



## Variação temporal da solução em Argissolos Amarelo com A moderado e A antrópico (Terra Preta de Índio) em Iranduba-AM<sup>(1)</sup>.

**Adriana Costa Gil de Souza<sup>(2)</sup>; Wenceslau Geraldes Teixeira<sup>(3)</sup>; Hedinaldo Narciso Lima<sup>(4)</sup>; Rodrigo Santana Macedo<sup>(5)</sup>; Omar Cubas Encinas<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do projeto “Estudo dos Solos de Várzea da Amazônia Brasileira: Fortalecendo a Interação PPG-AT/UFAM e PPG-SNP/UFV” Número do processo: 620184/2008-6” e MP Embrapa.

<sup>(2)</sup> Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical na Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus - AM. [giladriana3@gmail.com](mailto:giladriana3@gmail.com); <sup>(3)</sup> Pesquisador na Embrapa Solos - CNPS; <sup>(4)</sup> Professor na Universidade Federal do Amazonas - UFAM; <sup>(5)</sup> Doutor em Ciências pela ESALq – USP; <sup>(6)</sup> Doutorando no Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical na Universidade Federal do Amazonas - UFAM.

**RESUMO:** A ocorrência de solos com horizonte superficial de cor escura, elevada fertilidade e apresentando fragmentos cerâmicos e/ou artefatos líticos caracterizam os horizontes A antrópicos (Au) da Amazônia, conhecidos regionalmente como Terras Preta de Índio (TPI). O objetivo do presente estudo foi avaliar a dinâmica da solução de um solo com horizonte antrópico (Argissolo Amarelo A antrópico) em comparação com um Argissolo Amarelo A moderado adjacente no município de Iranduba – AM. Foram realizadas dez amostragens da solução do solo, no qual foram mensurados: pH, condutividade elétrica (CE) e os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ . Os solos estudados apresentaram diferentes concentrações e dinâmica dos íons no período estudado. Em ambos os solos os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  predominaram na solução do solo. Demonstrando influência da precipitação no *input* e diferentes mecanismos de proteção contra lixiviação dos mesmos.

**Termos de indexação:** solução do solo, condutividade elétrica, Amazonas.

### INTRODUÇÃO

Na Amazônia Central ocorrem solos que tiveram suas características originais alteradas por populações pré-colombianas. Essas áreas regionalmente denominadas Terras Preta de Índio (TPI) apresentam coloração escura, restos de material arqueológico (fragmentos cerâmicos e/ou artefatos líticos) e altos teores de carbono orgânico, fósforo, cálcio, magnésio, zinco e manganês, contrastando com os solos naturais adjacentes (Kämpf & Kern, 2005; Teixeira et al., 2010).

Esses horizontes de solos férteis formados no passado parecem manter sua fertilidade mesmo em condições de clima tropical. Entretanto, pouco se conhece a respeito da dinâmica de nutrientes na solução e possíveis mecanismos de redução de perdas por lixiviação nos solos antrópicos na Amazônia Central.

Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a dinâmica do pH, condutividade elétrica e íons da solução do solo em Argissolo Amarelo A antrópico (TPI) e Argissolo Amarelo A moderado no município de Iranduba – AM.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Campo Experimental do Caldeirão - Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA) situado a aproximadamente 22 km de Manaus, AM. O clima da região é do tipo Ami, caracterizado por apresentar precipitação anual de 2.101 mm e médias de temperatura e umidade relativa de 26,7 °C e 84%, respectivamente (Rodrigues, 1991).

Em campo foram distribuídas seis parcelas, sendo três localizadas em área de Argissolo Amarelo A antrópico (TPI) e três em Argissolo Amarelo A moderado. Em cada parcela foram instalados um conjunto de extratores de solução do solo, nas profundidades: 20, 50 e 100 cm. Os extratores apresentavam diâmetro de 23 mm e consistiam de um tubo PVC, acoplado a uma cápsula de cerâmica porosa em sua extremidade inferior, sendo esse vedado com borracha na parte superior (Wolt, 1994). A solução do solo era obtida através da diferença de pressão produzida com uma bomba de vácuo manual.

As coletas foram concentradas no período de chuva (Figura 1), entre os meses de fevereiro a junho de 2011, totalizando dez amostragens. Para cada coleta foram determinadas imediatamente as leituras de pH, por potenciometria e condutividade elétrica (CE), por condutivimetria. Para a quantificação da fase inorgânica:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$  as amostras foram acidificadas em campo utilizando-se como preservante 200 µl de ( $\text{HNO}_3$ ). Em seguida foram mantidas sob refrigeração e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Embrapa Solos – RJ.

