

RELAÇÃO ENTRE O PH E A FERTILIDADE DE ALGUNS SOLOS DE TERRA FIRME DOS MUNICÍPIOS DE TEFÉ E MANAUS, ESTADO DO AMAZONAS

Hélio Paracaima de Magalhães¹; Francisco Wesen Moreira¹, Cassiane Minelli-Oliveira¹,
José Luiz Zanirato Maia²; Luiz Antonio de Oliveira¹

1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil
2. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), Manaus, Amazonas, Brasil

Autor Correspondente:

Dr. Luiz Antonio de Oliveira

Email: luiz.oliveira@inpa.gov.br

RESUMO

Quando se explora alguma espécie vegetal em locais distantes de laboratórios de análise química de solos ou por falta de recursos financeiros, a correção da acidez e a adubação adequada torna-se um problema para o produtor rural. Foram realizadas análises químicas de 108 amostras de solos dos municípios de Manaus e Tefé, Estado do Amazonas. Com base nos dados obtidos, é possível prever os teores mínimos e máximos de macro e micronutrientes de solos de terra firme dessas duas regiões medindo-se apenas os seus pHs, o que pode ser feito com uma Tira Universal de pH, encontrada facilmente no mercado a custos muito baixos e de fácil uso pelos agricultores regionais. pHs abaixo de 5,0 indicam ausência de uso anterior para fins agrícolas, podendo-se estimar suas fertilidades naturais e as necessidades de corretivo e adubação com base em tabelas de respostas à calagem e adubação das culturas que se pretende cultivar. Esse procedimento simplificado pode ser muito importante para os produtores que têm dificuldades logísticas e/ou financeiras para obterem análises químicas dos solos de suas propriedades visando

uma correção de acidez e de adubação mais precisa, que proporcione a eles, maior produtividade e menores gastos com insumos agrícolas.

Palavras-chaves: Produtividade agrícola, adubação, agricultura familiar, acidez do solo, fertilidade do solo.

ABSTRACT

When a plant species is cultivated away from chemical soil analysis laboratories or lack of financial resources, acidity correction and adequate fertilization becomes a problem for the farmer. Chemical analyzes of 108 soil samples from the municipalities of Manaus and Tefé, State of Amazonas, were carried out. Based on the data obtained, it is possible to predict the minimum and maximum macro and micronutrient contents of the terra firme soils of these two regions by measuring only their pHs, which can be done with a Universal pH strip, easily found in the market at very low cost and easy to use by regional farmers. pHs below 5.0 indicate absence of previous use for agricultural purposes, and it is possible to estimate their natural fertilities and the needs of corrective and fertilization based on tables of responses to liming and fertilization of the crops to be cultivated. This simplified procedure can be very important for producers who have logistical and / or financial difficulties to obtain chemical analyzes of their soils, necessary for a more precise correction of acidity and fertilization, which gives them greater productivity and lower input costs.

Keywords: Agricultural productivity, fertilization, family agriculture, soil acidity, soil fertility.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do pH do solo e a distribuição de seus minerais na área de exploração das raízes das culturas exploradas para a produção vegetal numa área ou região pode tornar-se de fundamental importância prática no manejo do solo, visto que a possibilidade de analisar a fertilidade do solo nem sempre é feita em algumas regiões da Amazônia, (LOPES & GUIDOLIN, 1987). Esse conhecimento é indispensável para a tomada de decisão quanto ao uso racional de corretivos e fertilizantes, quando se tem por objetivo, aumentos da produtividade, levando o agricultor à obtenção de maiores retornos

sobre os investimentos. Essa necessidade é muito mais evidente em solos de terra firme, reconhecidos pelas condições de baixa fertilidade natural, onde sobressaem a elevada acidez e a escassez de nutrientes (COCHRANE *et al.*, 1985; ALFAIA & UGUEN, 2013; GRAU *et al.*, 2017).

Segundo Ferreira *et al.* (1990), a avaliação da fertilidade do solo feita através da análise química constitui-se em meio rápido, barato e eficiente de se estimar as necessidades de calagem e de adubação das culturas e um procedimento que vem se tornando obrigatório na tentativa de manejar mais convenientemente esse fator de produção.

