

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS DE UMA TOPOSSEQUÊNCIA SOB PASTAGEM EM UMA FRENTE PIONEIRA DA AMAZÔNIA ORIENTAL ¹

Magda da Silva REIS²

Antônio Rodrigues FERNANDES³

Catherine GRIMALDI⁴

Thierry DESJARDINS⁵

Michel GRIMALDI⁶

RESUMO: A ocupação da Amazônia de forma desordenada com a substituição de florestas por lavouras ou pastagens, cujo manejo tem sido inadequado, tem levado à degradação de grandes áreas pelas alterações nos atributos dos solos. Com o objetivo de avaliar as variações dos atributos químicos do solo, em relação à posição no relevo, foi realizado um estudo na região de Marabá (PA) em uma área com pastagem de braquiário (*Brachiaria brizantha*), com idade de quatro anos. A área foi submetida a práticas tradicionais de preparo, com derrubada e queima da biomassa da floresta primária e o primeiro ano com cultivo de arroz. No ecossistema de pastagem, foram realizados pastoreio por bovinos e queimada como prática de manejo da área. As amostras foram retiradas de perfis verticais, no topo, na encosta e na baixa vertente, em uma sequência com 300 m de extensão. Os resultados mostraram a diminuição dos elementos (P, K, Ca, Mg e Na) conforme aumenta a profundidade do solo. No caso do P, há um aumento dos teores na zona com fragmentos de material de origem. A distribuição do fósforo seguiu o conteúdo de matéria orgânica nos diferentes tipos de solo ao longo da topossequência, na ordem Latossolo < Cambissolo < Gleissolo. Os baixos teores de bases e o alto teor de alumínio no complexo de troca indicam alto grau de intemperização dos solos.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Atributos Químicos, Sistemas Pedológicos, Queima.

¹ Aprovado em 29.09.09 para publicação.

Parte do trabalho de dissertação de Mestrado do primeiro autor, para o curso de Mestrado da UFRA/ em Solos e Nutrição de Plantas. Belém (PA).

² Engenheira Agrônoma, M.Sc., Rua Calderaro de Brito, 66. Saudade. CEP 68741-440. Castanhal (PA).

E-mail: magreis@yahoo.com.br.

³ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Professor Associado da UFRA/PA. E-mail: antonio.fernandes@ufra.edu.br.

⁴ Engenheira Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora do Institut National de la Recherche Agronomique/ França. Rennes.

E-mail: catherine.grimaldi@rennes.inra.fr.

⁵ Biólogo, D.Sc., Pesquisador do Institut de Recherche pour le De'veloppement/ França. Bondy.

E-mail: thierry.desjardins@ufra.edu.br.

⁶ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador do Institut de Recherche pour le De'veloppement / França. Bondy.

E-mail: grimaldi@bondy.ird.fr.

SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS FROM A TOPSEQUENCE UNDER PASTURE IN A FRONTIER LAND OF THE WESTERN AMAZON

ABSTRACT: The inordinate occupation of the Amazon, replacing forests for agriculture and pasture, has led to degradation of large areas through changes in the attributes of the soils, resulting in loss of productive capacity. In order to assess the variations of the soil chemical attributes, in relation to its terrain position, a study was carried in the region of Marabá (PA), in a pasture area with a four-year-old “braquiarião” grass (*Brachiaria brizantha*). The area was submitted to traditional means of land preparation such as clearing and burning of the primary forest biomass and one year of rice cultivation. In the pasture ecosystem, both grazing by bovines and burning were used as management practice. Samples were taken from vertical profiles, on the top, downhill and low slope, in a 300m length sequence. The results showed a decrease of the elements (Ca, Mg, K, Na e P) as the depth of the soil increased. As for P, in some cases, there was an increase of contents in the rock fragments zone. The phosphorus distribution followed the organic matter content in the different types of soil along the topsequence, in the sequence: Latosol < Cambisol < Gleisol. The low contents of the bases and the high saturation by aluminum in the exchange complex indicated a high degree of soil weathering.

