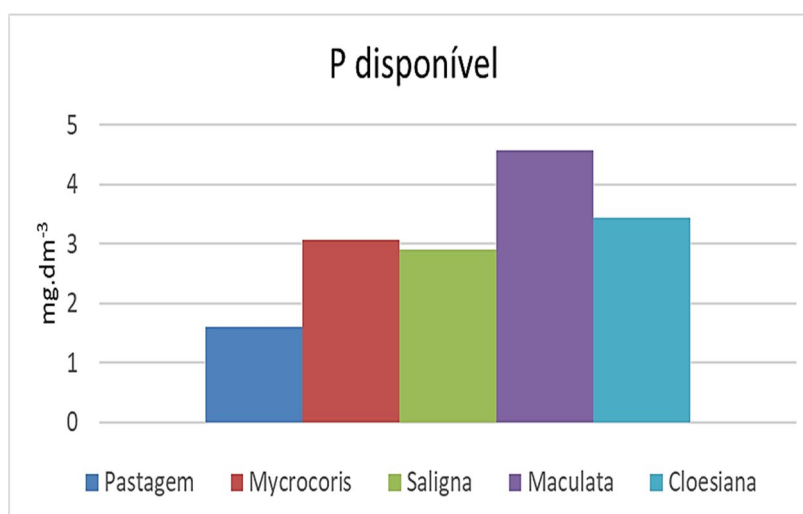


Gráfico 4: P disponível no solo sob pastagem e cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata*, *E. cloeziana*.

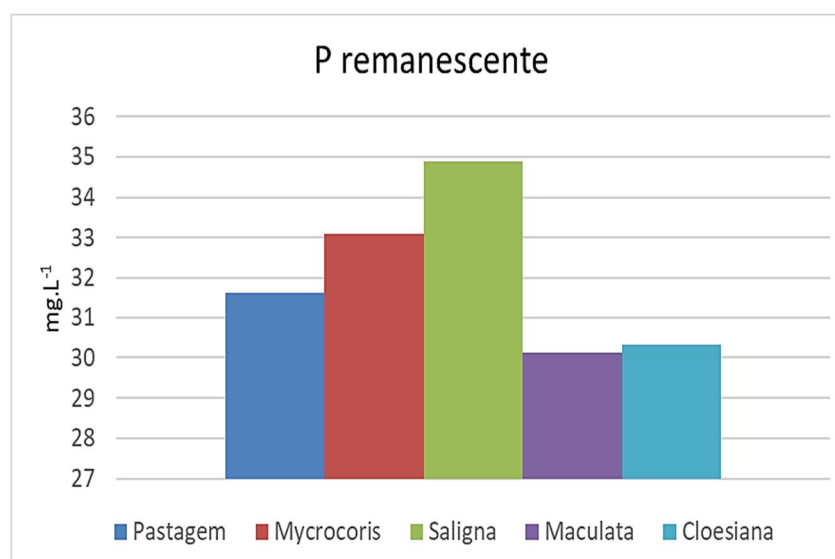


Figura 5: P remanescente no solo sob pastagem e cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata* e *E. cloeziana*.

As espécies *E. microcorys* e *E. saligna* mantiveram os maiores valores de P-remanescente, apesar de apresentaram os menores teores de matéria orgânica (Figuras 3 e 5). Isso se deve, provavelmente, ao maior teor de matéria orgânica leve (MOL) dessas espécies (BRAGA et al., 2015), proporcionando aumento no P-remanescente, pelo fato de os ácidos orgânicos de baixo peso molecular atuarem no bloqueio de sítios de adsorção de fosfato (PEREIRA et al. 2010).

O P movimenta-se pouco no perfil por lixiviação da maioria dos solos, sendo perdido principalmente por erosão superficial, decorrente da remoção de material de solo (POTAFOS, 1998). Portanto, a constante deposição de material orgânico na superfície do solo florestal, acrescenta P regularmente, via decomposição biológica, tendendo a acumular-se nas camadas superficiais (Figuras 3 e 4), em detrimento das bases trocáveis, que são passíveis de lixiviação no perfil, conforme observado por Braga et al. (2014).

A acidez potencial refere-se ao alumínio (Al^{3+}) e hidrogênio (H^+) trocáveis e adsorvidos nas superfícies dos coloides, minerais ou orgânicos, sendo que as espécies de eucalipto apresentaram maiores níveis em relação à pastagem (Figura 6), provavelmente associado com a elevação dos teores de matéria orgânica e à redução do pH do solo.

