

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Atributos químicos e físicos de Terras Pretas de Índio (TPI) de várzea e terra firme na calha do rio Solimões/Amazonas

KLEBERSON WORSLEY DE SOUZA⁽¹⁾, CARLOS ERNESTO G. R. SCHAEFER⁽²⁾ HEDINALDO NARCISO LIMA⁽³⁾ WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA⁽⁴⁾ KARINA PULROLNIK⁽⁵⁾ GUILHERME RESENDE CORRÊA⁽⁶⁾

RESUMO - A ocorrência de solo com horizontes escuros, denominados localmente de Terras Pretas de Índio com elevada fertilidade, recobrimo variadas classes de solos, constitui fator marcante na paisagem amazônica, e representa um importante testemunho da ocupação humana e do uso do solo e outros recursos naturais na Amazônia por populações precolombianas. Nesse trabalho foram estudados sítios de TPI na várzea e terra firme. Foram efetuadas análises físicas e químicas de rotina. Em geral as TPI de várzea apresentaram maior riqueza das frações areia e silte em comparação as TPI de terra firme. Contudo, apresentaram teores próximos de P, Na e V%, com exceção para Mg^{2+} e K^+ onde as TPI de várzea apresentaram valores maiores.

Palavras-Chave: (Amazônia, Arqueoantrossolo, horizonte antrópico, Coarí, Careiro da Várzea)

Introdução

Na Amazônia destacam-se dois ambientes distintos em meio à floresta: a terra firme e a várzea. O ambiente de várzea apresenta solos, submersos quase a metade do ano, que possuem alto teor de nutrientes que são constantemente renovados. Assim, parte expressiva da paisagem amazônica é ocupada por áreas inundáveis, que representam a planície aluvial ou várzea dos rios de águas barrentas, ricas em sedimentos em suspensão, como o Amazonas, o Madeira, o Purus. Essas áreas compreendem grandes faixas de terras marginais aos rios que podem alcançar até 100 km de largura, em um sistema complexo de canais, lagos, ilhas e diques marginais.

Historicamente, se concentraram na várzea as mais intensas atividades de pesca e de agricultura, o que se atribui à maior riqueza dos solos e à proximidade dos rios e dos lagos, altamente piscosos, favorecendo o

estabelecimento de populações humanas desde os tempos pré-coloniais. No passado, cerca de 2000 anos antes das intervenções dos colonizadores europeus, sociedades complexas se desenvolveram na região de várzea do rio Amazonas, associadas a um ambiente rico em solos férteis, flora e fauna, possibilitando a obtenção de variados e abundantes recursos, suficientes para que tais sociedades tenham atingido níveis muito altos de densidade populacional [1]. Ao que tudo indica, esses adensamentos formaram uma das feições mais interessantes da paisagem amazônica de várzea, que representam importante registro da ocupação humana e do uso do solo na várzea amazônica por populações precolombianas, as Terras Pretas de Índio (TPI). As Terras Pretas são relativamente comuns nas áreas de interflúvios, na paisagem mais bem drenada de Terra Firme. Por outro lado praticamente inexistem trabalhos a respeito das TPI em área de várzea. Assim, até recentemente, eram conhecidos apenas sítios de TPI em terra firme, com registros esparsos de sua ocorrência na várzea.

Além de constituir um importante registro da ocupação precolombiana na várzea amazônica, a ocorrência de TPI na várzea do Solimões/Amazonas sugere uma ocupação relativamente prolongada, o que anteriormente era tido como improvável por alguns cientistas, devido principalmente ao pulso de cheias regulares, inundando completamente essas áreas. Por outro lado, a descoberta de TPI na paisagem de várzea, muitas vezes com horizonte antrópico soterrado, vislumbra adaptações ao meio por parte das sociedades que viviam nesse ambiente, aproveitando suas vantagens e convivendo com as dificuldades encontradas.

Assim, o objetivo desse trabalho foi comparar perfis de TPI encontrados na várzea do Solimões com TPI de Terras Firme associados ao mesmo rio.

