

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO DISTRITO FEDERAL

Nathalia Batista Melo¹
 Marco Bruno Xavier Valadão²
 Alcides Gatto³
 Fabiana Piontekowski Ribeiro⁴
 Jonas Inkotte⁵

RESUMO

Os atributos químicos do solo são fatores determinantes para o bom desenvolvimento das plantas, entretanto, as alterações no uso do solo e as práticas de manejo podem ocasionar desequilíbrios e redução da produtividade local. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo comparar parâmetros de fertilidade em área de Cerrado nativo, pastagem, povoamento florestal e agricultura de grãos no Distrito Federal. O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa – Brasília-DF, em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 4 x 3, do qual foram avaliados 4 locais e 3 profundidades de coleta (0-20, 20-40, 40-60) e analisados os seguintes parâmetros químicos edáficos: pH, Matéria orgânica, Acidez do solo e Al trocável, saturação por bases, CTC, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn). Para verificação estatística dos resultados obtidos, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e um teste de médias (tukey a 5% de significância) a posteriori. Os solos das quatro áreas foram classificados como distróficos, e as áreas de vegetação nativa de Cerrado e povoamento de eucalipto foram classificados como solos ácidos e com baixa fertilidade devido aos altos teores de alumínio e baixa CTC. As áreas de plantio e pastagem apresentaram as melhores condições de fertilidade do solo, sendo a adubação periódica efetuada preponderante para a manutenção da fertilidade dos solos das duas áreas.

Palavras-chave: Fertilidade do solo. Plantios de eucalipto. Cerrado. Pastagem. Plantio de milho.

1 INTRODUÇÃO

O solo possui papel fundamental na garantia da capacidade produtiva de agrossistemas, fluxo e qualidade da água, manutenção da biodiversidade e equilíbrio dos gases atmosféricos (LOPES; GUILHERME, 2007). O manejo correto da fertilidade de solos ácidos p. ex. do Cerrado garantem a aptidão para a produção de culturas anuais, perenes e reflorestamento.

¹ Graduanda em Engenharia Florestal - Universidade Federal de Goiás–UFG.

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade de Brasília–UnB.

³ Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade de Brasília – UnB.

⁴ Doutora em Ciências Florestais - Universidade de Brasília – UnB.

⁵ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade de Brasília–UnB.

E-mail: jonasink@gmail.com.

Entretanto, manter a fertilidade do solo em níveis adequados para cultivo é oneroso e requer o conhecimento técnico da necessidade nutricional de cada cultivar a ser plantado. Para culturas anuais, a periodicidade da adubação e as práticas de conservação das propriedades físicas do solo devem ser consideradas, uma vez que os ciclos de plantio alteram as propriedades físico-químicas (MARTINS et al., 2015). Em reflorestamentos os atributos físicos e químicos tendem a se manterem principalmente em função da ausência de cultivo contínuo de ciclos curtos (BALDOTTO et al., 2015).

As mudanças no uso da terra que ocorrem no Cerrado brasileiro com a expansão da fronteira agrícola, por vezes provocam alterações físico-químicas acarretando em sua degradação (SOUZA; ALVES, 2003), por exemplo, redução no teor de umidade e na resistência à penetração (CARNEIRO et al., 2009), além de perdas nutricionais (LOURENTE et al., 2011).

Desta maneira, estabelecer índices de qualidade do solo, por meio do monitoramento constante de suas características químicas, físicas e biológicas do solo, possibilita uma aferição de impactos oriundos de diferentes sistemas de produção (ARAÚJO et al., 2007). Na avaliação da qualidade química do solo, procede-se à realização de análises laboratoriais do solo, que indicam condição atual de acidez, teores de elementos essenciais e tóxicos às plantas.

Soma de bases (SB), saturação por bases (V), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por alumínio (m) e acidez ativa e trocável (Al^{3+}) são alguns resultados obtidos por meio dessas análises (CORREIA et al., 2004). As concentrações de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cl, Fe, B, Mn, Mo, Zn, Cu e Ni) também fornecem informações valiosas a respeito da fertilidade em solos destinados à produção e em áreas nativas.