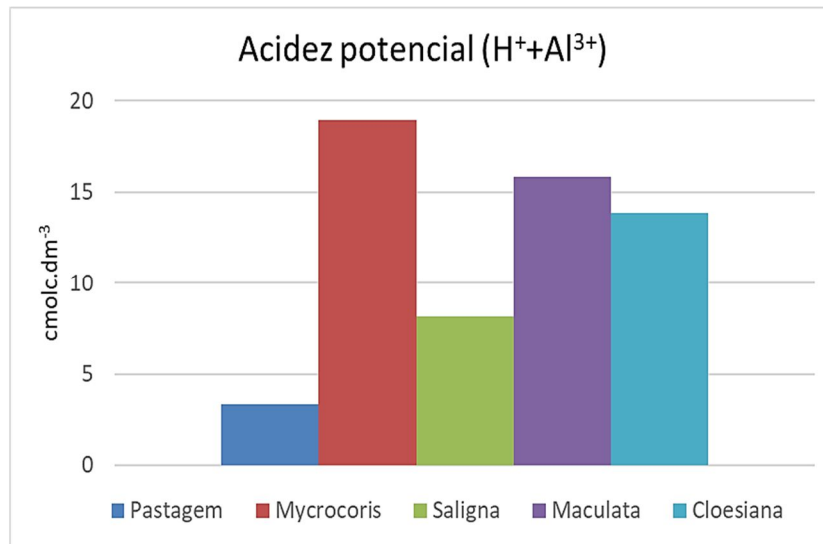


Figura 6: Acidez potencial ($H+Al$) no solo sob pastagem e cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata* e *E. cloeziana*.

A CTC potencial é definida como a quantidade de cátions adsorvida a pH 7,0, sendo a diferença básica entre a CTC efetiva (t) a inclusão do hidrogênio (H^+), que se encontrava em ligação covalente (muito forte) com o oxigênio nos radicais orgânicos e oxihidróxidos de ferro e alumínio, muito comuns nos solos brasileiros. A CTC efetiva reflete a capacidade de troca de cátions do solo no pH natural (POTAFOS, 1998).

As espécies de eucalipto apresentaram CTC potencial (T) superior à pastagem (Figura 7), sendo *E. microcorys* com maior valor e o *E. saligna* o menor. Esse fato deve-se à CTC associada à elevação nos teores de matéria orgânica, bem como ao tipo de matéria orgânica produzido por cada espécie de eucalipto (LIMA et al, 2008; BRAGA et al., 2015). As espécies de eucalipto apresentaram CTC efetiva (t) similares entre si e pouco superior ao da pastagem, indicando elevação nos sítios de troca, provavelmente pela elevação dos teores e da CTC associada à matéria orgânica (Figuras 3 e 7).

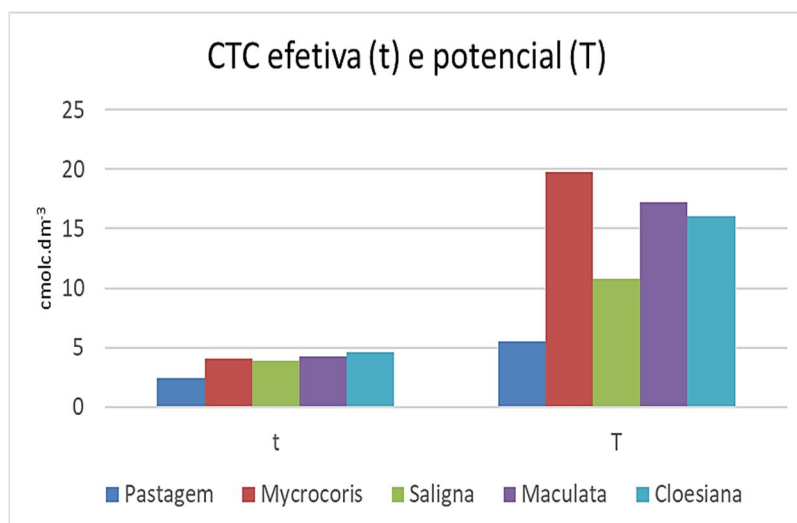


Figura 7: Capacidade de troca de cátions efetiva (t) e potencial (T) no solo sob pastagem e cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata* e *E. cloeziana*.

A saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V) indica os sítios de troca de cátions do complexo coloidal do solo que estão ocupados por bases, ou seja, o percentual das cargas negativas a pH 7,0 que estão ocupadas por Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e, às vezes, Na⁺, em relação com aqueles ocupados por H⁺ e Al³⁺ (POTAFOS, 1998). O valor de V é utilizado para separar solos em termos de fertilidade - os solos eutróficos apresentam saturação por bases igual ou superior a 50% e os solos distróficos, valores inferiores a 50%. A saturação por bases indica que os solos sob os eucaliptos apresentaram condição de fertilidade inferior ao da pastagem, sendo o *E. saligna* com o melhor valor (Figura 8).