Quando se explora alguma cultura vegetal, principalmente em locais distantes de laboratórios de análise química ou por falta de recursos financeiros, os pequenos produtores têm dificuldades em obterem a análise do solo para orientá-los a fazer a calagem e adubação adequadas capazes de aumentar e manter elevados índices de produtividade em suas propriedades rurais.

Este trabalho de análise de dados laboratoriais tem como objetivo encontrar alguma correlação entre o pH do solo e a presença de níveis de nutrientes, visando simplificar a orientação de adubação e calagem tendo como base a acidez do solo, quando a análise química dos solos é inviável no interior do Amazonas. Com isso, é possível atender mais adequadamente os produtores que não têm condições financeiras e/ou operacionais para uma análise química completa do solo, permitindo dar a eles, uma estimativa mais precisa de orientação técnica de adubação e calagem simplificada usando apenas o pH do solo como referência.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Laboratório Temático de Análises de Solos e Plantas do INPA-Manaus-AM.

Os solos foram coletados na camada superficial (0-20 cm) de unidades representativas de classes de solos de terra firme de dois municípios do Estado do Amazonas, Tefé e Manaus. Foram analisadas 108 amostras, sendo 48 de Tefé (Estação Flúido, RUC e Aeroporto) e 60 de Manaus (coletadas na região da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, situada no km 930 da rodovia federal BR 174). Todas as amostras foram coletadas sob vegetação de floresta, prevendo-se a eventualidade de serem usadas segundo a legislação atual que não recomenda a queima do material vegetal,

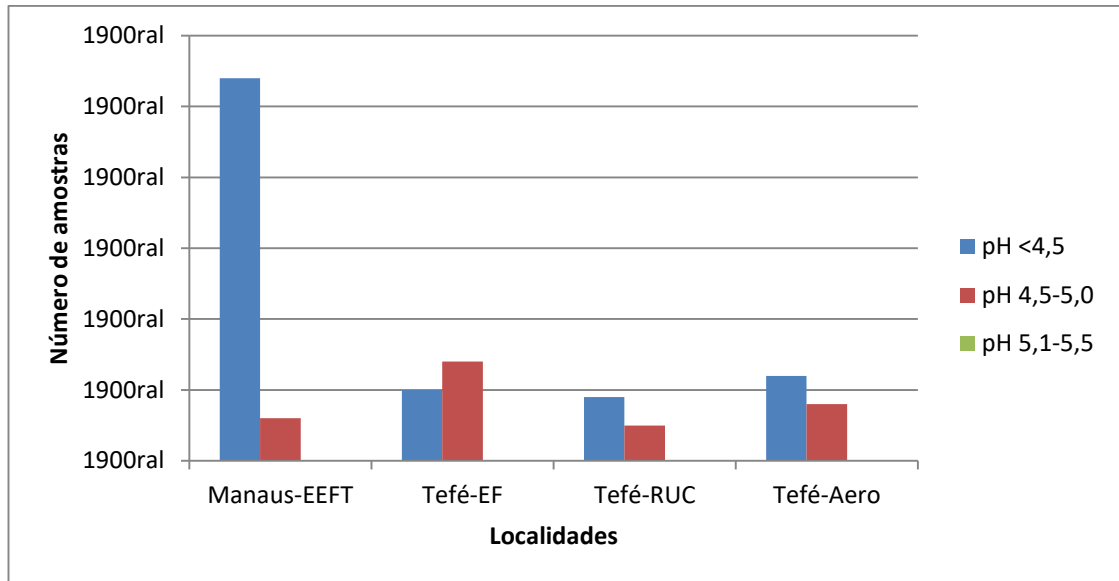
prática muito usada no passado (agricultura itinerante com a derrubada e queimada da vegetação).

Em todas as amostras coletadas, os solos foram postos para secar ao ar (à sombra) durante mais ou menos três dias. Durante a secagem o solo foi removido constantemente para que a secagem ocorresse por inteira. Depois de seco, o solo foi embalado em saco plástico para posterior análises químicas.

