



## AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE RESERVA LEGAL, SÃO DOMINGOS DO ARAGUAIA, PARÁ

Romildo Torres da Gama<sup>1</sup>

[romildo.gama@inpa.gov.br](mailto:romildo.gama@inpa.gov.br)

Andréa Hentz de Mello<sup>2</sup>

[andreahez@unifesspa.edu.br](mailto:andreahez@unifesspa.edu.br)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Romildo Torres da Gama y Andréa Hentz de Mello (2017): "Avaliação da fertilidade do solo em área de reserva legal, São Domingos do Araguaia, Pará", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (abril 2017). En línea:

<http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/04/fertilidade-solo-araguaia.html>

**RESUMO:** O estudo da fertilidade do solo é fundamental tanto para agricultura como para preservação e proteção ambiental. Resultados obtidos sugerem que a capacidade de suporte de nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas em área de reserva legal é limitada em condições naturais. O diagnóstico preconiza a entrada de insumos externos para recompor os fatores que dificulta e onera a recuperação de área de proteção ambiental. A tecnologia empregada reforça cada vez mais o papel da análise química do solo na previsão do estado da fertilidade, seja para fins agrícolas ou de proteção ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Química do solo, Disponibilidade de nutrientes, Proteção ambiental.

## EVALUATION OF SOIL FERTILITY IN A LEGAL RESERVE AREA, SÃO DOMINGOS DO ARAGUAIA, PARÁ.

**ABSTRACT:** The study of soil fertility is fundamental, both for agriculture and for preservation and for environmental protection. Results obtained suggest that the support capacity of essential nutrients for the growth and development of plants in the legal reserve area is limited under natural conditions. The diagnosis recommends the introduction of external input to recover the factors that hinder and place burden on the area of environmental protection. The technology employed increasingly strengthens the role of soil chemical analysis in predicting fertility status, both for agricultural or environmental protection purposes.

**KEY WORDS-** Soil chemistry, Nutrient availability, Environmental protection.

<sup>1</sup> Engenheiro agrônomo, mestrando no Programa de Pós Graduação em Agricultura de Trópico Úmido, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.

<sup>2</sup> Professora Adjunta III da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, Pará, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O novo código florestal brasileiro conceitua área de reserva legal (RL) como “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas” (Código Florestal, 2012). Em outras palavras, RL é um espaço rural/florestal sem fins agrícolas e estes devem cumprir a conservação e proteção dos recursos naturais, seja de caráter biota e/ou abiótico, além de prestar serviços ambientais.

A reserva legal possui percentual diferente em função do bioma e da dimensão da propriedade. No bioma Amazônia as propriedades devem ter até 80% de sua área transformada em reserva legal, exceto propriedade que tenham até 4 módulos fiscais.

O código florestal brasileiro foi instituído em 23/01/1934 através do Decreto no 23.793. Desde então, ele tem passado por diversas alterações até 28 de maio de 2012 através da Lei Federal nº 12.651 que instituiu e aprovaram-se os novos instrumentos jurídicos sobre reserva legal e área de preservação permanente entre outros, com grandes reflexos no meio rural. A aprovação do novo código florestal trouxe novas recomendações do uso das terras, impôs limites e estabeleceram prazos para regularização de propriedades, constituído dessa forma verdadeiro desafios para os proprietários de terras em todo o Brasil.

Os primeiros levantamentos no Brasil sobre imóveis rurais que possuía área de reserva legal começaram na década de 1970. De acordo com Bacha (2003), até 1970 a região norte tinha o maior percentual e o nordeste a menor percentual de matrículas de imóveis que declarava ter reserva legal. Em 1989 essa declaração passou a ser obrigatória e esse percentual diminuiu bastante.

No estado do Pará em 1972 o percentual de matrícula de imóveis rurais que declarava ter reserva legal era de 27,23%. Esse percentual foi mantido para 27,65% em 1978, ascendeu para 38,75% em 1992 e caiu para 24,94% em 1998 (Bacha, 2003).

O último levantamento oficial dessa natureza foi em 1998 e está bastante defasado. Dessa forma, nos últimos anos não há indicadores que mostrem que esses percentuais diminuíram ou aumentaram de 1998 em diante. De qualquer

forma os números são pequenos em todo o Brasil (Bacha, 2003). Para todo o Brasil menos de 10% dos imóveis rurais vem mantendo a reserva legal desde 1972. Por outro lado os que têm mantido não cumprem os limites fixados por lei (Oliveira, et al., 2003).