Material e métodos

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Doutorando, bolsista FAPEAM, do PPG em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa. Av. PH Rolphs s/n, Viçosa, MG, CEP 36570-000. kleberson@ufam.edu.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Professor Associado do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Av. PH Rolphs s/n, Viçosa, MG, CEP 36570-000 carlos.schaefer@ufv.com.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é professor adjunto do departamento de Eng. Agrícola e Solos da Faculdade de Ciências Agrária da Universidade Federal do Amazonas. Av. General Rodrigo Octávio Jordão, 3000, Coroado Manaus, AM, CEP 69077-000. hedinaldo@ufam.edu.br

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador III, EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, AM-010/km 29, Manaus, AM, Brasil. wenceslau@cpaa.embrapa.br

⁽⁵⁾ Quinta autora é pesquisadora da EMBRAPA CERRADOS CPAC, BR 020 Km 18, Planaltina, DF - Brasil - CEP 73310-970. karina.pulrolnik@cpac.embrapa.br

⁽⁶⁾ Sexto Autor é Doutorando do PPG em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. Av. PH Rolphs s/n, Viçosa, MG, CEP 3657-000. guilhermeudi@yahoo.com.br

A área de estudo compreende a planície aluvial do rio Solimões/Amazonas, contemplando áreas de ocorrência de TPI nessa planície, bem como algumas áreas de terra firme que margeiam esta área, correspondendo aos baixos platôs da formação Solimões. A localização geográfica de cada perfil coletado com as referidas coordenadas geográficas são: P1- S 03° 22'08.4" W 060° 41'05.5" município Careiro da Várzea, AM; P2- S 3°51'27.18" W 62°35'24.62" município de Coarí, AM; P3- S 03° 41'32.7" W 061° 04'19.0" município de Manacapuru, AM; P4- 03°57'00.1 W 063° 08'02.0", município de Coari, AM.

As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, obtendo-se terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises de rotina de acordo com procedimentos descritos por EMBRAPA [2]. A determinação da argila foi realizada pelo método da pipeta de acordo com EMBRAPA [2], porém, com utilização de agitação lenta de 50 rpm por 16 h [3], e determinação de silte por pipetagem e não por diferença[4].

Resultados

Os solos foram classificados pelo Sistema Brasileiro de Classificação EMBRAPA [5], e posteriormente segundo proposta descrita por Kämpf & Kern [6]. Ressalte-se que essa proposta de classificação não contempla algumas características importantes das TPIs de várzea, provavelmente devido à inexistência de estudos anteriores desses solos, principalmente na ocasião de formulação desta proposta. Os solos foram classificados conforme a seguinte descrição: P1 Sítio São Sebastião do Careiro da Várzea Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico (Arqueoantrossolo Tpto-hórtico flúvico, franco, eutrófico, méxico); P2 Sítio Lauro Sodré Neossolo Flúvico Ta eutrófico típico antrópico (Arqueoantrossolo Tpto-hórtico flúvico, franco, eutrófico, méxico); P3 Sítio Repartimento Argissolo Vermelho amarelo Ta eutrófico típico antrópico (Arqueoantrossolo Hórtico, ebânico argilosos, eutrófico, méxico, nítico); P4 Argissolo Vermelho Amarelo Ta eutrófico típico antrópico (Arqueoantrossolo Hórtico, cumúlico, argiloso, eutrófico, méxico, nítico).

Discussão

A coloração escura do horizonte antrópico e a presença de fragmentos cerâmicos e líticos incorporados neste horizonte constituem feições morfológicas marcantes das Terras Pretas. Estes atributos foram, não só muito importantes, como suficientes para a identificação desses solos em relação aos outros solos da paisagem. Ressalte-se que em alguns casos, o horizonte antrópico encontra-se soterrado, não raro com mais de um horizonte antrópico em diferentes profundidades constituindo o perfil. Por outro lado, as camadas subsuperficiais dos

solos comumente encontrados nas áreas de várzea apresentam coloração mais empalidecida, o que marca um nítido contraste destas com os horizontes antróicos das TPI. Já os horizontes subsuperficiais dos baixos platôs de terra firme apresentam cores avermelhadas e/ou amareladas, também de fácil percepção em relação à ocorrência de horizonte antrópico. A cor (amostra úmida) dos horizontes antróicos das TPI estudadas variou de cinza muito escuro (10YR 4/2 e 4/1) na várzea à cinza muito escuro e preta (10 YR 3/1 e 2,5Y 2/1) na terra firme (Quadro 2). SMITH [7] atribuiu a coloração escura das TPI, principalmente, aos resíduos de queimadas. Os estudos de GLASER et al. [8], parecem corroborar essa afirmação. O carvão vegetal, em razão de sua estrutura altamente aromática, é química e microbiologicamente pouco retivo e persiste no ambiente por muitos anos [8]. Contudo, não está claro se essa preservação é função apenas em razão de sua recalcitrância ou se processos químicos de estabilização também estão envolvidos [9].