As amostras compostas de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas na peneira de 2 mm, para determinação dos atributos químicos: pH (H₂O), Al, Ca, Mg e K trocáveis, P disponível, Fe, Zn, Mn (SILVA, 2009; EMBRAPA, 2011). Os micronutrientes foram analisados apenas nas amostras de Manaus. Desse modo, foram determinados os pHs em água pelo método potenciométrico; Alumínio trocável pelo método volumétrico e titulação pelo hidróxido de sódio NaOH 0,025 N; Cálcio e magnésio pelo método espectrofotométrico de absorção atômica; Potássio e micronutrientes pelo método solução extratora de Mehlich; Fósforo pelo método da formação de complexo do fósforo molíbdico de cor azul obtido após redução do molibdato com ácido ascórbico e determinação por espectrofotometria de absorção molecular.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se pela Figura 1, que todas as amostras de solos analisadas apresentaram pHs abaixo de 4,5 até 5,0, não se encontrando solos com pHs naturais acima de 5,0. Das 60 amostras coletadas no município de Manaus, na região da Estação Experimental de Fruticultura Tropical do INPA, 54 apresentaram pHs abaixo de 4,5 e apenas seis estavam com pHs entre 4,5 e 5,0. No entanto, nas amostras coletadas nas florestas de três localidades do município de Tefé, houve uma certa equiparidade entre os solos com pHs abaixo de 4,5 e os com pHs entre 4,5 e 5,0. Na região da Estação do Flúido houve mais amostras com pHs entre 4,5 e 5,0 enquanto que nas outras duas (RUC e Aeroporto) mais amostras estavam com pHs abaixo de 4,5.



Esses pHs estão de acordo com os encontrados nos solos de terra firme da Amazônia, conforme documentado por outros autores (COCHRANE *et al.*, 1985; MOREIRA & FAGERIA, 2009; PINHO *et al.*, 2012; SUOMINEN *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2015; GRAU *et al.*, 2017).

Ao se analisar com mais detalhes as características químicas dos solos amostrados (Tabela 1), observa-se que os pHs variaram um mínimo de 3,24 a um máximo de 4,98, com dois valores médios, sendo de 4,17 para os solos com pHs abaixo de 4,5 e 4,63 para as amostras com pHs entre 4,5 e 5,0.

Nas amostras coletadas na região de Manaus, EEFT, os pHs dos solos variaram de 3,50 a 4,66, com a média de 4,13 para os solos com pHs abaixo de 4,5 e 4,58 para os com pHs entre 4,5 e 5,0.

Nas amostras coletadas em Tefé (EF), os pHs variaram de 3,87 a 4,67, com médias respectivas de 4,22 e 4,60 para os solos com pHs abaixo de 4,5 e para os com pHs entre 4,5 e 5,0.

Os pHs dos solos das florestas das regiões RUC e do Aeroporto de Tefé também mostraram valores mínimos, máximos e médios semelhantes aos já mencionados, mostrando-se altamente ácidos e de acordo com os autores citados (COCHRANE *et al.*, 1985 – Tabela 2; MOREIRA & FAGERIA, 2009; PINHO *et al.*, 2012; SUOMINEN *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2015; GRAU *et al.*, 2017).

Tabela 1. Concentração máxima, mínima e média dos elementos nas amostras dos solos de Manaus e Tefé, Amazonas.

	valores	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Zn	Mn
pH		(água)	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³		
Manaus - EEFT										
<4,5	Máximo	4,41	7,0	53	0,34	0,23	2,88	584	20,0	7,0
	Mínimo	3,50	1,0	10	0,02	0,07	0,46	48	1,0	0,5
	Médias	4,13	2,6	25	0,14	0,13	1,27	213	7,4	1,7
4,5-5,0	Máximo	4,66	3,0	40	0,34	0,17	1,52	384	9,0	3,0
	Mínimo	4,51	1,0	12	0,10	0,08	0,51	110	1,0	0,6
	Médias	4,58	2,0	24	0,23	0,13	0,95	188	3,7	1,3
Tefé-EF										
<4,5	Máximo	4,45	4,0	40	0,11	0,18	2,95	-	-	-
	Mínimo	3,87	0,5	21	0,01	0,08	1,56	-	-	-
	Médias	4,22	2,0	32	0,06	0,12	2,37	-	-	-
4,5-5,0	Máximo	4,67	1,0	32	0,17	0,12	2,10	-	-	-
	Mínimo	4,54	0,4	20	0,07	0,08	1,50	-	-	-
	Médias	4,60	0,8	25	0,10	0,09	1,76	-	-	-
Tefé-RUC										
<4,5	Máximo	4,40	3,0	44	0,12	0,19	5,90	-	-	-
	Mínimo	3,24	0,3	16	0,01	0,05	2,95	-	-	-
	Médias	4,13	1,3	31	0,07	0,11	4,32	-	-	-
4,5-5,0	Máximo	4,72	1,0	39	0,95	0,11	4,10	-	-	-
	Mínimo	4,59	0,3	12	0,06	0,06	0,85	-	-	-
	Médias	4,64	0,5	24	0,25	0,08	2,84	-	-	-
Tefé-Aero										
<4,5	Máximo	4,45	2,0	29	0,02	0,14	4,65	-	-	-
	Mínimo	3,60	0,7	13	0,01	0,06	0,80	-	-	-