Com o novo código florestal em vigor, há um enorme desafio posto para a sociedade rural. Os desafios vão desde a lei propriamente dita, a escolha das espécies da flora, escassez de material propagativo como sementes e mudas; além de mão de obra qualificada para orientação técnicas e principalmente as limitações físicas e químicas dos solos onde as RL foram desmatadas.

No Brasil há aproximadamente 200 milhões de hectares de áreas abertas para a prática da agricultura e agropecuária. Entretanto, de acordo com levantamento realizado pelo mapeamento de uso do solo no Brasil- o terraclass, foram diagnosticados que aproximadamente 60% dessas áreas, encontram-se em algum estágio de degradação no solo. Deste total, um percentual é de áreas de reservas legais, constituído dessa forma um importante passivo ambiental.

Um dos grandes desafios das ciências do solo é recuperar áreas degradadas geradas pelos impactos do desmatamento (deforestation), superpastejo da vegetação (Over-grazing); atividades agrícolas (over-cultivation) e outros como exploração mineral, e obras de grandes impactos ambientais (Eswaran, et al., 2001). O primeiro refere-se à remoção da vegetação natural para fins de agricultura, florestas comerciais, construção de estradas e urbanização. O segundo está associado ao manejo inadequado e sobrecarga animal por unidade de área, compactando o solo, e/ou a subsequente erosão laminar e dependendo das condições de solos e relevo, soterrado córregos e desencadeado substancial perda da camada fértil do solo. O terceiro refere-se ao uso insuficiente ou excessivo de fertilizantes, uso de água de irrigação de baixa qualidade, uso inapropriado de máquinas agrícolas e ausência de práticas conservacionistas. Por último as grandes obras como hidrelétricas e estradas e ferrovias tem promovido substanciais impactos ambientais.

Um dos mecanismos de mensurar áreas perturbadas é detectar indicadores de qualidade do solo e/ou área degradada em geral. Os indicadores do solo levam consideração os atributos químicos, os atributos mineralógicos, bioquímicos, morfológicos e físicos do solo. Os indicadores podem ser de caráter biológico

(Fauna do solo), ecológicos e biogeoquímicos (Karlen, et al.,1997). Os indicadores dos atributos do solo, talvez seja o menos oneroso dentre os outros.

O estudo da fertilidade do solo é fundamental tanto para agricultura como para preservação e proteção ambiental, tendo em visto que o solo é base para sustentação tanto de um como de outro. A obtenção de informações por meio da pesquisa em fertilidade do solo tem sido decisiva para dar suporte tecnológico para recuperação de área de RL.

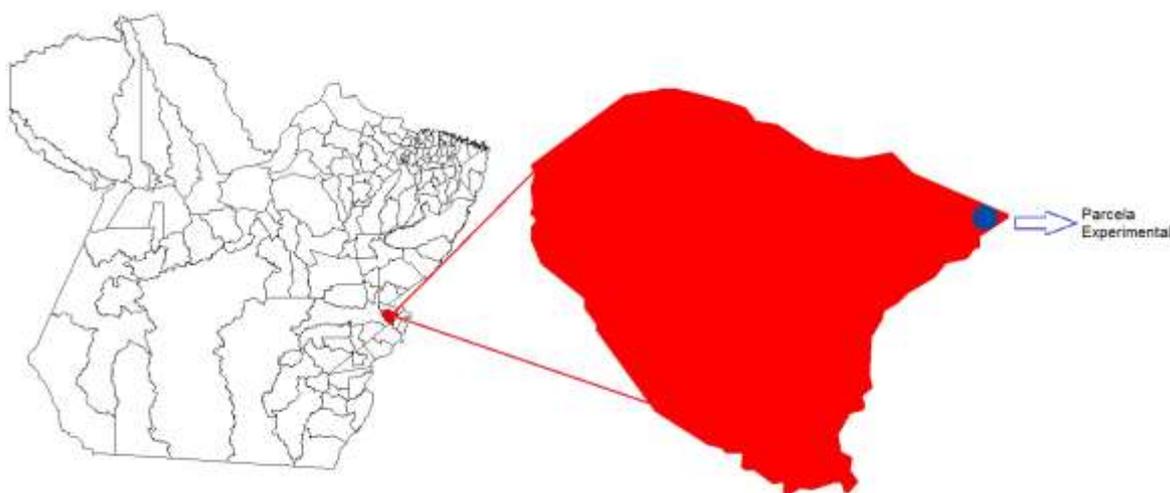
Tendo em vista essa problemática, o objetivo de desse trabalho é avaliar a fertilidade de um solo usado como parâmetros indicadores primários e secundários na previsão da disponibilidade de nutrientes para as plantas e do potencial para recomposição de área de reserva legal em uma fazenda da região sul e sudeste do Pará.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi realizado no âmbito do projeto Biomas Amazônia, desenvolvido em parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Confederação Nacional da Agricultura (CNA), entre os anos de 2013 e 2014.