As TPI de várzea apresentaram maior riqueza das frações areia fina e silte em comparação com as TPI de terra firme que apresentaram maior riqueza da fração argila (Quadro 2). A maior riqueza dessas frações nas TPI de várzea está diretamente relacionada com sedimentação do material depositado pelo rio Solimões/Amazonas, o qual transporta sedimentos andinos, depositando-os nos diques aluviais por ocasião das enchentes.

Embora os dois grupos de solos estudados nesse trabalho tenham mostrado, em média, valores próximos para muitos dos parâmetros analisados (pH, P, V%), se não entre todos os perfis, pelo menos em um perfil de cada grupo, os horizontes antropogênicos dos perfis de várzea são notadamente menos espessos quando comparados aos horizontes que sofreram modificações pela interferência antrópica no ambiente de terra firme. Isso pode ser atribuído não só ao processo de pedobioturbação, mais intenso na terra firme, mas também à maior densidade populacional e tempo de ocupação do solo nessas áreas com maior acúmulo de material na ocasião da formação destas TPI, o que de certa maneira, pode ter compensado a pobreza inicial desses solos de terra firme, quando comparados os números apresentados atualmente entre as TPI de várzea, um ambiente com solos naturalmente mais ricos e as TPI de terra firme com solos mais pobres quimicamente (Quadro 1). Ressalte-se que alguns resultados mostram valores mais altos nas TPI de terra firme (P e Ca). Isso também pode ser atribuído ao ambiente ligeiramente mais ácido na terra firme, que facilita a dissolução de apatita biogênica colocando maior quantidade desses elementos em solução. Por outro lado, no ambiente de várzea, com solos menos ácidos, a apatita ficaria menos sujeita ao ataque ácido. Além disso, estes solos possuem naturalmente maiores conteúdos de P, Ca, Mg e outros elementos em solução, diminuindo a dinâmica de dissolução de apatita incorporada ao solo. Estudos futuros de micromorfologia e microquímica nestes solos poderão confirmar, ou não, essa afirmação.

Entre os dois grupos de solo estudados, a diferença química que mais se destaca é o maior conteúdo de Mg^{2+} e K^+ nas TPI de várzea e em média menores valores para H+Al. Provavelmente os maiores valores de Mg^{2+} e K^+ se deve a solubilização de minerais primários e argilas 2:1 contidas nos solos de várzea. Os maiores valores de H+Al nas TPI de terra firme pode ser atribuído a maior presença de H^+ principalmente associados a radicais carboxílicos da matéria orgânica do solo (MOS), já que o ambiente de várzea não oferece estabilidade suficiente para preservação da MOS e como dito anteriormente a acidez trocável ficou próxima de $0,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Ressalte-se que os maiores teores de matéria orgânica (MO) foram observados nos horizontes antrópicos de terra firme (Quadro1). Não obstante, na várzea, os horizontes superficiais não antrópicos apresentaram maiores conteúdos de MO em relação aos horizontes antropogênicos. Contudo, deve ser destacada a recalcitrância da matéria orgânica dos horizontes antrópicos, em que maiores teores de C são obtidos apenas com tratamento mais drástico para quantificar C-orgânico total.

O acréscimo no teor de nutrientes inexoravelmente devido à interferência antrópica nesses solos é algo bastante admirável. Quando comparado os resultados analíticos do perfil 4 deste trabalho com os resultados de análises de solo feita pelo projeto RADAMBRASIL nas proximidades dessa mancha de TPI, RADAMBRASIL [10], é possível observar as modificações impostas ao solo, vislumbrando a quantidade de material aportado por ocasião da presença de indígenas na época. Enquanto a camada superficial da TPI apresentou $1.678,4 \text{ mg dm}^{-3}$ de P-Mehlich, a amostra de Argissolo Vermelho amarelo adjacente à mancha de TPI apresentou 2 mg dm^{-3} de P. Em relação aos cátions trocáveis, a Terra Preta apresentou $15,86 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de $Ca^{2+}+Mg^{2+}$, enquanto o solo adjacente apresentou $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para esse mesmo parâmetro. Por outro lado, os teores de Al^{3+} no solo adjacente são maiores, tanto em superfície como em profundidade. A TPI apresentou $0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Al^{3+} em superfície e manteve esse valor mesmo no horizonte subsuperficial de 70 a 110 cm de profundidade. Já o solo adjacente apresentou 4,7 e 6,4 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Al^{3+} na superfície e no horizonte subsuperficial, respectivamente. Registre-se que essas alterações químicas dos horizontes subsuperficiais na TPI pode ser resultante, principalmente, da atividade biológica intensa, que incorpora material mais rico do horizonte superficial ao horizonte subsuperficial [11].