	Médias	4,17	1,1	19	0,01	0,08	2,69	-	-	-
4,5-5,0	Máximo	4,98	2,0	24	0,04	0,09	3,35	-	-	-
	Mínimo	4,60	0,7	13	0,01	0,06	0,80	-	-	-
	Médias	4,72	1,0	18	0,01	0,07	2,33			
Médias Gerais										
<4,5	Máximo	4,45	7,0	53	0,34	0,23	5,90	-	-	-
	Mínimo	3,24	0,3	10	0,01	0,05	0,46	-	-	-
	Média	4,17	1,8	27	0,07	0,11	2,66	-	-	-
4,5-5,0	Máximo	4,98	3,0	40	0,95	0,17	4,10	-	-	-
	Mínimo	4,51	0,3	12	0,01	0,06	0,51	-	-	-
	Médias	4,63	1,1	23	0,17	0,07	1,97			

Quando se analisa os teores de fósforo disponível nos solos, observa-se que seus teores variaram de um mínimo de 0,3 e um máximo de 7,0 mg P dm⁻³, com as amostras de solo com pHs abaixo de 4,5 mostrando teores mais elevados desse elemento.

Segundo Cochrane *et al.* (1985), os solos amazônicos, quanto aos teores de P disponíveis (Tabela 2), são considerados com teores altos quando acima de 7 mg kg⁻¹, médios quando os teores variam de 3-7 mg kg⁻¹ e baixos quando com menos de 3 mg kg⁻¹.

Assim, ao se observar os valores máximos, mínimos e médios da Tabela 1, percebe-se que a maioria das amostras apresenta baixos valores desse nutriente, sendo um fator que afeta a produtividade das culturas econômicas se usados para essa finalidade sem a aplicação da adubação específica (DIAS *et al.*, 2011; ALFAIA & UGUEN, 2013).

Os teores de K também se mostraram baixos segundo os critérios recomendados por Cochrane *et al.* (1985, Tabela 2), tendo em vista que o maior valor encontrado foi de 53 mg dm⁻³ (Tabela 1).

O mesmo pode ser dito para os teores de Ca e Mg, com todos os valores de Ca sendo inferiores a 0,4 cmol_c dm⁻³ (Tabela 1), considerados baixos por Cochrane *et al.*

(1985) (Tabela 2), sendo que para o Mg, o único valor considerado por esses autores foi o máximo, de $0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 1).

Por outro lado, a maioria dos teores de Al (Tabela 1) é considerada elevada segundo os critérios de Cochrane *et al.* (1985, Tabela 2)

Quanto aos teores de micronutrientes (Fe, Zn e Mn), analisados apenas nas amostras de solos da região representada pela Estação Experimental de Fruticultura Tropical (EEFT) do INPA (Tabela 1), observa-se que foram altos para a maioria dos solos para o Fe, médios a elevados para o Zn e baixos para o Mn pelos parâmetros de Cochrane *et al.* (1985, Tabela 2).

Tabela 2. Valores referentes para análise química do solo da Amazônia (COCHRANE *et al.*, 1985).