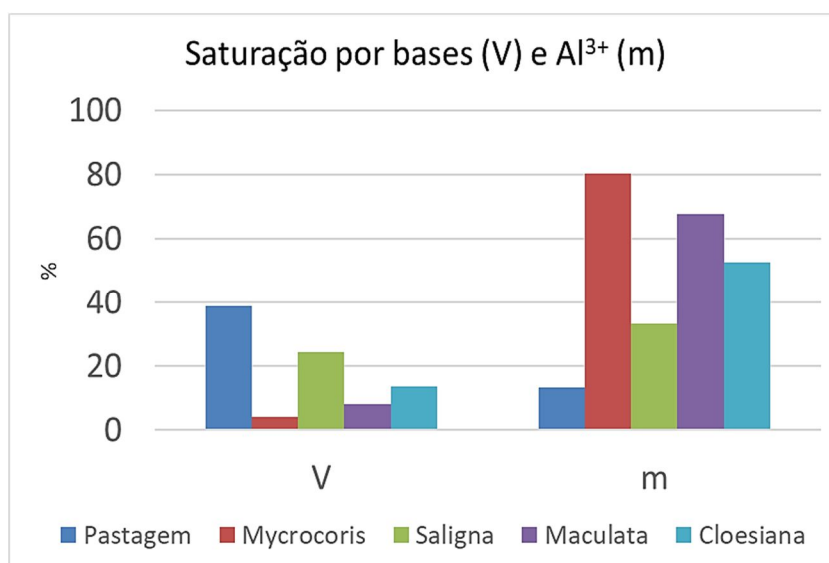


Figura 8: Saturação por bases (V) e por alumínio (m) no solo sob cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata*, *E. cloeziana* e pastagem.

A saturação por alumínio (m) indica a porção da CTC efetiva (t) ocupada por acidez trocável, ou seja, a porção de cargas negativas do solo no pH natural ocupada por Al trocável (POTAFOS, 1998). As quatro espécies de eucalipto apresentaram valores superiores ao da pastagem. O *E. saligna* apresentou o menor valor de m, e inferior a 50%, provavelmente pelo maior valor do pH, menor teor de matéria orgânica (Figura 3) e maior soma de bases trocáveis (Figura 1).

Dentre as espécies de eucalipto estudadas neste trabalho, segundo Barros e Novais (1990), o *E. cloeziana* apresenta a maior plasticidade, ocorrendo sob diferentes condições edafoclimáticas na sua região de origem. Por outro lado o *E. saligna* e o *E. microcorys* estão presentes somente em sítios florestais de melhor qualidade. O *E. saligna* desenvolve-se em solos de boa fertilidade, podendo apresentar maior exigência nutricional, como de K. O *E. microcorys* é uma espécie relativamente exigente, crescendo somente em solos de alta soma de bases (Ca, Mg e K) e baixa para P. O *C. maculata* ocorre em sítios medianos e em diversos tipos de solos, especialmente derivados de arenito.

Em termos gerais, no presente estudo, observou-se o que o *E. cloeziana* apresentou posição mediana, em termos de alterações nos atributos químicos do solo, mantendo níveis mais próximos da condição testemunha sob pastagem. Apesar da ocorrência natural em sítios florestais de melhor qualidade, o *E. saligna* mostrou-se eficiente na absorção, uso e ciclagem de nutrientes, mantendo os atributos químicos do solo, em sua maioria, iguais ou superiores aos sob pastagem. O *C. maculata* mostrou-se pouco exigente em K, mantendo seu nível relativamente elevado no solo. O *E. microcorys* confirmou ser relativamente mais exigente em termos nutricionais, promovendo a maior magnitude negativa de alterações nos atributos químicos do solo.

A análise de agrupamento, no nível 5 de distância média entre os grupos (Figura 9), mostrou similaridade de atributos químicos do solo entre o *E. saligna* e a pastagem, indicando ser esta espécie a que relativamente menos alterou a fertilidade do solo (Gráfico 6). *E. cloeziana*, *E. microcorys* e *C. maculata* apresentaram alterações relevantes nos atributos químicos do solo. Esta diferenciação de comportamento dos eucaliptos pode estar associada à exigência nutricional e à condição dos solos nas regiões de ocorrência natural de cada espécie (BARROS e NOVAIS, 1990).