O trabalho foi conduzido na área degradada de reserva legal da Fazenda Cristalina no município de São Domingos do Araguaia, região sul do Estado do Pará - Brasil. As coordenadas geográficas locais de referência são 048° 29'055" S 05°36'135" W de longitude. De acordo com classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Afi, com duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa (dezembro-abril) e outra seca (junho-outubro). A precipitação média anual é de 1.925,7 mm, umidade relativa do ar de 80% e a temperatura varia de 23,3 °C a 32,7°C, sendo a média anual de 28,0°C (Almeida, 2007).

A fazenda é sede do Projeto Biomas. O acesso à fazenda dar-se pela Rodovia BR- 230 km 75 (Sentido Marabá-Palestina do Pará) à margem esquerda; e está cerca de 80 km do perímetro urbano do município de Marabá, Figura 1 e tem dimensão de 1.602,0661ha, sendo que 801,0379ha são destinados à reserva legal.



**Figura 1:** Localização do município de São Domingos no Pará (à esquerda) e da Fazenda cristalina (à direita).

O relevo local é do tipo suave ondulado a plano. A vegetação, de acordo com a classificação de Veloso, et al., (1991), é do tipo Floresta Ombrófila densa (maior área) e Floresta Ombrófila aberta com grande ocorrência de babaçu (*Orbignya sp.*) na região.

O solo da área do local do estudo foi classificado como Plintossolos Pétricos, solos de baixo potencial de uso. O relevo é ligeiramente suave e de espessura pequena com presença da rocha mãe próxima à superfície.

Para aferir o potencial desse solo foi realizado análises química de fertilidade. Na coleta do solo foram seguidas as recomendações da metodologia da EMBRAPA SOLO. A área de coleta possuem dimensões de 1,75 ha, relevo plano e solo homogêneo, ou seja, solo do mesmo tipo. As ferramentas e materiais de coletas foram faca, balde, sacos plásticos e um trado holandês. As coletadas deu-se na forma de ziguezaque com profundidades de 0-20cm e 20-40cm totalizado sessenta amostras simples e na sequência foram homogeneizadas dentro de um balde limpo para obtenção da amostra composta. Durante todas essas etapas as amostras estiveram dentro de recipientes limpos para não comprometer a qualidade e/ou contaminar o material de interesse e posteriormente secou na sombra. Feito essa etapa, foi encaminhada a um laboratório de solos para avaliação da fertilidade.

Foram determinados alguns parâmetros fundamentais que reflete as condições de fertilidade do solo. Os valores da acidez ativa do solo e/ou potencial hidrogeniônico (pH), foram mensurados em água. A determinação dos

macronutrientes fósforo (P) e potássio (K) disponível deu-se com uso dos extratores Mehlich 1 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025 N + HCl 0,05 N) e seus teores no solo, foram determinados pelo método colorímetro para o fósforo (P) e fotômetro de chama para potássio (K), respectivamente. Já os elementos cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio trocáveis (Al) são extraídos pela solução de cloreto de potássio (KCl) na concentração de 1N e a determinação pode ser feita por espectrofotômetro de absorção atômica e titulometria para o último.

Os micronutrientes cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) e sódio (Na) foram determinados pelo método Mehlich 1 e teor de alumínio (Al) (método kcl 1 mol/l), e matéria orgânica, foram determinados conforme EMBRAPA, 1999.

Os parâmetros primários e secundários da matriz do solo local foram comparados com os valores considerado padrão para o estado do Pará de acordo com os valores da tabela 1.

**Tabela 1.** Classes de interpretação da fertilidade do solo, com base na análise química de solo, utilizadas no laboratório de solos na Embrapa Amazônia oriental. Padrão de nutrientes para o estado do Pará (Adaptado de Brasil et al., 2010).