INDEX TERMS: Chemical Attributes, Pedologic Systems, Burning e Smallholdings.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação da Amazônia tem ocorrido de forma desordenada com a substituição de florestas por lavouras ou pastagens, levando à degradação de grandes áreas, contribuindo para o aumento dos desmatamentos. As alterações nos atributos dos solos causadas pelo manejo inadequado têm levado à perda da capacidade produtiva em poucos anos de uso.

O desafio de desenvolver formas sustentáveis de utilização dos solos numa fronteira agrícola da Amazônia constitui grande desafio à pesquisa científica. Alguns estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de avaliar as transformações físicas, químicas e biológicas, ocorridas após a retirada da cobertura vegetal (SCHUBART; LUIZÃO, 1984; SPAIN; SALINAS, 1985; DESJARDINS et al., 1994; MARTINS, 2001; MARKEWITZ et al., 2004).

O estudo das sequências topográficas vem se mostrando bastante eficaz, sobretudo

por permitir o estabelecimento de relações entre atributos dos solos e do relevo (VIDAL-TORRADO; LEPSCH, 1993; ALVES; RIBEIRO, 1995). Além disso, permitem elucidar as dinâmicas interna e externa do solo, a partir das suas variações verticais e laterais nas vertentes.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é avaliar as variações dos atributos químicos do solo em relação à posição no relevo, numa topossequência cultivada com pastagem na região de Marabá (PA).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na região de Marabá/PA, no km 15 da vicinal do Rio da Esquerda, a 70 km da BR-230 (Rodovia Transamazônica), cujas coordenadas geográficas são: 5°16'00" S e 49°50'00" W Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw,

que corresponde ao clima tropical úmido. A precipitação média anual é inferior a 2000 mm e a temperatura média anual é de 26°C. Destacam-se duas estações: chuvosa - de 7 meses, que vai de novembro a maio, e seca - de 5 meses, de junho a outubro (REYNAL et al., 1995).

A vegetação da área estudada corresponde a uma pastagem formada de capim braquiarião (*Brachiaria brizantha*), com idade de quatro anos, plantada após o desmatamento e queima da floresta primária e um ano de cultivo de arroz.

Os solos foram desenvolvidos a partir de uma rocha classificada como biotita-monzogranito com grãos finos. A organização geomorfológica apresenta um relevo de colina alongada, com encosta caracterizada por uma parte alta de menor declínio até a média vertente, cuja declividade se acentua. A topossequência estudada tem uma extensão de 310 m de comprimento e 45 m de desnível entre o topo e a base da colina (SIMÕES, 2004). De acordo com a classificação da Embrapa (1999), os solos foram classificados como Latossolo Amarelo na alta vertente, Cambissolo no terço inferior da vertente e Gleissolo na base da vertente. Estes solos foram caracterizados morfológicamente por Reis et al. (2007).

Em cada posição, foram abertos três perfis e expostos em pontos alinhados sobre uma perpendicular à declividade, com uma distância de aproximadamente 10 metros entre dois pontos vizinhos. As profundidades de coleta variaram de 0,1 em 0,1 m até 2,5 m para o solo mais profundo, o Latossolo; até 1,2 m para o Cambissolo e até 1,1 m para o Gleissolo.

Após secar ao ar, as amostras de solo foram destorroadas, passadas em peneiras com malha de 2 mm, para obtenção da terra

fina seca ao ar (TFSA) e analisadas química e fisicamente, de acordo com os métodos da Embrapa (1997). Foram realizadas análises de granulometria, pelo método da pipeta; pH em água e KCl determinado por potenciometria (relação solo:solução de 1:2,5); carbono orgânico foi extraído por oxidação da matéria orgânica do solo, com solução de dicromato de potássio, em presença de ácido sulfúrico e titulação do excesso de dicromato com sulfato ferroso amoniacal; cátions trocáveis (Ca, Mg, K, Na, Al e H+Al) foram extraídos por solução de KCl 1 mol L⁻¹ e posterior leitura no espectrofotômetro de absorção atômica (Ca e Mg), fotômetro de chama (K e Na), o Al³⁺, determinado titulometricamente com NaOH 0,025 mol L⁻¹, e a acidez potencial (H + Al) determinada por meio de extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e quantificada por titulação com NaOH. O P foi extraído por Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) e quantificado por colorimetria.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Os solos das posições da alta e da média vertente (Latossolo e Cambissolo, respectivamente) são mais argilosos que o solo da baixa vertente (Gleissolo) (Tabela 1). Na alta vertente, o teor de argila chega a atingir cerca de 752 g kg⁻¹ de terra fina seca ao ar (TFSA). Esses teores diminuem na média vertente (MV). Ao contrário dos demais solos, os solos da baixa vertente apresentam um teor de argila nitidamente inferior, variando entre 200 e 300 g kg⁻¹. A menor ocorrência dos teores de argila deu-se nos horizontes superficiais; e a maior, nos horizontes subsuperficiais de todos os pontos da topossequência.