Como mostrado em outros trabalhos, os maiores teores de P foram observados em subsuperfície nos dois perfis de TPI coletados em área de terra firme. Contudo, no primeiro perfil coletado em área de várzea, o qual possui dois horizontes antrópicos enterrados, o maior teor de P-Mehlich foi observado no horizonte mais próximo da superfície e não no mais profundo. No entanto, os horizontes subsequentes a estes em profundidade apresentaram valores ainda expressivamente altos de P-Mehlich.

Conclusões

As Terras Pretas de várzea revelaram diferenças significativas quanto à composição granulométrica, quando comparadas com as TPI de terra firme o que pode ser atribuído as condições naturais do ambiente de várzea.

As características químicas nas TPI parecem estar mais relacionadas com o tempo de ocupação e densidade populacional na ocasião de sua formação e possíveis reocupações, do que com características edáficas iniciais onde estas foram geradas, originando certa homogeneização química resultante do aporte antrópico.

Referências

- [1] ROOSEVELT, A. C. Determinismo ecológico na interpretação do desenvolvimento social indígena da Amazônia. In: NEVES, W., ed. Origem, adaptações e diversidade biológica do homem nativo da Amazônia. 1991. p.103-159. (Coleção Emília Sneath, Museu Paraense Emílio Goeldi)
- [2] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2ª. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- [3] RUIZ, H.A. Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife - PE. CD-ROM. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.
- [4] RUIZ, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). R. Bras. Ci. Solo, v.29, p.297-300, 2005
- [5] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos: 6ª aproximação. Brasília: EMBRAPA: Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- [6] KÄMPF, N. & KERN, D. C. O Solo como Registro da 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, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 4. 2005. p.277-320.
- [7] SMITH, N. J. H. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. Annals Association of American Geographers, v.70, 553-566, 1980.
- [8] GLASER, B.; GUGGENBERGER, G.; ZECH, W. & RUIVO, M. L. Soil organic matter stability in Amazonian Dark earths. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B. & WOODS, W.I., eds. Amazonia Dark earths: Origin, properties and management. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003a. p. 141-158.
- [9] LIMA, H. N. Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 176p. (Tese de Doutorado)
- [10] RADAMBRASIL. FOLHA SA20 MANAUS. Vol. 18. F84. Rio de Janeiro. Ministério das Minas e Energia – Departamento Nacional de Produção Mineral. Levantamento de Recursos Naturais, 1978.
- [11] SCHAEFER, C.E.G.R.; LIMA, H.N.; GILKES, R. J. & MELLO, J.W.V. Micromorfology and electron microprobe analysis of phosphorus and potassium forms of an Indian Black Earth (IBE) Anthrosol from Western Amazonia. Australian Journal of Soil Research, v.42, p.401 – 409, 2004.

Quadro 1 – Cor, composição granulométrica e classe textural de arqueoantrossolos da Amazônia Central