<b>Atributos</b>	<b>.....Baixo.....</b>	<b>.....Médio.....</b>	<b>.....Alto.....</b>	<b>Macronutrientes</b>
P (mg dm <sup>-3</sup> )	< 10	11-30	>30	
K(mg dm <sup>-3</sup> )	< 45	46-90	>90	
Ca(Cml <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	< 1,5	1,6-4,5	>4,5	
Ca + Mg (Cml <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	< 2,0	2,1-6,0	>6,0	
Al (Cml <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	< 0,2	-	-	
Bo (mg dm <sup>-3</sup> )	< 0,35	0,35-0,90	>0,90	<b>Micronutrientes</b>
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	< 0,70	0,70-1,80	>1,80	
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	< 18	18-45	>45	
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	< 5	5-12	>12	
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	< 0,9	0,9-22	>2,2	
Relação Ca:Mg			04:01	
Relação Ca:K			15:01	
Relação Mg:K			05:01	

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo é pobre em nutrientes. Os baixos valores determinados de vários parâmetros primários, tais como: Ca, Mg, K e P, e secundários, como por exemplo: soma de bases (SB), Percentagem de saturação por bases (V) e saturação de K, embasam essa afirmação. Outrossim, é importante destacar, também, que foram

determinados valores muito baixos para a saturação de Ca e de Mg. Por outro lado, o solo é distrófico, pois a sua saturação de bases é inferior a 50%. Os resultados das análises químicas do solo são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características químicas do solo na camada (0-40 cm) da área experimental.

Características	Valor	Interpretação <sup>6/</sup>	Interpretação <sup>7/</sup>
	----- ARL -----		
pH em água (1:2,5)	5,3	Médio	-
P (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup>	2,0	Médio	Baixo
K (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup>	23	Baixo	Baixo
Na <sup>+</sup> (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1/</sup>	14	-	-
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>2/</sup>	1,3	Alto	Alto
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>2/</sup>	1,0	Baixo	Baixo
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>2/</sup>	0,3	Baixo	Baixo
SB (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>3/</sup>	1,4	Baixo	Baixo
t (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) <sup>4/</sup>	1,7	Baixo	-
m (%) <sup>5/</sup>	29,2	Baixo	-

<sup>1/</sup>Extrator de Mehlich -1 (Vettori, 1969). <sup>2/</sup>Extrator KCl 1 mol/L (Vettori, 1969). <sup>3/</sup>Soma de bases (SB) = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>. <sup>4/</sup>CTC efetiva (t) = SB + Al<sup>3+</sup>. <sup>5/</sup>Saturação de alumínio (m) = 100 Al<sup>3+</sup>/t. <sup>6/</sup>Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989). <sup>7/</sup>Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará (2010).

O valor calculado da saturação de K foi considerado baixo e os valores determinados para a saturação de Ca e de Mg foram classificados como baixos. Os valores considerados médios das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K são, respectivamente, os seguintes: 4:1; 15:1 e 5:1 (Tabela 1). Por outro lado, os valores obtidos para as citadas relações foram, respectivamente, os seguintes: 3,3:1; 17:1 e 5,1:1. Depreende-se, do que foi exposto, um grande desbalanço com relação aos citados parâmetros (Tabela 3). Opções a serem consideradas para amenizar esse problema: utilização da calagem e aplicação de adubação potássica corretiva, a lanço, em área total neste solo. Para manter a relação Ca/Mg atual, é necessário usar um calcário com uma relação semelhante.

**Tabela 3.** Resultados de uma análise química do Plintossolo na propriedade no sul do Pará- (camada de 0 a 40 cm) para avaliação da fertilidade.

pH(H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Al	H + Al	K	P Mehlich	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
	.....cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> .....				.....mg/ dm <sup>3</sup> .....				
5,3	1	0,3	1,3	3,3	23	2	3,3	17	5,1
B	Cu	Fe	Mn	Zn	M. O.	Argila	Silte	Areia total	
	.....mg/ dm <sup>3</sup> .....				.....g/kg.....				
0,21	0,2	452	10	0,4	16	100	106	794	

O solo apresenta acidez ativa elevada. É sabido que o valor do pH pode ser utilizado como indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. Alguns autores reportam, inclusive, que ele é um dos parâmetros mais importantes ligados ao uso eficiente de fertilizantes. O que foi explicitado fica bem evidenciado com relação ao solo em foco, pois conforme foi comentado ele é pobre em nutrientes.

O solo é não álico, pois a sua saturação de alumínio é inferior a 50%. Cerca de 18% das cargas negativas dos colóides desse solo estão retendo íons Al. Assim, nas condições atuais, ele não oferece sérias limitações ao crescimento das principais culturas.

O baixo valor da capacidade de troca efetiva (t) ( $1,7 \text{ cmolc/dm}^3$ ) reflete que este solo, sob condições naturais ácidas, apresenta baixa capacidade de reter cátions. O potencial de perdas por lixiviação sob condições naturais pode ser sensivelmente reduzido através da adequada calagem do solo, em virtude da geração de cargas dependentes do pH.

