



## Efeito da solução extratora e relação solo/solvente sobre o pH de solo da região central amazônica.

**Ives San Diego de Amaral Saraiva<sup>(1)</sup>; José Zilton Lopes Santos<sup>(2)</sup>; Daiana Soares da Silva<sup>(3)</sup>; Patrick Beyerlein<sup>(3)</sup>; Terezila Jacinto de Castro<sup>(3)</sup>; Cloves Costa da Silva<sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante de iniciação científica-Engenharia Florestal, Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus-AM, sevi\_san22@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos - UFAM, Manaus - AM, ziltonlopes@ufam.edu.br.; <sup>(3)</sup> Pós-Graduandos em Agronomia Tropical, UFAM, Manaus-AM;

**RESUMO:** De modo geral, o pH do solo é medido tanto em laboratórios de análise de solo de pesquisa quanto comerciais, em suspensões solo-água na relação 1:2,5 após 60 minutos de equilíbrio solo-água, utilizando-se um eletrodo de vidro sensível a H<sup>+</sup> e um eletrodo de referência. No entanto, a relação solo-solução e tipos de extrator em diferentes tempos de equilíbrio da suspensão solo-solução podem afetar os valores e a acurácia de sua determinação. Diante disso, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da interação soluções extratoras e relações solo-solução sobre o pH do solo. Para este estudo utilizou-se amostras de um solo representativo de terra firme da Amazônia central e com potencial de exploração agrícola na região. Sendo a coleta efetuada em único ponto sob vegetação nativa (floresta ombrófila aberta). O delineamento adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, num arranjo fatorial (3 x 3), combinando três soluções extratoras (água destilada, cloreto de potássio (1 mol L<sup>-1</sup>) e cloreto de cálcio (0,01 mol L<sup>-1</sup>) e três relações solo:solução (1:1; 1:2,5 e 1:5), sendo a leitura feita 15, 30, 60 e 120 minutos após. A interação entre solução extratora e relação solo-solução foi dependente do tempo de contato solo-suspensão. Os maiores valores de pH foram encontrados na solução extratora H<sub>2</sub>O > KCl 1M > CaCl<sub>2</sub> 0,01M nas relações solo-solução 1:5 > 1:2,5 > 1:1.

**Termos de indexação:** manejo do solo, reação do solo, solos amazônicos.

### INTRODUÇÃO

De modo geral, em áreas extensivas nas zonas tropicais a acidez do solo se apresenta como o fator mais limitante para a produção agrícola (von Uexkull & Mutert, 1995). Diante disso, o pH do solo é uma das medidas mais rotineiras e informativas realizadas em análises laboratoriais, indicando mais do que simplesmente a condição de acidez ou alcalinidade do solo (Thomas, 1996). Sua determinação é importante para avaliar a disponibilidade potencial de elementos essenciais e

tóxicos para as plantas, além de fornecer relevantes informações sobre a necessidade de calagem e atividade de microrganismos no solo (Miller & Kissel, 2010).

Entretanto, em uma mesma amostra de solo, os valores de pH podem ser influenciados por alguns fatores inerentes ao método de determinação (Novais et al., 2007), acarretando em diferenças nos valores obtidos que vão desde alguns décimos até uma unidade de pH (Almeida & Ernani, 1996).

De um modo geral, em solos com predomínio de cargas negativas, o pH diminui com o aumento da concentração salina da solução, em razão da troca iônica que se verifica entre o cátion do sal e os íons H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> do complexo de troca (Novais et al., 2007). Devido esse efeito, os valores de pH determinados em solução salina são sempre menores do que aqueles determinados no solvente água (Almeida & Ernani, 1996).

Outro fator que pode ocasionar variações no valor de pH solo é a proporção entre o solo e a solução extratora. Segundo Pavan e Miyazawa (1997) o aumento da diluição aumenta o pH, por outro lado, Novais et al., (2007) e Thomas & Hangrove (1984) relatam que o aumento da relação solo/água provoca uma diminuição nos valores de pH. Por fim, Novais et al., (2007) observaram que o tempo de equilíbrio também pode afetar o resultado da medição do pH. Pois, para uma mesma profundidade na medição, podem ser detectados valores de pH diferentes, quando o tempo de repouso varia, principalmente em solos ácidos.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da interação soluções extratoras e relações solo:solução sobre o pH de solo de terra firme da Amazônia central, em diferentes tempos de equilíbrio.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de solos do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus-AM. Utilizando-se amostras de um solo distrófico e muito argiloso representativo de terra firme da Amazônia central e



com potencial de exploração agrícola na região, coletado no município de Manacapuru-AM, sob as coordenadas geográficas 03°06'02"S, 59°58'28"W e 03°15'17"S, 60°39'28"W. A coleta foi feita na camada de 0 - 20 cm em único ponto sob vegetação nativa (floresta ombrófila aberta), onde estava mais preservado e que mantinha suas características físicas e químicas originais.