Paralelamente a essa diminuição do teor de argila, no sentido alta vertente (AV)-baixa vertente, observa-se um aumento nos teores de areia, especialmente grossa.

Observa-se também um acúmulo de areia na camada superficial dos solos, que pode ocorrer devido à perda de argila por eluviação, ou pela remoção preferencial da argila e silte.

Tabela 1 – Composição granulométrica de três perfis de uma topossequência na região de Marabá/PA.

Profundidade	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa
cm	----- g kg ⁻¹ -----			
	Latossolo Amarelo – AV*			
0-10	554	60	97	289
10-20	657	54	83	207
20-40	727	51	72	149
40-140	752	62	59	127
140-180	599	142	72	187
180-250	487	262	97	154
	Cambissolo – MV*			
0-10	382	46	126	414
10-20	497	47	112	310
20-40	580	46	96	250
20-70	616	53	84	220
70-120	597	100	80	192
	Gleissolo – BV*			
0-10	174	43	132	619
10-20	204	49	149	561
20-40	222	68	145	523
20-70	268	62	148	474
70-110	263	64	139	492

*AV=alta vertente; MV=média vertente; BV=baixa vertente.

Os teores de silte aumentaram expressivamente em profundidade, a partir da presença da alterita (material de origem alterado), principalmente no Latossolo, a partir de 1,4 m de profundidade. Esse fato pode ser devido à presença de cristais de caulinita de grande tamanho, conforme observado por Tandy et al. (1990), em Oxissol da Guiana francesa.

Os Latossolos dominam a paisagem da região, ocupando dois terços superiores das colinas (REIS et al., 2007). Entretanto, ocorre uma diminuição progressiva da espessura do

solo, em direção à baixa vertente (BV), com a aproximação da superfície das alteritas, ou seja, dos materiais de intemperismo da rocha-mãe pouco permeáveis (SIMÕES, 2004). Nos baixios desenvolve-se a hidromorfia, favorecida pelos fracos declives.

3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Os maiores teores de matéria orgânica foram observados no Gleissolo (Figura 1a). Provavelmente o maior teor neste solo se deve à transferência dos demais solos ao longo da

vertente, aliada à ocorrência de condições hidromórficas na área baixa que diminuem a intensidade de oxidação. O conteúdo de matéria orgânica diminuiu de forma expressiva da camada superficial para subsuperficial nos três solos da topossequência.

Os resultados obtidos corroboram Bonde, Rosswall e Victoria (1991), que sugerem manutenção de grande quantidade de biomassa em ambientes com pouca aeração, devido à menor atividade de micro-organismos. Assim sendo, solos menos arejados promovem maior estabilização do material orgânico e por mais tempo, pois a degradação da matéria orgânica é mais lenta (RESENDE et al., 1997).

Os três solos são ácidos e apresentam valores de pH em água sempre superiores aos valores de pH em KCl, cuja diferença variou entre -0,6 a -1,2. A ocorrência de solos com delta pH negativo indica predomínio de argilominerais silicatados, principais receptores de cátions, sobre as cargas positivas dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al (YU, 1997).

Os maiores valores de pH (H_2O) foram observados na camada superficial (0-0,1 m) dos solos, cujos valores variaram de 5,4 (acidez média) a 5,8 (acidez baixa), de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999) (Figura 1b). Tais valores de pH podem estar ligados à presença de cátions (Ca^{2+} e Mg^{2+}), proveniente principalmente da deposição de cinzas nesta camada depois do desmatamento e queima da floresta e das queimas sucessivas anuais da fitomassa da vegetação original e da forrageira e invasoras da área. Os baixos valores de pH, a partir de 0,2 m ou 0,3 m de profundidade, podem estar relacionados com a atividade das raízes e exportação de bases através do pastejo pelos animais e lixiviação. Além disso, as bases depositadas na superfície do solo via cinzas, ao

longo dos anos de queima, não são suficientes para manter o pH em valores mais altos ou estão sendo perdidas por erosão.