As concentrações dos cátions supracitados foram determinadas por Espectrometria de emissão



atômica por plasma acoplado (ICP-OS) em equipamento Perkin-Elmer modelo OPTIMA 3000. Os dados de precipitação foram obtidos através de um pluviômetro manual instalado no local com leituras do total diário.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios, mínimo e máximo do pH na solução do solo em todas as profundidades de ambas as áreas são apresentadas na Tabela 1. Os valores de pH do solo antrópico foram superiores nas camadas de 20 e 50 cm e igual ao valor na camada de 100 cm. Esses dados corroboram com os valores de pH da fração sólida desses solos (Tabela 2), demonstrando menor acidez. Sendo que na maior já se encontra fora do horizonte antrópico.

Para o solo não antrópico, na profundidade de 20 cm houve apenas uma coleta durante todo o período de amostragem, no qual foi analisado somente o pH e a CE. Falhas em estudos da dinâmica da solução são frequentes e neste caso esta relacionado a um horizonte superficial de textura grosseira e de baixa retenção de água. A água retida neste horizonte estava com potencial acima do aplicado no vácuo manual não permitindo sua extração. A comparação da obtenção de dados na mesma camada no solo antrópico mostra uma qualidade desse solo em reter água disponível.

A CE nas camadas de 50 e 100 cm apresenta valores semelhantes nos solos estudados isso indica mecanismos de proteção à lixiviação de nutrientes, pois a fração sólida e os estoques de nutrientes no solo antrópico, principalmente nos horizontes superficiais são muito maiores que no solo não antrópico.

O  $\text{Ca}^{2+}$  foi o íon que apresentou os maiores valores (máximo) na profundidade de 50 cm na solução do solo não antrópico e antrópico (9,88 e 7,55  $\text{mg L}^{-1}$  respectivamente). Esses resultados sugerem que os solos estudados mobilizam nutrientes para a solução do solo de forma diferente e paradoxalmente com resultados inversos a caracterização química da fração sólida, no qual os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  disponível (Tabela 2) apresentam teores menores que o solo antrópico. Ainda, corroboram com os encontrados por Lehmann et al. (2003), no qual enfatizam que a lixiviação de nutrientes é muito mais baixa na TPI do que no solo adjacente. Para os teores de  $\text{Mg}^{2+}$  a maior concentração foi encontrada na profundidade de 50 cm (0,72  $\text{mg L}^{-1}$ ) do solo antrópico.

Os teores de  $\text{K}^+$  na profundidade de 20 cm do solo antrópico, apresentaram-se abaixo do limite de detecção do método. Sendo os maiores teores desse íon encontrados na profundidade de 50 cm do

solo antrópico (2,32  $\text{mg L}^{-1}$ ). Por outro lado foi observada a maior concentração no solo não antrópico na profundidade de 100 cm (1,30  $\text{mg L}^{-1}$ ). Os teores de  $\text{Na}^+$  foram mais elevados no solo não antrópico (1,72  $\text{mg L}^{-1}$ ) em 50 cm de profundidade quando em comparação ao solo antrópico (0,77  $\text{mg L}^{-1}$ ). Ainda, o  $\text{Na}^+$  foi o elemento monovalente mais presente em solução. Corroborando com o estudo de Neu (2005), em diferentes ecossistemas Amazônicos.

De forma geral os teores de  $\text{Fe}^{2+}$  ocorreram em maiores concentrações na profundidade de 50 cm do solo não antrópico (0,25  $\text{mg L}^{-1}$ ). Os reduzidos teores de  $\text{Fe}^{2+}$  na solução do solo antrópico podem ser reflexo do pH mais elevado, fazendo com que esse íon permaneça em forma de baixa solubilidade e conseqüente menor concentração (Costa & Bigham, 2009). Para o  $\text{Zn}^{2+}$  no solo antrópico foi observado o valor máximo na profundidade de 20 cm (0,31  $\text{mg L}^{-1}$ ) o que demonstra equilíbrio com os elevados teores desses elementos no complexo de troca da fase sólida. O aumento dos teores de  $\text{Zn}^{2+}$  em horizontes antrópicos é uma das características dos horizontes antrópicos na Amazônia (Teixeira et al., 2010).

Foram observadas baixas concentrações de  $\text{Mn}^{2+}$  em todas as profundidades de ambas as áreas estudadas. As maiores concentrações (0,02  $\text{mg L}^{-1}$ ) foram encontradas no solo antrópico na profundidade de 50 cm. Da mesma forma que o  $\text{Mn}^{2+}$ , o  $\text{Cu}^{2+}$  no solo antrópico apresentou concentração máxima de 0,02  $\text{mg L}^{-1}$  nas profundidades de 20 e 50 cm, permanecendo abaixo do limite de detecção do método em todas as profundidades do solo não antrópico. Tais resultados indicam que esses íons podem estar fortemente ligados à matéria orgânica, diminuindo a concentração deles em solução.

