

SISTEMA PEDOLÓGICO ASSOCIADO À LAGOA DOS 32, NO TERRAÇO TAQUARUSSU, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Pedological system associated to lagoon Dos 32, of the Taquarussu terrace, Mato Grosso do Sul, Brazil

Alan Charles Fontana¹
Maria Teresa de Nóbrega²
José Cândido Stevaux³
Hélio Silveira²

¹**Universidade Estadual de Maringá**
Av. Colombo, 5790 – Bloco H12 – Maringá/PR
geofont@gmail.com

²**Universidade Estadual de Maringá**
Programa de Pós-graduação em Geografia
Av. Colombo, 5790 – Bloco H12 – Maringá/PR
mtnobrega@uol.com.br
hesilveira70@hotmail.com

³**Universidade Estadual de Maringá**
Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais
Av. Colombo, 5790 – Bloco G90 – Maringá/PR
jcstevaux@uem.br

RESUMO

O Terraço Taquarussu, de origem colúvio-aluvial, se caracteriza pela presença de lagoas e depressões fechadas de diâmetros variados. Visando compreender a evolução das formas associadas a essa superfície, adotou-se a análise bidimensional da cobertura pedológica. A topossequência estudada localiza-se no entorno da lagoa Dos 32 e mede 230m de extensão. Essa topossequência é constituída, em toda a sua extensão, por volumes que se diferenciam verticalmente e lateralmente pela textura, estrutura e cor, configurando um sistema pedológico LATOSSOLO AMARELO Distrófico - ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico - PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico. As análises morfológicas, físicas e químicas dos solos evidenciam o desequilíbrio no sistema, o qual apresenta duas frentes de transformação: uma no sentido vertical, no segmento plano; e outra no sentido lateral, junto à margem da lagoa. As cores do solo assinalam um ambiente redutor na evolução dos solos no segmento convexo.

Palavras-chave: Solos. Cobertura pedológica. Sistema de transformação. Depressões fechadas.

ABSTRACT

The Taquarussu terrace, of colluvio-alluvial origin, is characterized by the presence of lagoons and depressions of varying diameters. Aiming to understand the evolution of the forms attached to the surface, it was adopted the two-dimensional analysis of pedological cover. The toposequence studied here is located at the lagoon Dos 32 and it has 230m length. This toposequence consists in all its extension by volumes which are vertically and laterally differentiated by texture, structure and colors setting a pedological system Yellow Latosol – Grayish Argisol – Haplic Planosol. The morphological analysis, physical and chemical properties of soils show the imbalance in the system that has two transformation fronts: one in the vertical plane of the segment, and the other in the lateral direction along the edge of the pond. The soil colors indicate a reducing environment in the evolution of soils in convex segment.

Keywords: Soils. Soil cover. Transformation system. Closed depressions.

1 INTRODUÇÃO

A metodologia da análise estrutural é um importante instrumento para se entender a gênese e dinâmica da cobertura pedológica, uma vez que se analisa de forma detalhada a sua organização vertical e lateral, no tempo e no espaço, do topo até a base da vertente (BOULET et al., 1982a; BOULET, 1992; SOUBIÉS; CHAUVEL, 1984-1985).

Essa mesma análise permite avaliar as frequentes redistribuições internas de materiais ao longo da vertente, consideradas importantes na evolução do relevo (BOULET, 1992), com os sistemas de transformação, nos quais uma cobertura pedológica inicial se transforma em outra cobertura com organização e dinâmicas distintas (BOULET et al., 1984).

Como exemplos de evolução do modelado por meio de processos pedogenéticos, há estudos na Costa do Marfim (HUMBEL, 1964), na região amazônica ao norte de Manaus (LUCAS et al., 1984; LUCAS, 1989), na região sudeste do Brasil, na bacia de Taubaté (FILIZOLA, 1993; FILIZOLA; BOULET, 1993; 1996) e, também, na depressão periférica paulista, na região de São Pedro (FURQUIM, 2002).

Humbel (1964) estudou a existência de uma série de depressões circulares na região litorânea da Costa do Marfim, sobre um platô constituído de material areno-argiloso a argiloso (domínio de areia grossa), para o qual tem sido atribuída uma origem sedimentar fluvio-lagunar.

As características da cobertura pedológica, no entorno das depressões, indicam, segundo Humbel (1964), a mobilidade e retirada do material em solução, em subsuperfície. Além dessas constatações, destaca a importância da existência de um nível menos permeável, contínuo e próximo à superfície, capaz de promover o retardamento da infiltração de água, apresentando, entretanto, em determinados pontos, drenos naturais que facilitam e aceleram a infiltração, promovendo assim o rebaixamento local da superfície.