Foram observados, em toda a topossequência, baixos valores de capacidade de troca de cátions (T) (Figura 1c). Estes baixos valores de T podem ser justificados pela predominância de argila 1:1, tipo caulinita, nestes solos (CHAMAYOU; LEGROS, 1989). Os maiores valores de T em superfície estão ligados à presença de maiores teores de bases que são depositadas no solo anualmente pelas cinzas, e aos elevados teores de H^+ Al. Apesar de as três classes de solos apresentarem caráter distrófico e forte distinção da camada superficial, observaram-se algumas diferenças de montante para jusante. Os maiores valores de T são observados no Latossolo, e os menores no Gleissolo, em toda a extensão do perfil (Figura 1c). No entanto, a T da camada superficial (0-0,1 m) do Gleissolo apresenta um valor intermediário entre o Latossolo e o Cambissolo, devido à maior quantidade de matéria orgânica, compensando o menor teor de argila.

A saturação por bases (V) (Figura 1d) e a soma de bases (SB) (Tabela 2) também foram baixas, o que confere um caráter distrófico aos solos. Essas variáveis apresentam valores maiores na camada superficial devida à influência das cinzas que são depositadas por ocasião da queima da vegetação primária e das queimadas anuais dos resíduos da vegetação primária e da forrageira.

A saturação por bases oscilou entre 5,8 e 57,8%, decrescendo com a profundidade, principalmente no Latossolo (AV) e aumentando a partir de 0,6 m nos demais solos (Cambissolo e Gleissolo). Amaral (1998) verificou uma variação de 20 a 56% em uma topossequência do nordeste paraense.