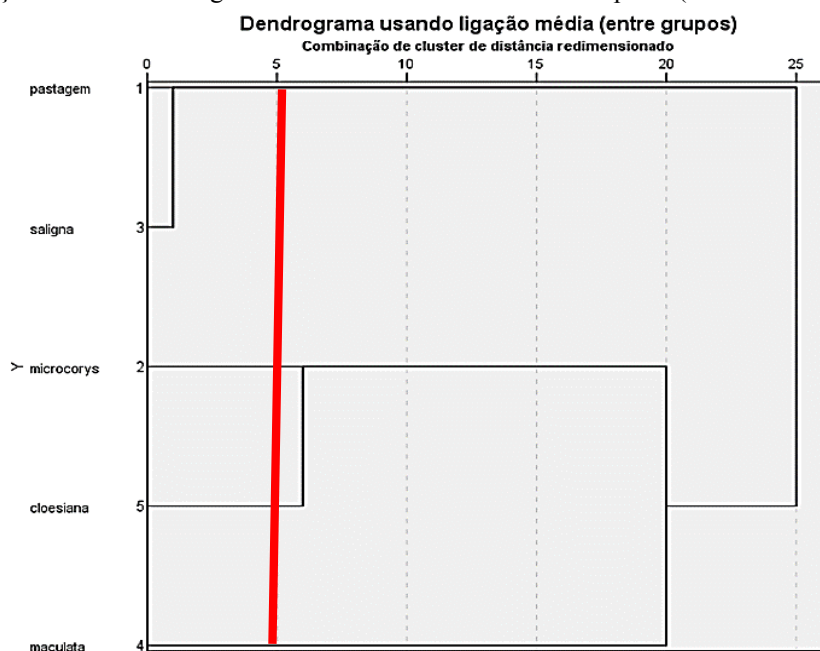


Figura 9: Dendrograma de agrupamento para os atributos químicos do solo sob pastagem ou cultivo de *Eucalyptus microcorys*, *E. saligna*, *Corymbia maculata*, *E. cloeziana*.

CONCLUSÕES

O cultivo das diferentes espécies de eucalipto por 33 anos alterou os atributos químicos da camada superficial do solo em relação à pastagem inicial adjacente.

Em termos gerais, os eucaliptos elevaram os níveis de matéria orgânica e de P disponível, promoveram a acidificação e o aumento do Al trocável.

O *E. cloeziana* propiciou elevação nos teores de Ca, enquanto o *E. saligna* elevou também a soma de bases. O *C. maculata* elevou os teores de K disponível, enquanto o *E. microcorys* propiciou as piores condições de fertilidade do solo.

Considerando a magnitude dos impactos negativos nos atributos químicos da camada superficial do solo, as espécies de eucalipto estudadas podem ser ordenadas na seguinte sequência crescente: *E. microcorys* > *C. maculata* > *E. cloeziana* > *E. saligna*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, V. H.; Novais, R. F.; Dias, L. E.; Oliveira, J. A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo SBCE**, n. 25, p. 27-33, 2000.

2. Barros, N. F.; Novais, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990.
3. Braga, R. M.; Braga, F. A.; Venturin, N.; Protásio, T. P. Long-term impact of eucalyptus on the chemical characteristics of dystroferic red latosol. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 8, n. 17, p. 313-322, 2014.
4. Braga, R. M.; Ventorim, N.; Silva, C. A.; Moreira, F. M. S.; Braga, F. A. **Frações orgânicas do solo sob diferentes coberturas florestais**. In: Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Natal-RN, 2015. Viçosa: SBCS. 2015. Disponível em <<https://www.sbc.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/510.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2017.
5. Carvalho, D. C.; Pereira, M. G.; Toledo, L. O.; Simon, C. A.; Rodrigues, J. S.; Fernandes, J. C. F.; Silva Neto, E. C. Ciclagem de nutrientes de um plantio de eucalipto em regeneração de espécies nativas no sub-bosque. **Revista Floresta**, v. 47, n. 1, p. 17-27, 2017.
6. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez V., V. H. (eds.) Viçosa, MG, 1999.
7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. (EMBRAPA-CNPq. Documentos 1).
8. Foelkel, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. **Eucalyptus Newsletter**, n. 2, out. 2005.
9. Lima, A. M. N.; Silva, I. R.; Neves, J. C. L.; Novais, R. F.; Barros, N. F. D.; Mendonça, E. D. S.; Demolinari, M. S. M.; Leite, F. P. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1053-1063, 2008.
10. Lima, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1996.
11. Pereira, M. G.; Loss, A.; Beutler, S. J.; Torres, J. L. R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 5, p. 508-514, 2010.
12. Instituto de Potassa e Fosfato (POTAFOS). **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed.. Piracicaba: POTAFOS, 1998.
13. Scolforo, J. R. **O mundo do eucalipto: os fatos e mitos de sua cultura**. Rio de Janeiro: Mar de Ideias, 2008.
14. Silva, J. M. C.; Braga, F. A. **Impacto do eucalipto e do pinus nos atributos químicos do solo**. In: III Simpósio Mineiro de Ciência do Solo, 2015, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. Anais...Viçosa, 2015. v. 1. p. 218-220.
15. Valverde, S. R.; Mafra, J. W. A.; Miranda, M. A.; Souza, C. S.; Vasconcelos, D. C. **Silvicultura brasileira – Oportunidades e desafios da economia verde**. Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. FBDS. São Paulo. v. 1. 2015. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-29.pdf>>. Acesso em: 25 abril 2017.