O  $\text{Al}^{3+}$  apresentou concentrações abaixo do limite de detecção em todas as amostragens do solo antrópico, corroborando com a boa qualidade química desses solos. No solo não antrópico o comportamento foi similar, apresentando concentração acima do limite de detecção do método apenas na profundidade de 50 cm, a saber: 0,48  $\text{mg L}^{-1}$ . Uma discussão mais elaborada da variação do pH, CE e íons estudados nas 10 épocas de amostragem é discutida em Souza (2011).

## CONCLUSÕES

A solução do solo nos horizontes antrópicos apresentam maiores valores de pH e ausência de  $\text{Al}^{3+}$  o que corrobora a assertiva de elevada fertilidade desses solos.

A dinâmica dos íons na solução do solo indica a presença de mecanismos de proteção contra a

lixiviação nos horizontes antrópicos, apesar de elevados teores na fração sólida os teores na solução do solo são até menores que nos horizontes menos férteis adjacentes.

### AGRADECIMENTOS

Ao projeto: “Estudo dos solos de várzea da Amazônia Brasileira: Fortalecendo a interação PPG-SNP/UFV” N° do processo: 620184/2008-6”; Ao Programa MP – Terra Preta da Embrapa pelos recursos para realização das análises.

### REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York, John Wiley, 1977. 472p.

COSTA, A.C.S & BIGHAM, J.M. Óxidos de ferro. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. (Eds.). Química e mineralogia do solo, Parte I – Conceitos básicos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 505-572, 2009.

KÄMPF, N. & KERN, D.C. O solo como registro de ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.J. (Eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 4, p. 277-320, 2005;

LEHMANN, J. et al. Soil fertility and production potential. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B.; WOODS, W.I. (Eds.). Amazonian Dark Earths: origin, properties, management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 105–124, 2003.

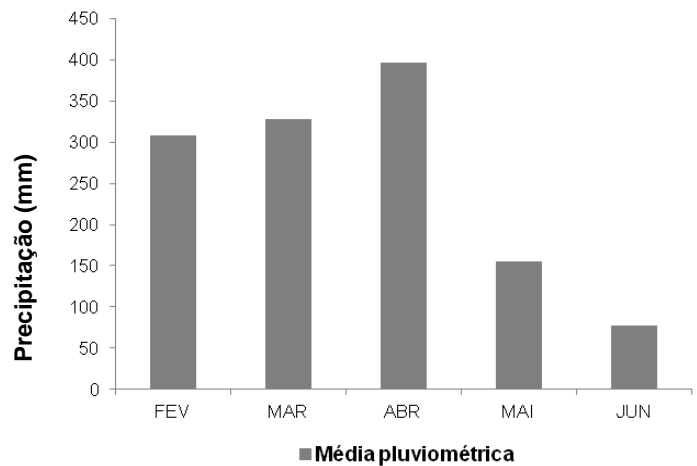
NEU, V. Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes via solução do solo na região de Manaus-AM. 2005. 93p. Dissertação - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba/SP, 2005.

RODRIGUES, T.E. et al. Levantamento semi-detalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do campo experimental do Caldeirão do CPAA/Embrapa, Iranduba, Amazonas. Embrapa - SNLCS, Rio de Janeiro/RJ, 1991. 74p. (Boletim de Pesquisa, s/n).

SOUZA, A.C.G. Caracterização e variação temporal da solução do solo em Argissolo Amarelo com horizonte A moderado e A antrópico (Terra Preta de Índio) no município de Iranduba – AM. 2012. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas. Manaus/AM, 2012.

TEIXEIRA, et al. As propriedades físicas e hídricas dos horizontes Antrópicos das Terras Pretas de Índio na Amazônia Central. In: TEIXEIRA et al. (Eds). As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1 ed., p. 225-241, 2010.

WOLT, J.D. Obtaining soil solution: laboratory methods. In: WOLT, J.D. (Ed.). Soil solution chemistry: applications to environmental science and agriculture. New York: John Wiley; Sons, p. 95-120, 1994.



**Figura 1** - Valores médios da precipitação pluviométrica na área de estudo durante os meses de Fevereiro a Junho de 2011. Estação Experimental do Caldeirão (Embrapa/CPAA), Iranduba – AM.