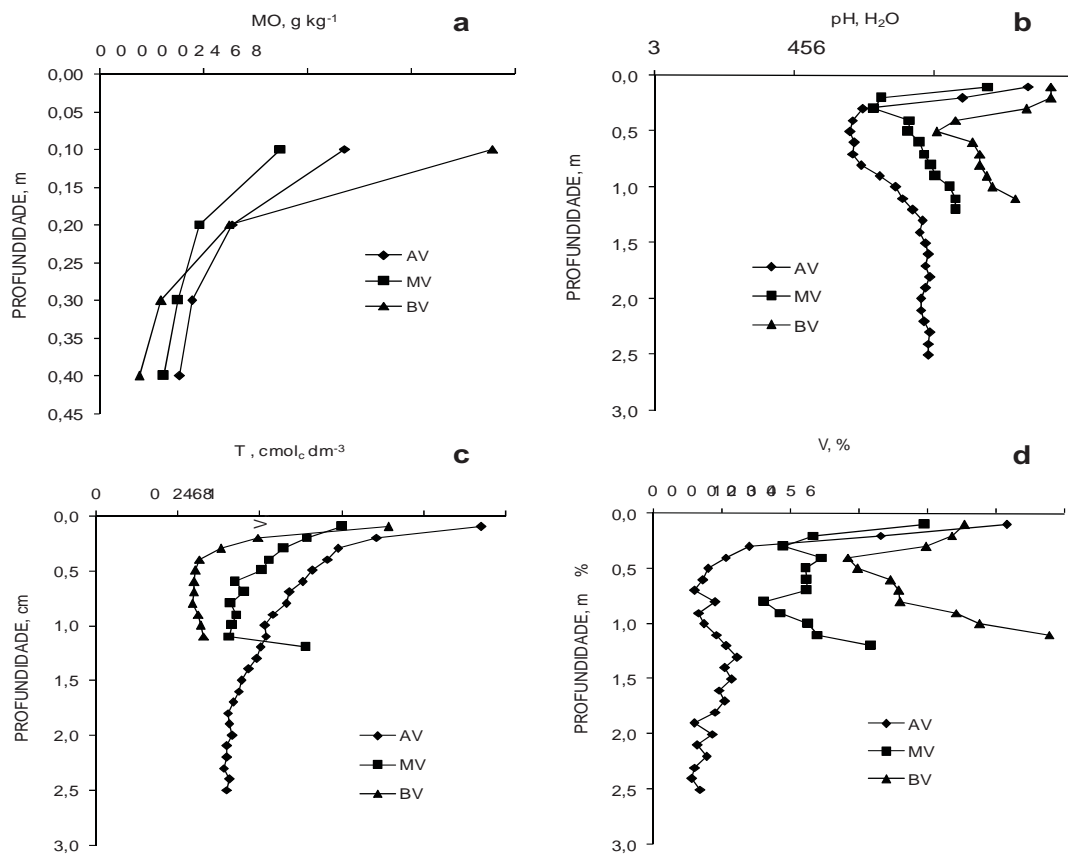


Figura 1 – Matéria orgânica (MO) (a), pH (b), capacidade de troca de cátions (T) (c) e saturação por bases (V) (d), em solos de uma topossequência, em área sob ptagem, da região de Marabá/PA.

Tabela 2 - Atributos químicos de solos de uma toposequência, em área sob pastagem, na região de Marabá/PA.

Profundidade (m)	pH KCl	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SB*	Al ⁺³	H ⁺ +Al
cmol _c kg ⁻¹								
Latossolo – alta vertente								
0-0,1	5,0	0,34	0,14	2,92	1,46	4,86	0,2	4,6
0,1-0,2	4,6	0,27	0,11	1,22	0,68	2,28	0,8	4,6
0,2-0,3	4,1	0,17	0,07	0,36	0,23	0,83	1,3	5,1
0,3-0,4	4,0	0,13	0,06	0,12	0,29	0,60	1,4	5,1
0,4-0,5	4,1	0,12	0,05	0,16	0,10	0,43	1,4	4,9
0,5-0,6	4,1	0,09	0,05	0,12	0,12	0,37	1,4	4,7
0,6-0,7	4,1	0,07	0,04	0,08	0,11	0,29	1,4	4,4
0,7-0,8	4,2	0,08	0,04	0,06	0,24	0,42	1,3	4,2
0,8-0,9	4,2	0,06	0,04	0,04	0,16	0,29	1,0	4,1
0,9-1,0	4,2	0,06	0,04	0,04	0,17	0,31	0,9	3,8
1,0-1,1	4,3	0,05	0,03	0,12	0,18	0,39	1,0	3,8
1,1-1,2	4,3	0,04	0,03	0,08	0,29	0,43	0,8	3,6
1,2-1,3	4,3	0,03	0,03	0,09	0,33	0,48	0,7	3,5
1,3-1,4	4,3	0,03	0,03	0,06	0,28	0,40	0,9	3,4
1,4-1,5	4,4	0,02	0,03	0,06	0,30	0,41	0,6	3,2
1,5-1,6	4,3	0,02	0,03	0,04	0,25	0,34	0,6	3,2
1,6-1,7	4,3	0,01	0,02	0,04	0,28	0,36	0,6	3,0
1,7-1,8	4,3	0,01	0,02	0,02	0,24	0,30	0,8	2,9
1,8-1,9	4,3	0,01	0,02	0,02	0,14	0,20	0,8	3,1