Em detrimento de diferentes sistemas de uso e manejo do solo, qual seria o impacto nos respectivos atributos químicos? Nesse contexto o presente trabalho teve como objetivo comparar parâmetros de fertilidade em área de Cerrado nativo, pastagem, povoamento florestal e agricultura de grãos no Distrito Federal.

2 MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL), pertencente à Universidade de Brasília (UnB), entre as coordenadas geográficas: 15° 56' 00" S / 47° 55' 00" W e 15° 59' 00" S / 47° 58' 00" W. A altitude média da região é de 1.100 m, com predomínio de Latossolos Vermelho Amarelo, com características distróficas, segundo o Sistema Brasileiro de

Classificação de solos (EMBRAPA, 2013), e com vegetação primária de Cerrado *sensu stricto* (RIBEIRO; WALTER 2008).

O clima, segundo a classificação de Koppen é do tipo Aw (tropical estacional savana); temperatura mínima e máxima de 12,0 e 28,5 °C, respectivamente; precipitação pluvial média anual de 1.500 mm e; pronunciada estação seca nos meses entre julho a setembro (NIMER, 1989).

O solo da área de agricultura de grãos e pastagem foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. No Cerrado e povoamento de eucalipto a classificação foi de Latossolo Vermelho. As áreas estudo apresentavam as seguintes características:

- I. Área de plantio florestal de eucalipto com o híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* implantada em 2010 com densidade média de 1.330 plantas por hectare. O preparo do solo foi realizado com subsolagem a 70 cm de profundidade e incorporação de 500 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 280 g/planta de formulado NPK 20-5-20, além da adição de B e Zn realizada em duas aplicações.
- II. A pastagem estava estabelecida com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com aplicação de duas toneladas de calcário por hectare com aplicação de 450 kg ha⁻¹ de formulado NPK 10-10-10 no ano de 2014.
- III. Na área sob o plantio de milho, cultivar Ag 4051, anualmente ocorre aplicação de 350 kg ha⁻¹ de 4-30-16 com adição de 0,4 % de zinco e 300 kg ha⁻¹ de ureia. No preparo do solo foi feito subsolagem e gradagem. Em 2014 foram aplicadas duas toneladas de calcário dolomítico com PRNT de 70 % juntamente com duas toneladas e meia de gesso incorporado com subsolador e grada niveladora;
- IV. Na área de Cerrado sentido restrito houve a ocorrência de incêndio no ano de 2011.

Em cada área estudada, com auxílio de trado holandês, foram coletadas quatro amostras compostas oriundas de vinte amostras simples nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60 cm adotando-se o caminhamento em ziguezague sobre a área de coleta, originando assim, 48 amostras compostas que foram devidamente armazenadas e encaminhadas para o laboratório para as análises químicas.

Na determinação do N, foi realizada a digestão sulfúrica, definida pelo método Kjeldahl e o S foi determinado por turbidimetria. Para os teores de Ca, Mg, P, K, S, Fe, Zn, Cu e Mn as amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica. O P e S foram determinados em espectrofotômetro de absorção molecular, o K por fotometria com emissão de chama, e Ca, Mg,

Fe, Zn, Cu e Mn pelo espectrofotômetro de absorção atômica. Para o B utilizou-se mufla à 600 °C e determinação em espectrofotômetro, pelo método da Azometina H⁺ (WOLF, 1974).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 4 x 3, do qual foram avaliados 4 locais de cultivo e 3 profundidades de coleta. Para verificação estatística dos resultados obtidos foi realizada a análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre os atributos químicos testados à 5 % de probabilidade pelo teste de médias Tukey. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Statistica 8.0

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos atributos químicos mostrou que os solos das quatro áreas foram classificados como distróficos, por apresentarem saturação por bases (V) abaixo de 50 % (SOUSA; LOBATO, 2004). Na vegetação nativa de Cerrado e povoamento de eucalipto constatou-se que os percentuais de saturação por alumínio (m) ficaram acima de 50 %, o que denota, segundo Reatto et al. (2008), solos ácidos e de baixa fertilidade (Tabela 1).