Possivelmente, as argilas deste solo são de baixa atividade, visto que, o valor calculado da capacidade de troca a pH 7,0 (T) foi de apenas  $4,7 \text{ cmolc/dm}^3$ . Assim, acredita-se que a fração argila deste solo é constituída, predominantemente, por caulinita e, ou, óxidos e hidróxidos de Fe e Al. A adição de matéria orgânica a este solo para aumentar seu valor T, poderia ser recomendada.

Em síntese os resultados obtidos pela análise do complexo sortivo indica que está área apresenta teores extremamente baixos de vários nutrientes (Ca, Mg, K, P, B e Zn), acidez média e toxidez alta de  $\text{Al}^{3+}$ . O valor da CTC efetiva de  $1,7 \text{ cmolc/dm}^3$  (extremamente baixo) reflete que este solo, sob condições naturais ácidas, apresenta baixa capacidade de reter cátions mesmo tendo  $16\text{g/kg}$  de matéria orgânica.

As limitações primárias nos solos ácidos são níveis tóxicos de alumínio (Al) e manganês (Mn), bem como níveis subótimos de fósforo (P), entre outros (KOCHIAN, et al., 2004). Com esses resultados e com o conhecimento das condições do solo é primordial reconhecer que as limitações são corrigíveis. Neste caso, as limitações químicas impostas, admiti-se que há um custo apreciável para deixar o solo com teores considerados médios para cultura ou espécie pouco exigente. Mais uma vez admitido essa possibilidade haverá a tomada de decisão com usos de outras técnicas com vista à recuperação/recomposição florestal da RL.

## CONCLUSÕES

A capacidade de suporte de nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas em área de reserva legal é limitada em condições naturais com histórico de pastagem.

O solo apresentou limitações químicas que podem ser corrigidas com manejo convencional através de insumos agrícolas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.F. **Caracterização agrometeorológica do município de Marabá/PA**. 2007. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, Universidade Federal do Pará, Marabá, PA, 2007.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. P.359.

BACHA, C.J.C. Eficácia da política de reserva legal no Brasil. **Teoria e Evidencia Econômica**, Passo Fundo, RS, v.13.n.25.p.9-27, 2005.

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE A.G.; A silvicultura de espécies nativas para viabilização econômica da restauração florestal na mata Atlântica. IN: MARTINS, S.V. (org). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa-MG. 2012. Cap.7. Ed. UFV, P.212-219

BRASIL, E. C ; CRAVO, M. da S. Interpretação dos Resultados de Análises de Solo. In: CRAVO, M.da S.; VIÉGAS, I.J.M.; Brasil, E.C. (Org.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. Edição revisada e atualizada. 1ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010, v. , p. 43-48.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 16p. (Embrapa-CNPS. Documentos,1).

Eswaran, H., Lal, R., Reich, P. F. Land degradation: an overview. **Responses to Land degradation**, p.20-35, 2001.

**Código Florestal - Passo a Passo.** Núcleo Técnico e Núcleo de Comunicação da Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso (Famato). Distribuição limitada. Cuiabá, 14 de fev/2012.p.14.

CRAVO,S.M da; VIÉGAS,M.J.I de; BRASIL C.E. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Pará.** 1ª Ed.rev. atual. - Belém, Pá: EMBRAPA-AMAZONIA ORIENTAL-CPATU. 2010.P.262.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. xxvi, 255-256p.

KARLEN, D. L., MAUSBACH, M. J., DORAN, J. W., CLINE, R. G., HARRIS, R. F., & SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, n. 1, p. 4-10, 1997.

LOPES, A.S.; GUIDOLIN,J.A. GUILHERMES,L.R.G.; **Interpretação de análise de solos-conceitos e aplicações. (Boletim técnico n.2 ANDA Associação Nacional de Difusão de adubos e corretivos agrícolas,** 2004, São Paulo. Disponível em: [www.anda.org.br/multimidia/interpret.pfd](http://www.anda.org.br/multimidia/interpret.pfd). Acesso em: 10 de jan.de 2015

OLIVEIRA, S.J.M.; BACHA,C.J.C. avaliação do cumprimento da reserva legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa,v1,n.2,p.177-203, 2003.

KOCHIAN, L. V., HOEKENGA, O. A., & PINEROS, M. A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. **Annu. Rev. Plant Biol.**, 55, 459-493, 2004.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, L.R. & LIMA, J.C. **Classificação da vegetação brasileira. Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro; 2.ed.nº.1. IBGE, 2012. 77p.

VETTOTI, L. **Métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: EPE. 1969. 24p. (Boletim Técnico 7).