1,9-2,0	4,3	0,01	0,02	0,02	0,24	0,29	0,9	3,0
2,0-2,1	4,3	0,01	0,02	0,00	0,18	0,21	0,9	3,0
2,1-2,2	4,3	0,01	0,02	0,04	0,18	0,25	1,1	3,0
2,2-2,3	4,3	0,01	0,02	0,02	0,14	0,19	1,2	2,9
2,3-2,4	4,3	0,01	0,02	0,04	0,12	0,19	1,1	3,1
2,4-2,5	4,3	0,01	0,02	0,02	0,18	0,22	1,2	3,0
Cambissolo – média vertente								
0-0,1	4,5	0,08	0,05	1,36	0,90	2,40	0,2	3,6
0,1-0,2	4,1	0,04	0,03	0,77	0,37	1,21	0,7	3,9
0,2-0,3	4,1	0,04	0,03	0,51	0,30	0,88	0,9	3,7
0,3-0,4	4,4	0,08	0,05	0,51	0,41	1,04	0,6	3,2
0,4-0,5	4,4	0,10	0,05	0,51	0,25	0,91	0,8	3,2
0,5-0,6	4,5	0,09	0,04	0,42	0,21	0,77	0,7	2,6
0,6-0,7	4,6	0,08	0,04	0,32	0,38	0,82	0,6	2,8
0,7-0,8	4,6	0,06	0,04	0,24	0,19	0,54	0,5	2,8
0,8-0,9	4,5	0,06	0,04	0,30	0,25	0,64	0,4	2,8
0,9-1,0	4,5	0,05	0,03	0,40	0,28	0,76	0,4	2,6
1,0-1,1	4,5	0,04	0,03	0,44	0,28	0,79	0,5	2,5
1,1-1,2	4,4	0,06	0,04	0,78	0,76	1,64	0,4	3,5
Gleissolo – baixa vertente								
0-0,1	5,0	0,08	0,10	1,85	1,22	3,25	0,2	3,9
0,1-0,2	5,0	0,05	0,07	0,69	0,92	1,73	0,2	2,2
0,2-0,3	4,9	0,05	0,08	0,27	0,82	1,22	0,4	1,8
0,3-0,4	4,4	0,05	0,07	0,20	0,41	0,73	0,4	1,8
0,4-0,5	4,4	0,04	0,06	0,22	0,41	0,73	0,4	1,7
0,5-0,6	4,5	0,05	0,06	0,32	0,41	0,84	0,4	1,6
0,6-0,7	4,5	0,05	0,07	0,33	0,42	0,86	0,3	1,5
0,7-0,8	4,5	0,04	0,06	0,35	0,41	0,85	0,3	1,5
0,8-0,9	4,5	0,06	0,07	0,43	0,56	1,11	0,3	1,4
0,9-1,0	4,4	0,05	0,06	0,59	0,53	1,22	0,3	1,3
1,0-1,1	4,6	0,05	0,07	0,59	0,83	1,53	0,2	1,1