Após a coleta, o solo foi preparado (terra fina seca ao - TFSA) e caracterizado químico e granulometricamente, apresentando pH (H<sub>2</sub>O) = 4,7; matéria orgânica do solo (M.O.S) = 32,8g kg<sup>-1</sup>; K = 20,0 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,8 cmol<sub>c</sub>; Mg = 0,2 cmol<sub>c</sub>; Al = 1,8 cmol<sub>c</sub>; H+Al = 12,3 cmol<sub>c</sub>; saturação por alumínio = 63,2%, saturação por bases = 7,9% e argila = 620 g kg<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, num arranjo fatorial (3 x 3), combinando três soluções extratoras (água destilada, cloreto de potássio 1M e cloreto de cálcio 0,01 M) e três relações solo:solução (1:1; 1:2,5 e 1:5). Transferiram-se 10 cm<sup>3</sup> de TFSA para os recipientes, adicionaram os solventes e em seguida a suspensão foi agitada com bastão de vidro, sendo a leitura feita 15, 30, 60 e 120 minutos após. Todas as medições de pH foram feitas com eletrodo combinado de vidro, saturado de KCl 1M e calibrado em pH 4,0 e 7,0 com padrões tampões.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e quando o F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores solução extratora e relação solo:solução, exceto no tempo de equilíbrio de 60 minutos que apresentou apenas efeito isolado dos fatores sobre os valores do pH (Tabela 1, 2 e 3).

Em relação ao efeito do tipo de extrator nos valores de pH do solo, nota-se que os maiores valores foram proporcionados pelo extrator água, independente do tempo de equilíbrio (Tabela 1). Por outro lado, os menores valores foram verificados no extrator CaCl<sub>2</sub>, exceto na relação solo:solução 1:2,5 nos tempos de equilíbrio 30 e 120 minutos e relação solo solução 1:5 no tempo de equilíbrio 120 minutos que não diferenciou significativamente do extrator KCl 1M (Tabela 1). De modo geral, para a mesma relação solo:solvente, o pH da suspensão do solo aumenta na seguinte ordem CaCl<sub>2</sub> 0,01M < KCl 1M

< água e a diferença média entre o pH em H<sub>2</sub>O e pH em CaCl<sub>2</sub> foi 0,64.

**Tabela 1** - Efeito da interação dos fatores solução extratora e relação solo:solução sobre o pH do solo, nos tempos de equilíbrio 15, 30 e 120 minutos.

Relação solo:solução	Solução extratora		
	H <sub>2</sub> O	KCl	CaCl <sub>2</sub>
-----pH-----			
<b>15 min</b>			
1:1	4,33 cA	3,85 cB	3,77 cC
1:2,5	4,52 bA	3,92 bB	3,85 bC
1:5	4,65 aA	4,00 aC	4,07 aB
<b>30 min</b>			
1:1	4,29 cA	3,81 cB	3,68 bC
1:2,5	4,45 bA	3,92 bB	3,91 aB
1:5	4,61 aA	4,01 aB	3,92 aC
<b>120 min</b>			
1:1	4,30 cA	3,84 cB	3,52 bC
1:2,5	4,50 bA	3,92 bB	3,86 aB
1:5	4,63 aA	4,00 aB	3,93 aB

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas dentro de cada tempo, ou maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Quanto ao efeito da relação solo-solução (diluição) sobre o pH do solo, observa-se que os maiores valores de pH foram observados na relação solo-solução 1:5, exceto no extrator CaCl<sub>2</sub> 0,01M que não apresentou diferença significativa entre a relação solo-solução 1:2,5 e 1:5 (Tabela 1). Por outro lado, os menores valores de pH foram apresentados pela relação solo-solução 1:1, independente da solução extratora utilizada (Tabela 1). De modo geral, o pH na relação solo-solução 1:5 foi em média 0,32 unidades de pH superior a relação solo-solução 1:1 nas soluções extratoras H<sub>2</sub>O e CaCl<sub>2</sub> 0,01M e 0,17 unidades de pH na solução extratora KCl 1M (Tabela 1).

Nota-se uma menor variação do pH do solo em função de mudanças na relação solo-solução quando comparado a variação na solução extratora, sugerindo que a maior variação no pH do solo está relacionada a concentração eletrolítica da suspensão.

Em relação ao comportamento do pH do solo no tempo de equilíbrio 60 minutos, observa-se que os maiores valores de pH foram apresentados pela solução extratora H<sub>2</sub>O (Tabela 2) e na relação solo-solução 1:5 (Tabela 3).

**Tabela 2** - Efeito da solução extratora sobre o pH do solo, no tempo de equilíbrio de 60 minutos.



Extrator	pH
H <sub>2</sub> O	4,45 a
KCl	3,92 b
CaCl <sub>2</sub>	3,88 b

**Tabela 3.** Efeito da diluição sobre o pH do solo, no tempo de equilíbrio de 60 minutos.

Diluição	pH
1:1	3,97 c
1:2,5	4,08 b
1:5	4,19 a

Os valores de pH apresentados indicam que o solo em estudo apresenta reação muito ácida, em virtude do maior valor alcançado ficar em torno de 4,65 (Tabela 1, 2 e 3), sendo classificado químico e agronomicamente como de acidez ativa elevada e pH baixo (CFSEMG, 1999).