Nas áreas florestais, os baixos teores de cátions trocáveis, especialmente Ca²⁺ e Mg²⁺, refletiram, negativamente, na soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V). Mesmo diante de demandas nutricionais, não se realizou calagem antes da implantação do povoamento florestal. A deficiência, principalmente de cálcio – que pode contribuir em até 65 % da capacidade de troca catiônica – resulta em diminuição da produtividade em plantios de eucalipto (SILVEIRA et al., 2014). No reflorestamento, esses dois macronutrientes nem sequer chegaram a ser detectados na rotina de análise. Isso pode ser atribuído ao limite de detecção do aparelho utilizado na metodologia.

Neste contexto, Raij (2011) afirma que isolar a deficiência de Ca²⁺ do problema da acidez excessiva é bastante difícil, já que os solos que apresentam baixos teores de cálcio são geralmente ácidos. Ainda segundo o autor, nessas condições, como foi o caso do plantio de eucalipto, a calagem corrige a acidez e fornece cálcio. Em geral, Ca²⁺ e Mg²⁺ são fornecidos ao solo antes do plantio pela prática da calagem (SANTANA et al., 2014). Ao atender de forma correta a demanda desse macronutriente secundário, é possível garantir uma produção estimada entre 20 e 70 m³. ha. ano de incremento médio anual (SANTANA et al., 2014)

Ainda sobre Ca²⁺ e Mg²⁺, as áreas de pastagem e cultivo de milho e apresentaram teores mais elevados desses elementos, em relação ao cerrado e plantio de eucalipto na profundidade

de 0-20 cm (Tabela 2.). O dois macronutrientes secundários foram os únicos a apresentarem diferença na camada mais profunda (Tabela 4). No caso das áreas de produção agropecuária, esse padrão pode estar relacionado, principalmente, às adubações periódicas na pastagem e anual no caso do plantio de milho. Neste caso, os níveis dos dois elementos estavam adequados segundo Sousa e Lobato (2004).

Ao comparar o pH das três profundidades dentro de cada área, somente o plantio de eucalipto apresentou distinção entre as camadas (Tabela 1). De 0-20 cm o pH é mais ácido também no povoamento florestal, porém não houve diferença entre o Cerrado (Tabela 2.) a ausência de calagem também pode ter contribuído para essa semelhança. A acidez ativa (pH), considerada de baixa a média (SOUSA; LOBATO, 2004). Esse padrão de acidez na camada superficial também foi constatado em Latossolo Amarelo em área de Cerrado no estado de Minas Gerais (ALMEIDA et al., 2014). Sistemas agrossilvopastoris, que utilizam eucalipto, tendem a apresentar níveis de pH mais elevados quando comparados com plantios convencionais em Latossolo Vermelho Amarelo também no cerrado mineiro (FREITAS et al., 2012), em geral, por não contemplar a prática de calagem ou quando realizada em dosagem inferior a necessária para corrigir a acidez, a consequência é o desequilíbrio.

Em relação aos teores de macronutrientes primários, a camada de 0-20 cm também apresentou as maiores médias nas três áreas. Porém, houve diferenças significativas, entre as três camadas, apenas na agricultura e pastagem para o fósforo (Tabela 1). Esse resultado é atribuído principalmente à adubação de manutenção realizada periodicamente.

De maneira geral, os solos das quatro áreas – que possuem uma porcentagem de argila entre 36-60 % – apresentaram baixos teores de P (SOUSA; LOBATO, 2004). Esse padrão pode ser atribuído ao baixo teor de matéria orgânica e elevado teor de argila, que contribuem para o aumento da adsorção de P em solos do cerrado (MOURA et al., 2015) que passam a ser dreno desse elemento. Os teores de potássio também apresentaram valores médios maiores na camada de 0-20 dentro de cada área (Tabela 1). Porém, houve semelhanças em relação às camadas mais profundas, contrário do constatado para o fósforo. Esse padrão também foi verificado na comparação entre as áreas na profundidade de (Tabela 2.).