*SB= soma de bases; T= CTCa pH 7,0; V= saturação por bases e m=saturação por alumínio.

Os teores de cálcio e magnésio, embora tenham sido mais elevados na camada superficial (0-0,1 m), foram baixos em toda a topossequência, decrescendo da camada superficial para a subsuperficial (Tabela 2).

Os valores de K e Na também diminuíram em profundidade, de forma bem gradativa no Latossolo (Tabela 2). Este resultado corrobora os obtidos por Martins (2001), em estudo sobre a dinâmica dos nutrientes na solução do solo, cuja dinâmica dos cátions, exceto o Al, foi similar.

Como consequência do aumento dos valores de pH e dos teores de cátions básicos na camada superficial dos solos, observaram-se baixas concentrações médias de alumínio trocável e baixa acidez trocável, considerando os valores estabelecidos por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999). Por outro lado, com o aumento da profundidade dos solos, ocorreu aumento expressivo da saturação por alumínio, principalmente até a profundidade de 0,5 m, com destaque para o Latossolo (Figura 2a).

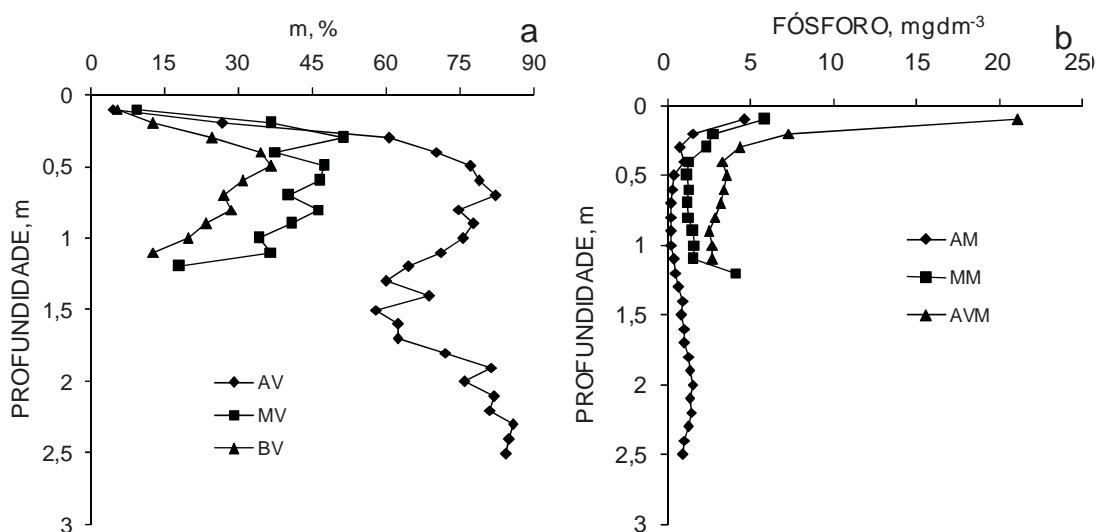


Figura 2 - Saturação por alumínio (m) (a) e teor de fósforo (P) (b) em solos de uma topossequência, em área sob pastagem, da região de Marabá/PA.

A exceção da camada superficial, o Latossolo é o mais ácido e apresenta maior grau de distrofismo (baixo pH e cátions básicos, alto Al e acidez trocável). Como o Latossolo chega a apresentar 86% de saturação por alumínio e mais que 0,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, este é identificado como um solo álico, mantendo-se os demais caracterizados como distrófico. O caráter menos distrófico do Gleissolo, especificamente a partir de 0,5 m de profundidade (Figura 2a), está relacionado, possivelmente, aos processos erosivos à montante e ao acúmulo de material ajusante.

Ibraim (2002), estudando as caracterizações químicas, físicas, mineralógica e morfológicas de uma sequência de solos do município de Lins em São Paulo, também encontrou baixos teores de saturação por bases e altos teores de saturação por alumínio no complexo de troca, indicando o alto grau de lixiviação dos nutrientes nesses solos.

De maneira geral, o P disponível concentrou-se nas camadas superficiais em maior concentração, acompanhando o teor de matéria orgânica. Os teores de fósforo, em

geral, são baixos (Figura 2b), característica de grande parte dos solos da Amazônia. Os menores valores foram encontrados no Latossolo, o que pode estar relacionado aos maiores valores de pH e de Al trocável, apesar de ocorrer um ligeiro incremento dessas concentrações a partir de 1,4 m de profundidade. É provável que o aumento do teor de P naquela profundidade esteja relacionado ao intemperismo do material de origem, uma vez que foi observada a presença de fragmentos da rocha. Os maiores valores de P foram encontrados no Gleissolo. Provavelmente, os maiores teores no Gleissolo sejam devidos ao acúmulo de solo arrastado pelas enxurradas das partes mais altas. Estes resultados coincidem com os de Soares (2001), que observou valores mais elevados de fósforo nas posições mais baixas do relevo, ao estudar alterações pedológicas decorrentes de um longo período de exploração agrícola em uma sequência topográfica de São Paulo.

Spain e Salinas (1985) observaram importante reciclagem de nutrientes e incorporação da matéria orgânica na superfície do solo, após a queimada. Constataram, também, que os teores dos elementos são decrescentes com o aumento da profundidade do solo e conseqüentemente com a diminuição da matéria orgânica, apesar de, em alguns casos, pela proximidade da rocha, ocorrer um aumento desses teores nas camadas mais profundas, fato observado neste trabalho para o P disponível.

Por outro lado, Boulet e Lucas (1984) sugerem que é importante considerar no estudo das variações pedológicas tanto os gradientes verticais (em cada perfil) como os laterais (ao longo da vertente), uma vez que é rara a ocorrência de homogeneidade em uma cobertura pedológica.

4 CONCLUSÃO

O sistema pedológico: Latossolo - Cambissolo – Gleissolo manifesta-se pela perda de material mineral e orgânico ao longo da vertente, de forma acentuada no Cambissolo, e pelo acúmulo de material orgânico no Gleissolo. Ocorre também a aproximação progressiva do material de origem à superfície do solo confirmado por um maior teor de silte.

Os elementos no solo variaram em profundidade e entre as posições dos perfis na toposequência, demonstrando que os solos apresentam potencialidades agronômicas diferentes.

A distribuição do fósforo acompanhou o conteúdo de matéria orgânica nos diferentes tipos de solo ao longo da toposequência, seguindo a ordem Latossolo < Cambissolo < Gleissolo.