## DISCUSSÃO

O declínio dos valores do pH do solo utilizando soluções salinas como extratoras, deve-se ao aumento da concentração de sais na solução e a consequente elevação da concentração eletrolítica, o que promove o deslocamento de H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> da fase sólida do solo para a solução e consequentemente a redução no valor do pH (Silva, 2009 e Miller & Kissel, 2010). Além disso, o menor valor de pH medido em CaCl<sub>2</sub> 0,01M é devido, ao menos em parte, a uma resposta específica do eletrodo a diferentes concentrações de sais na solução. Pois, quando se lê o pH em água, a força iônica da solução padrão utilizada para calibrar o eletrodo é muito superior àquela força iônica encontrada nos solos agricultáveis, o que pode acrescentar erros nessas medidas (Miller & Kissel, 2010).

Considerando o fato de que pequenas quantidades de sais no solo podem afetar profundamente a medição de pH em água, tem sido sugerido o uso de soluções de eletrólitos, tais como KCl 1M ou CaCl<sub>2</sub> 0,01M, como forma de evitar oscilações nos valores de pH do solo e melhorar a acurácia da análise.

Portanto, o uso dessas soluções poderia corrigir os possíveis problemas na medida do pH do solo em função do tempo de amostragem, pois é provável que a medição do pH em H<sub>2</sub>O durante a estação chuvosa pode ser maior que os valores obtidos no final da estação chuvosa ou durante a estaca seca.

Quanto ao comportamento do pH em função do aumento da relação solo:solução, a elevação dos valores pode ter ocorrido, pela redução da atividade dos íons de Hidrogênio (H<sup>+</sup>) em meio aquoso

quando se aumenta a diluição (Almeida & Ernani, 1996). Por outro lado, de acordo com Novais et al. (2007) em solos ácidos é esperado haver um comportamento contrário, diminuição do pH em função do aumento da relação solo:água, possivelmente devido ao menor contato entre o eletrodo e as partículas do solo e também por causa da hidrólise decrescente dos cátions trocáveis pela diluição. A diminuição 0,4 unidades no pH do solo em função do aumento de 10 vezes na relação solo:água foi observada por Keaton (1938) e Davis (1943), porém no presente estudo foi observado um aumento de 0,32 unidades com o aumento de 5 vezes na diluição.

Segundo Peech (1965) e Davey & Conyers (1988) o pH do solo é menos influenciado pela diluição quando extraído com a solução de CaCl<sub>2</sub>, enquanto Novais et al. (2007) afirmam que tal benefício é obtido com a solução extratora KCl, este comportamento corrobora, em parte, com os resultados encontrados no presente estudo. Sendo que no caso do extrator CaCl<sub>2</sub>, a ausência de efeito da diluição foi dependente do tempo de equilíbrio solo-suspensão, pois apenas a relação solo-solução 1:2,5 e 1:5 nos tempos 30 e 120 minutos de equilíbrio não apresentaram interação significativa.

## CONCLUSÕES

A interação entre solução extratora e relação solo-solução foi dependente do tempo de contato solo-suspensão.

Os maiores valores de pH foram encontrados na solução extratora H<sub>2</sub>O > KCl 1M > CaCl<sub>2</sub> 0,01M nas relações solo-solução 1:5 > 1:2,5 > 1:1.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.A., ERNANI, P.R. Influencia do solvente, da relação solo/solvente, e da incubação das amostras úmidas na variação do pH de solos cararinenses. *Cienc. Rural* vol.26 no.1 Santa Maria Jan./Apr. 1996;
- DAVEY, B.G.; CONYERS, M.K. Determining the pH of acid soils. *Soil Sci.* 146:141–150. 1988;
- DAVIS, L.E. Measurements of pH with the glass electrode as affected by soil moisture. *Soil Sci.* 56, 1943. p.405–422;



FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2011;

KEATON, C.M. A theory explaining the relation of soil-water ratios to ph values. Soil Sci. 46. 1938. p.259–265;

MILLER, R.O.; KISSEL, K.D.E. Comparison of soil pH methods on soils of North America. Soil Science Society of America Journal, 74, 2010;

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 204-269. 2007;

PAVAN, M.A., MIYAZAWA, M. Lições de fertilidade do solo: pH. Londrina: IAPAR, 1997;

PEECH, M. Hydrogen-ion activity. In C.A. Black et al., Eds. Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 914–926. 1965;

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF (Brazil). EMBRAPA Informação Tecnológica. 2. ed.. p. 111 – 115. 2009;

THOMAS, G. W. and HARGROVE, W. L. The chemistry of soil acidity. In Soil Acidity and Liming, ed. F. Adams, pp. 3-56. American Society of Agronomy, Madison. 1984;

Von UEXKULL, H.R., and MURTERT E.. 1995. Global extent, development and economic impact of acid soils. Plant and Soil 171:1-15.