**Tabela 1** - Avaliação de pH, condutividade elétrica (CE) e íons em amostras de solução do solo em área de Argissolo Amarelo com horizonte A antrópico e Argissolo Amarelo com horizonte A moderado na Estação Experimental do Caldeirão (Embrapa/CPAA), Iranduba – AM.

Parâmetro	pH	CE	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>
		μ S cm <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>								
<b>Argissolo Amarelo A antrópico (20 cm)</b>											
Média	6,05	37,85	3,84	0,51	*	0,30	0,02	0,07	0,01	0,08	*
Desvio Padrão	0,21	17,16	1,40	0,09	*	0,09	*	0,07	0,00	0,10	*
Mínimo	5,71	17,08	2,32	0,36	*	0,23	0,02	0,03	0,00	0,01	*
Máximo	6,43	68,93	6,56	0,62	*	0,55	0,02	0,24	0,01	0,31	*
<b>Argissolo Amarelo A antrópico (50 cm)</b>											
Média	5,98	36,85	4,83	0,37	1,33	0,43	0,02	0,05	0,01	0,04	*
Desvio Padrão	0,40	20,14	1,69	0,17	0,94	0,17	0,01	0,03	0,01	0,03	*
Mínimo	5,50	15,97	2,76	0,22	0,45	0,24	0,01	0,03	0,00	0,02	*
Máximo	6,71	76,98	7,55	0,72	2,32	0,77	0,02	0,11	0,02	0,11	*
<b>Argissolo Amarelo A antrópico (100 cm)</b>											
Média	5,76	29,34	3,37	0,15	0,42	0,40	0,01	0,05	0,01	0,07	*
Desvio Padrão	0,37	10,75	1,30	0,07	*	0,09	*	0,04	0,00	0,03	*
Mínimo	5,34	16,01	2,10	0,08	0,42	0,31	0,01	0,02	0,01	0,01	*
Máximo	6,56	45,82	5,66	0,31	0,42	0,59	0,01	0,12	0,01	0,15	*
<b>Argissolo Amarelo A moderado (20 cm)</b>											
Média	5,80	87,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desvio Padrão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínimo	5,80	87,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Máximo	5,80	87,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Argissolo Amarelo A moderado (50 cm)</b>											
Média	5,71	31,88	2,80	0,18	0,53	0,82	*	0,10	0,01	0,06	0,43
Desvio Padrão	0,42	22,83	2,81	0,10	0,17	0,40	*	0,07	0,00	0,06	0,07
Mínimo	5,39	10,77	0,82	0,04	0,41	0,33	*	0,03	0,01	0,01	0,38
Máximo	6,73	80,73	9,88	0,31	0,78	1,72	*	0,25	0,01	0,19	0,48
<b>Argissolo Amarelo A moderado (100 cm)</b>											
Média	5,76	32,97	3,47	0,10	0,71	0,77	*	0,06	0,01	0,06	*
Desvio Padrão	0,36	17,66	1,33	0,02	0,35	0,41	*	0,03	0,00	0,05	*
Mínimo	5,08	10,62	1,07	0,07	0,43	0,32	*	0,03	0,00	0,01	*
Máximo	6,40	65,42	4,87	0,13	1,30	1,58	*	0,15	0,01	0,19	*

\*abaixo do limite de detecção do método.

**Tabela 2** - Características químicas da fração sólida de áreas com Argissolo Amarelo A antrópico e Argissolo Amarelo A moderado da Estação experimental do Caldeirão (Embrapa/CPAA), Iranduba – AM.

Prof. (cm)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			
<b>Argissolo Amarelo A antrópico</b>									
0-20	3,84	0,94	0,05	0,01	0,11	1,66	34	49,71	9,72
20-40	2,08	0,50	0,02	0,01	0,33	2,25	32	16,24	6,71
40-60	1,64	0,35	0,02	0,00	0,32	1,70	31	11,81	4,44
60-80	1,44	0,27	0,01	0,00	0,38	1,45	30	7,29	3,56
80-100	1,33	0,22	0,02	0,00	0,33	1,22	27	5,72	2,78
<b>Argissolo Amarelo A moderado</b>									
0-20	0,04	0,11	0,07	0,06	1,86	0,2	406	1,2	0,6
20-40	0,01	0,05	0,02	0,02	1,25	0,1	291	0,8	0,3
40-60	0,02	0,04	0,01	0,01	1,12	0,1	234	0,7	0,8
60-80	0,01	0,03	0,01	0,01	0,91	0,1	99	0,3	0,8
80-100	0,01	0,03	0,01	0,00	0,78	0,1	38	0,2	1,3