O K é um nutriente que apresenta boa mobilidade vertical no perfil do solo (ERNANI et al., 2007). Essa característica está associada à rápida mineralização do K (BOER et al., 2007) e no caso do Cerrado o seu baixo poder tampão, uma vez que há grande predominância de argilas 1:1, além de oxi-hidróxidos de Fe e Al (ERNANI et al., 2007). A adubação periódica

nas áreas de agricultura e pastagem também contribuiu para as maiores médias de soma de bases e menores de Al^{3+} em relação ao eucalipto e cerrado. (Tabela 2, 3 e 4.).

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, verificou-se que a $CTC_{efetiva}$, em comparação com a CTC_{total} , melhor distinguiu as áreas estudadas e respectivas profundidades (Tabela 1, 2, 3 e 4). Segundo Ernani et al. (2007), em solos do Cerrado, a $CTC_{efetiva}$ o teor de matéria orgânica, são parâmetros úteis para estabelecer comparações. Trabalhos conduzidos em solos de Cerrado também verificaram essa relação p. ex. (AZEVEDO et al., 2007; BRESSAN et al., 2013), principalmente com a MO, porém os resultados desse trabalho, para esta característica, não atestaram de forma clara essa relação (Tabela 2, 3, 4).

Tabela 1. Valores médios de atributos químicos do solo em área de eucalipto (EUC), agricultura (AGR), pastagem (PAS) e cerrado (CER) e respectivas profundidades

Áreas	Profundidades	pH	MO (dag kg ⁻¹)	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al	T	t	SB	V m	
													(H ₂ O)	--(mg dm ⁻³)--
EUC	0-20	4,2b	4,1a	0,6a	16,50a	0,00a	0,00a	0,6a	8,1a	8,2a	0,67a	0,04a	0,50a	93,75a
	20-40	4,8ab	3,1ab	0,3a	11,00ab	0,00a	0,00a	0,2ab	5,0ab	5,0ab	0,18ab	0,03ab	1,00a	63,75b
	40-60	5,2a	2,7b	0,3a	9,75b	0,00a	0,00a	0,0b	4,3b	4,4b	0,03b	0,03b	0,50a	0,00ab
AGR	0-20	5,7a	4,2a	3,0a	43,50a	1,80a	0,9a	0,0a	5,6a	8,4a	2,84a	2,84a	33,25a	0,00a
	20-40	5,5a	2,9b	0,5b	20,00b	0,60b	0,3b	0,0a	4,6a	5,5b	0,90b	0,90b	16,25b	0,00a
	40-60	5,6a	3,1b	0,6b	23,25ab	0,80ab	0,4ab	0,0a	4,4a	5,6b	1,23ab	1,23ab	21,50ab	0,00a
PAS	0-20	5,6a	5,0a	1,2a	44,50a	2,10a	1,0a	0,0a	3,5a	6,8a	3,30a	3,26a	49,23a	1,73a
	20-40	5,7a	3,6a	0,5b	23,50b	1,20b	0,6ab	0,0a	3,6a	5,5ab	1,68ab	1,86ab	32,97a	0,00a
	40-60	5,5a	2,7a	0,4b	16,25b	0,30c	0,3b	0,0a	2,9a	3,9b	1,03b	0,99b	25,07a	0,00a
CER	0-20	5,3a	4,9a	0,6a	33,75a	0,09a	0,06a	0,5a	7,6a	7,8a	0,72a	0,23a	2,90a	69,45a
	20-40	5,3a	4,0ab	0,4a	19,50ab	0,01b	0,04b	0,3ab	6,2ab	6,4ab	0,48ab	0,18a	2,75a	61,00ab
	40-60	5,4a	2,9b	0,3a	10,00b	0,06ab	0,03c	0,1b	4,3b	4,4b	0,16b	0,11a	2,58a	21,80b

Médias seguidas com a mesma letra na coluna não diferem entre si.