Interpre- tação	pH (H ₂ O)	Al	Ca	Mg	Na	K*	P**	Mn	Zn	Fe
	1:1	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$				mg kg^{-1}				
Alto	> 7.3	> 1.5	> 4.0	>0.8	>0.2	>117	>7	>35	-	>80
Médio.	5.3-7.3	0.5-1.5	0.4-4.0	0.2-0.8	0.1-0.2	58-117	3-7	8-35	>1.5	10-80
Baixo	< 5.3	< 0.5	< 0.4	<0.2	<0.1	<58	<3	<8	<1.5	<10

* Extraído com NH_4Cl 1N; ** Extraído pelo método Bray I.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados do presente trabalho, é possível prever os teores mínimos e máximos de macro e micronutrientes de solos de terra firme dessas duas regiões do Estado do Amazonas medindo-se apenas os seus pHs, o que pode ser feito com uma Tira Universal de pH, encontrada facilmente no mercado a custos muito baixos, e de fácil uso pelos agricultores regionais. pHs abaixo de 5,0 indicam ausência de uso anterior dos mesmos para fins agrícolas, sem aplicação de calagem e fertilizantes, podendo-se estimar suas fertilidades naturais e as necessidades de corretivo e adubação com base em tabelas de respostas à calagem e adubação das culturas que se pretende cultivar na área.

Esse procedimento simplificado pode ser muito importante para os produtores que têm dificuldades logísticas e/ou financeiras para obterem análises químicas dos solos de suas propriedades visando fazer uma correção de acidez e de adubação mais precisa, que proporcione a eles, maior produtividade e menores gastos com insumos agrícolas.

Para isso, basta treiná-los no uso das Tiras Universais medidoras de pH e dar uma orientação quanto à aplicação de calagem e adubação de acordo com as necessidades específicas de cada espécie vegetal a ser cultivada na sua propriedade rural.

5. REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S.; UGUEN, K. **Fertilidade e Manejo de Solos**. In: MOREIRA, F.M.S.; CARES, J.E.; ZANETTI, R.; STUMER, S.L. (Org.). O Ecossistema Solo – Componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras: Editora UFLA, p. 75-90. 2013.

COCHRANE, T.T.; SÁNCHEZ, L.G.; AZEVEDO, L.G.; PORRAS, J.A.; GARVER, C.L. **Land in Tropical América**. (Vol.3). CIAT. 1985.

DIAS, J.R.M.; WADT, P.G.S.; PEREZ, D.V.; SILVA, L.M.; LEMOS, C.O. DRIS formulas for evaluation of nutritional status of cupuaçu trees. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 35, p.2083-2091, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2.ed. 230 p. 2011.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da; FERREIRA JÚNIOR; M.E. **Avaliação da fertilidade empregando o sistema IAC de análise de solo**. 1 ed. Jaboticabal, FCAV, 1990, 94p.

GRAU, O.; PEÑUELAS, J.; FERRY, B.; FREYCON, V.; BLANC, L.; DESPREZ, M.; BARALOTO, CHAVE, C.J.; DESCROIX, L.; DOURDAIN, A.; GUITET, S.; JANSSENS, I.A.; SARDANS, J.; HÉRAULT, B. Nutrient-cycling mechanisms other than the direct absorption from soil may control forest structure and dynamics in poor Amazonian soils. **Scientific Reports**, v. 7, p.45017 | DOI: 10.1038/srep45017. 11p. 2017.

LOPES, A.S. & GUIDOLIN, J. **Interpretação de análise de solos. Conceitos e aplicações.** Assoc. Nac. para Dif. de Adub. e Corret., 64p. 1987. (Boletim Técnico No. 2)

MOREIRA A, FAGERIA, N.K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** v.40, p.1-14. 2009.

PINHO, R.C.; MILLER, R.P.; ALFAIA, S.S. Agroforestry and the Improvement of Soil Fertility: A View from Amazonia. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2012, Article ID 616383, 11 pages doi:10.1155/2012/616383.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SUOMINEN, L.; RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H.; LLERENA, N.; HIGGINS, M.A. Predicting soil properties from floristic composition in western Amazonian rain forests: performance of k-nearest neighbour estimation and weighted averaging calibration. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, p.1441–1449, 2013. doi: 10.1111/1365-2664.12131