Horizonte Prof.(cm)	pH		P ⁽¹⁾ mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Na	V %	Ca ²⁺	Mg ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	H+Al	MO ⁽²⁾ dag kg ⁻¹
	H ₂ O	KCl									
P1 (Arqueoantrossolo Tapto-hórtico flúvico, franco, eutrófico, mésico)											
0-5	5,12	4,14	64,1	45	36,3	76,6	17,86	1,84	0,49	6,1	3,45
5-75	6,56	4,39	75,6	33	66,1	88,9	17,51	1,28	0,00	2,4	0,64
75-95	6,81	5,07	1.651,1	85	111,9	90,1	28,08	3,09	0,00	3,5	2,24
95-110	6,92	5,07	806,8	72	86,1	92,3	28,84	2,51	0,00	2,6	0,90
110-130	6,95	5,16	1.149,6	94	91,0	93,2	32,71	0,93	0,00	2,6	1,15
130-170	6,90	5,12	900,2	85	88,3	92,1	31,20	0,88	0,00	2,2	0,60
P2 (Arqueoantrossolo Tapto-hórtico flúvico, franco, eutrófico, mésico)											
0-30	6,01	4,92	111,0	86	14,9	69,9	7,58	2,12	0,00	4,3	4,61
30-50	6,47	4,43	137,6	48	22,9	83,7	6,71	1,82	0,00	1,7	0,64
50-77	6,42	4,65	1.272,9	53	37,9	73,8	8,34	2,09	0,00	3,8	0,90
77-170	6,65	4,46	174,9	50	37,9	81,4	8,87	0,47	0,00	2,2	0,51
P3 Arqueoantrossolo Hórtico, ebânico, argiloso, eutrófico, mésico, nítico											
0-20	6,38	5,29	1.432,9	118	51,2	88,2	34,56	0,93	0,00	4,8	6,72
20-50	6,37	5,19	1.970,2	61	76,1	87,3	41,87	0,89	0,00	6,3	3,52
50-80	6,39	5,12	1.687,6	34	33,3	88,3	29,17	0,89	0,00	4,0	1,28
P4 Arqueoantrossolo Hórtico, cumúlico, argiloso, eutrófico, mésico, nítico											
0-15	5,68	4,34	1.678,4	35	26,3	66,7	15,11	0,75	0,20	8,0	3,07
15-25	5,70	4,34	2.336,3	28	35,3	68,2	18,55	0,54	0,10	9,0	0,79
25-40	5,70	4,23	1.602,2	24	18,3	70,1	17,41	0,58	0,20	7,7	0,44
40-70	5,67	4,13	857,6	22	11,4	70,2	16,42	0,40	0,20	7,2	0,29
70-110	5,61	4,12	800,2	50	12,3	39,3	12,3	0,32	0,20	7,0	0,22

⁽¹⁾ P disponível extraído com Mehlich-1; ⁽²⁾ Matéria Orgânica obtida pela determinação de C pelo método direto Walkley-Black (sem aquecimento) MO= C*1,72.

Quadro 2 – Características Físicas de arqueoantrossolos da Amazônia central

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor ⁽¹⁾	A.G.	A.F.	Silte dag kg ⁻¹	Argila	Classe textural
P1 (Arqueoantrossolo Tapto-hórtico flúvico, franco, eutrófico, mésico)							
Ap	0-5	10YR 5/2	0	42	39	19	Franco
AC	5-75	10YR 6/3	0	46	34	20	Franco
2Aub	75-95	10YR 4/1	2	27	44	27	Franco-Argilosa
2C	95-110	10YR 6/3	1	16	57	26	Franco-Siltosa
3Aub	110-130	10YR 4/1	2	16	54	28	Franco-Argilo-Siltosa
3C	130-170	10YR 6/3	1	15	55	28	Franco-Argilo-Siltosa
P2 (Arqueoantrossolo Tapto-hórtico flúvico, franco, eutrófico, mésico)							
Ap	0-30	10YR 5/2	0	30	50	20	Franco
C	30-50	10YR 6/3	0	51	38	11	Franco
2Aub	50-77	10YR 4/2	0	44	38	18	Franco-Siltosa
2C	77-170	10YR 6/3	0	33	52	15	Franco-Siltosa
P3 Arqueoantrossolo Hórtico, ebânico, argiloso, eutrófico, mésico, nítico							
Au	0-20	2,5Y 2/1	8	20	37	35	Franco-Argilosa
ABtu	20-50	10YR 3/1	7	14	27	52	Argila
Bt	50-80	10R 4/8 10R5/8	8	17	18	57	Argila
P4 Arqueoantrossolo Hórtico, cumúlico, argiloso, eutrófico, mésico, nítico							
Au	0-15	10YR 3/1	1	27	37	35	Franco-Argilosa
A2u	15-25	10YR 4/1	1	22	34	43	Argila
ABu	25-40	10YR 5/2	1	23	31	45	Argila
BAu	40-70	10YR 6/3	0	24	32	44	Argila
Bt	70-110	10R 5/8 10R6/8	0	18	23	59	Argila

⁽¹⁾ Amostra úmida.