Tabela 2. Valores médios de atributos químicos do solo em área de eucalipto, agricultura, pastagem e cerrado na profundidade de 0-20 cm

Área	pH	MO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	T	t	SB	V	m
	(H ₂ O)	(dag kg ⁻¹)	---(mg dm ⁻³)---		----- (cmol _c dm ⁻³)-----							----- (%)-----	
EU C	4,2b	4,1 _{NS}	0,6b	16,50 b	0,00b	0,00b	0,6a	8,1a	8,2ab	0,67b	0,04b	0,50 b	93,7 5a
AG R	5,7a	4,2 _{NS}	3,0a	43,50 ab	1,80a	0,90a	0,0b	5,6ab	8,4a	2,84a	2,84a	33,2 5a	0,00 b
PA S	5,6a	5,0 _{NS}	1,2b	44,50 a	2,13a	1,00a	0,04ab	3,5b	6,8b	3,30a	3,26a	49,2 3a	1,73 b
CE R	5,3a b	4,9 _{NS}	0,6b	33,75 ab	0,09b	0,06b	0,5ab	7,6ab	7,8ab	0,72b	0,23b	2,90 b	69,4 5a

Médias seguidas com a mesma letra na coluna não diferem entre si.

Tabela 3. Valores médios de atributos químicos do solo em área de eucalipto, agricultura, pastagem e cerrado na profundidade de 20-40 cm

Área	pH	MO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	T	t	SB	V	m
	(H ₂ O)	(dag kg ⁻¹)	---(mg dm ⁻³)---		----- (cmol _c dm ⁻³)-----							----- (%)-----	
EU C	4,8b	3,1ab	0,3a	11,0 0a	0,00b	0,00a	0,2a	5,0ab	5,0a	0,18b	0,03b	1,00 c	63,7 5a
AG R	5,5a b	2,9b	0,5a	20,0 0a	0,60a	0,30a	0,0a	4,6ab	5,5a	0,90a	0,90a	16,2 5a	0,00 b
PA S	5,3a	4,0ab	0,4a	19,5 0a	1,20a	0,60b	0,0a	3,6b	5,5a	1,68a	1,86a	32,9 7a	0,00 b
CE R	5,3a b	4,0a	0,4a	19,5 0a	0,01ab	0,04a	0,3a	6,2a	6,4a	0,48ab	0,18ab	2,75 b	61,0 0a

Médias seguidas com a mesma letra na coluna não diferem entre si.

Tabela 4. Valores médios de atributos químicos do solo em área de eucalipto, agricultura, pastagem e cerrado na profundidade de 40-60 cm

Área	pH	MO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	T	t	SB	V	m
	(H ₂ O)	(dag kg ⁻¹)	---(mg dm ⁻³)---		----- (cmol _c dm ⁻³)-----							----- (%)-----	
EU C	5,2a	2,7a	0,3a	9,75 a	0,00b	0,00b	0,0a	4,3a	4,4ab	0,03c	0,03b	0,50 b	0,00 b
AG R	5,6a	3,1a	0,6a	23,2 5a	0,80a	0,40a	0,0a	4,4a	5,6a	1,23a	1,23a	21,5 0a	0,00 b
PA S	5,5a	2,7a	0,4a	16,2 5a	0,30ab	0,30ab	0,0a	2,9b	3,9b	1,03ab	0,99ab	25,0 7a	0,00 b
CE R	5,4a	2,9a	0,3a	10,0 0a	0,06ab	0,03ab	0,1a	4,3a	4,4ab	0,16bc	0,11b	2,58 b	21,8 0a

Médias seguidas com a mesma letra na coluna não diferem entre si.