Os baixos teores de bases e o alto teor de alumínio no complexo de troca indicam o alto grau de intemperização dos solos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos coordenadores do projeto CNPq/IRD “Biodiversidade e funcionamento do solo no contexto da agricultura familiar na Amazônia” pela realização do trabalho no âmbito deste projeto.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.J.O.; RIBEIRO, M.R. Caracterização e gênese dos solos de uma toposequência na microrregião da mata seca de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, n.2, p.297-305, 1995.

AMARAL, I.G. *Caracterização dos solos de uma topossequência na Ilha de Maiandeuá – PA*. 1998. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1998.

BONDE, T.A.; ROSSWALL, T.; VICTORIA, R.L. The dynamics of soil organic matter and soil microbial biomass following clearfelling and cropping of a tropical rainforest soil in the Central Amazon. In: BONDE, T. A. *Size and dynamics of active soil organic matter fractions as influenced by soil management*. Linköping: Linköping University, 1991. p.1-19.

BOULET, R.; LUCAS, Y. Importance de la différenciation pédologique latérale dans l'expérimentation agronomique en Guyane Française. In: PRAIRIES guyanaises et élevage bovin; resultants préliminaires. Paris: INRA, 1984. p. 103-126. (Les Colloques de l'INRA, 24).

CHAMAYOU, H.; LEGROS, J.P. *Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol*. Paris: Presses Universitaires de France Agence de Coopération Culturelle et Technique, 1909. 593p. (Techniques vivantes).

DESJARDINS, T.; ANDREUX, F.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. Organic carbon and C contents in soils and soil size-fractions, and their changes due to deforestation and pasture installation in eastern Amazonia. *Geoderma*, v.61, p.103-118, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

IBRAIM, L. *Caracterização química, física, mineralógica e morfológica de uma seqüência de solos em Lins/São Paulo*. 2002. 79p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

MARKEWITZ D.; DAVIDSON, E.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in Amazonia. *Ecological Applications*, v.14, n.4, p.5177-5199, 2004.

MARTINS, A.R.A. *Dinâmica de nutrientes na solução do solo em um sistema agroflorestal em implantação*. 2001. 144p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

REIS, M. da S.; FERNANDES, A.R.; GRIMALDI, C.; SARRAZIN, M.; GRIMALDI, M. Variação da composição granulométrica e orgânica do solo em uma topossequência da microrregião de Marabá-PA. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v.2, n.3, p.33-44, set./dez. 2007.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de; CORRÊA, G.F. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. 2.ed. Viçosa (MG): NEPUT, 1997. 367p.

REYNAL, V. de et al. *Agriculturas familiares e desenvolvimento em frente pioneira amazônica*. Belém: UFPA – CAT – LASAT/Paria: GRET/Paint – à Pitre: UAG – DAT, 1995. 69p.

- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. de T.G.; ALVAREZ, V.H. *Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação*: Viçosa (MG): Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- SCHUBART, H.O.R.; LUIZÃO, F. J. Uma floresta sobre solos pobres. *Ciência Hoje*, v.2, n.10, p.26-32, 1984.
- SIMÕES, L.H.R. *Influência da cobertura pedológica na utilização do solo na localidade de Benfica, município de Itupiranga – PA*. 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2004.
- SOARES, J. L. N. *Degradação de solos cultivados ao longo de uma seqüência topográfica, em Bariri (SP)*. 2001. 143p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes na pastagem tropical. In: ROSAND, P.C. (Ed.) *Reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos*. Ilhéus: CEPLAC, 1985. p.259-299.
- TANDY, J.C.; GRIMALDI, M.; GRIMALDI, C.; TESSIER, D. Mineralogical changes in french Guyana oxisols and their relation with microaggregation. In: DOUGLAS, L. A. (Ed.). *Soil micromorphology*. Amsterdam: Elsevier, 1990. p.191-198.
- VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I.F. Morfogênese dos solos de uma topossequência com transição B latossólico/ B textural sobre migmatitos em Mococa (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.17, n.1, p.109-119, 1993.
- YU, T.R. *Chemistry of variable charge soils*. NewYork: Oxford University Press, 1997. 505p.