4 CONCLUSÃO

A adubação periódica efetuada no cultivo de milho e pastagem foi preponderante para a manutenção da fertilidade dos solos das duas áreas. Ainda sim, os baixos valores de saturação por bases atestaram o padrão distrófico dos quatro sistemas. Nas áreas florestais o déficit de fertilidade foi atribuído principalmente aos altos índices de saturação por alumínio.

A baixa fertilidade aliada aos altos níveis de umidade são características inerentes dos solos do Cerrado. Porém, o manejo correto da fertilidade em áreas destinadas à produção ainda configura na alternativa mais viável para atenuar tais efeitos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.F.; MACHADO, H.A.; MARTINS, F.P.; QUEIROZ, I.D.S.; TEIXEIRA, W.G.; MIKHAEL, J.E.R.; BORGES, E.N. Correlação do tamanho e da distribuição dos agregados em Latossolos amarelo da região do Triângulo Mineiro com diferentes ambientes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, p. 1325-1334, 2014.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1099-1108, 2007.
- AZEVEDO, D.M.P.; LEITE, L.F.C.; TEIXEIRA NETO, M.L.; DANTAS, J.S. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.38, p.32-40, 2007.
- BALDOTTO, M.A.; VIEIRA, E.M.; SOUZA, D.O. ; BALDOTTO, L.E.B. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, p. 225-230, 2015.
- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1269-1276, 2007.
- BRESSAN, S.B.; NÓBREGA, J.C.A.; NÓBREGA, R.S.A. I; BARBOSA, R.S.; SOUSA, L.B. Plantas de cobertura e qualidade química de Latossolo Amarelo sob plantio direto no cerrado maranhense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, p.371-378, 2013
- CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 147-157, 2009.

CORREIA, J.R.; REATTO, A; SPERA, S.T. **Solos e suas relações com o uso e o manejo.** In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Eds. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. p. 29-58.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. **Potássio.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., Eds. Fertilidade do Solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.551-594.

FREITAS, D.A.F.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; CURI, N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, p. 417-428, 2012.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., Eds. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG, p. 1-64, 2007.

LOURENTE, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; ALOVISI, A.M.T.; GOMES, C.F.; GASPARINI, A.S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo sob condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, p. 20-28, 2011.

MARTINS, E.C.A.; PELUZIO, J.M.; OLIVEIRA JUNIOR, W.P.; TSAI, S.M.; NAVARRETE, A.A.; MORAIS, P.B. Alterações dos atributos físico-químicos da camada superficial do solo em resposta à agricultura com soja na Várzea do Tocantins. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 5, p. 56-62, 2015.

MOURA, J.B.; VENTURA, M.V.A.; CABRAL, J.S.R; AZEVEDO, W.R. Adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho Distrófico sob vegetação de Cerrado em Rio Verde GO. **Fronteiras: journal of social, technological and environmental science**, Anápolis, v. 3, p. 1-15, 2015.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2ª ed, Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989, 421 p.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. *Cerrado: Ecologia e Flora*. EMBRAPA, Brasília. Pp. 151-212.

SANTANA, R.C.; FONTAN, I.C.I.; OLIVEIRA, L.S. **Implantação, Manutenção e Produtividade dos Povoamentos.** p. 166. In: Vale, A.B.; Machado, C.C.; Pires, J.M.M.; Vilar, M.B.; Costa, C.B.; Nacif, P.A. (Eds.). *Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência*, Viçosa, SIF, 2014.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, A.N.; MOREIRA, A. **Evaluation of the nutritional status of eucalypts: visual and foliar diagnoses and their interpretation.** In: GONÇALVES, J. L. M. **Forest Nutrition Fertilization.** Piracicaba: IPEF 2004. p.79-104.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Correção de acidez do solo.** In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds). **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p. 81-96.

SOUZA, M.Z.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.133-139, 2003.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011, p. 126.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T.; MARTINS, E.S. **Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos.** In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora.** Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2008. v. 1, p. 107-150.

WOLF, B. Improvement in the azomethine-H method for the determination of boron. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 5, n. 1, p. 39-44, 1974.