Na região de Manaus, Amazônia brasileira, Lucas et al. (1984) e Lucas (1989) estudaram os solos provenientes da Formação Barreiras, constituída por sedimentos continentais de textura arenosa a areno-argilosa, compostos por quartzos e caulinitas em proporções variadas.

Sobre os platôs, a infiltração vertical das soluções de alteração permite uma concentração progressiva do alumínio (liberado dos horizontes superficiais), formando nódulos gibbsíticos, enquanto que a sílica é exportada pelo lençol. No que se refere às vertentes, a circulação lateral das soluções possibilita a exportação de Al e Si do sistema, provocando um empobrecimento em plasma argiloso e uma concentração relativa de quartzo, sendo que, a partir de certa fase de empobrecimento, o aparecimento dos processos de podzolização acelera a evolução para materiais quartzosos.

Esses autores deduziram que a evolução geoquímica dos solos constitui o principal fator da geomorfogênese e evolução dessa paisagem. Assim, o desenvolvimento das vertentes está ligado a processos pedogenéticos que conduzem ao desmantelamento progressivo dos platôs e à substituição de uma cobertura pedológica mais argilosa, na qual os horizontes nodulares apresentam uma estabilidade dinâmica, por uma cobertura de solos mais arenosa.

Outro exemplo que merece destaque é o da bacia de Taubaté, região de São José dos Campos, onde ocorrem depressões fechadas, estudadas por Filizola (1993), Filizola e Boulet (1993, 1996). Esta área encontra-se em uma bacia tectônica sobre rochas sedimentares da Formação Pindamonhangaba, constituídas de material quartzo-caulinítico.

Os autores relatam que o desenvolvimento das depressões estão ligadas à existência de fluxos verticais possivelmente relacionados ao cruzamento de linhas de fraturas e às falhas do embasamento, que permitem os fluxos verticais em detrimento das áreas do entorno que não apresentam esses pontos de facilitação para a passagem da água e do material em solução.

Essas depressões, que podem ocupar até 50% da superfície de um interflúvio, evoluem lateralmente revelando uma forte exportação geoquímica da cobertura pedológica. Essa saída de

material em solução mostra a importância da erosão geoquímica na formação e evolução do relevo em área úmida.

Furquim (2002), por sua vez, encontrou evidências da influência de processos químicos e mecânicos na evolução do modelado na bacia do córrego Espreado, região de São Pedro, no estado de São Paulo. Esta área encontra-se na transição do glaciário para a zona dissecada, sobre embasamento geológico dos sedimentos da Formação Pirambóia.

Os exemplos, aqui apresentados, revelam a importância que os processos pedogenéticos, assim como os de alteração, têm na mobilização subsuperficial de material solubilizado na evolução do relevo em algumas áreas, sem, contudo, descartar a existência de ação contemporânea de processos de translocação mecânica dos materiais em superfície.

Por meio dos mecanismos de dissolução, hidrólise e lixiviação, a pedogênese promoveria a transformação dos produtos da alteração, sendo o motor dos fenômenos de aplainamento em zonas de desequilíbrio pedobioclimático, com a separação entre o plasma e o esqueleto no interior da cobertura pedológica (BOULET et al., 1977).

No sudeste do estado do Mato Grosso do Sul, o Terraço Taquarussu (STEVAUX, 1993) apresenta uma grande quantidade de depressões fechadas, com água e/ou secas. Destaca-se a mudança de coloração do solo quando se aproxima das bordas das depressões, adquirindo coloração mais clara do que no entorno. Verifica-se essa variação até mesmo pela coloração dos cupinzeiros existentes na área.

Sobre a origem e o processo de formação e evolução dessas depressões fechadas, ainda, persistem controvérsias. Stevaux (1993) sugere, como gênese dessas formas, processos pseudocársticos, ou ainda, como o resultado de assoreamento de antiga rede de drenagem. Por outro lado, Ferreira (1997) refuta a hipótese de processos pseudocársticos e atribui origem fluvial às depressões. Contudo, Parolin (2006), ao fazer identificação das esponjas contidas na sequência sedimentar de uma dessas depressões com água, identificou apenas espécies de esponjas típicas de lagoa de cerrado; a presença delas no depósito lacustre revela a ausência de ambientes lóticos na gênese de algumas dessas lagoas.

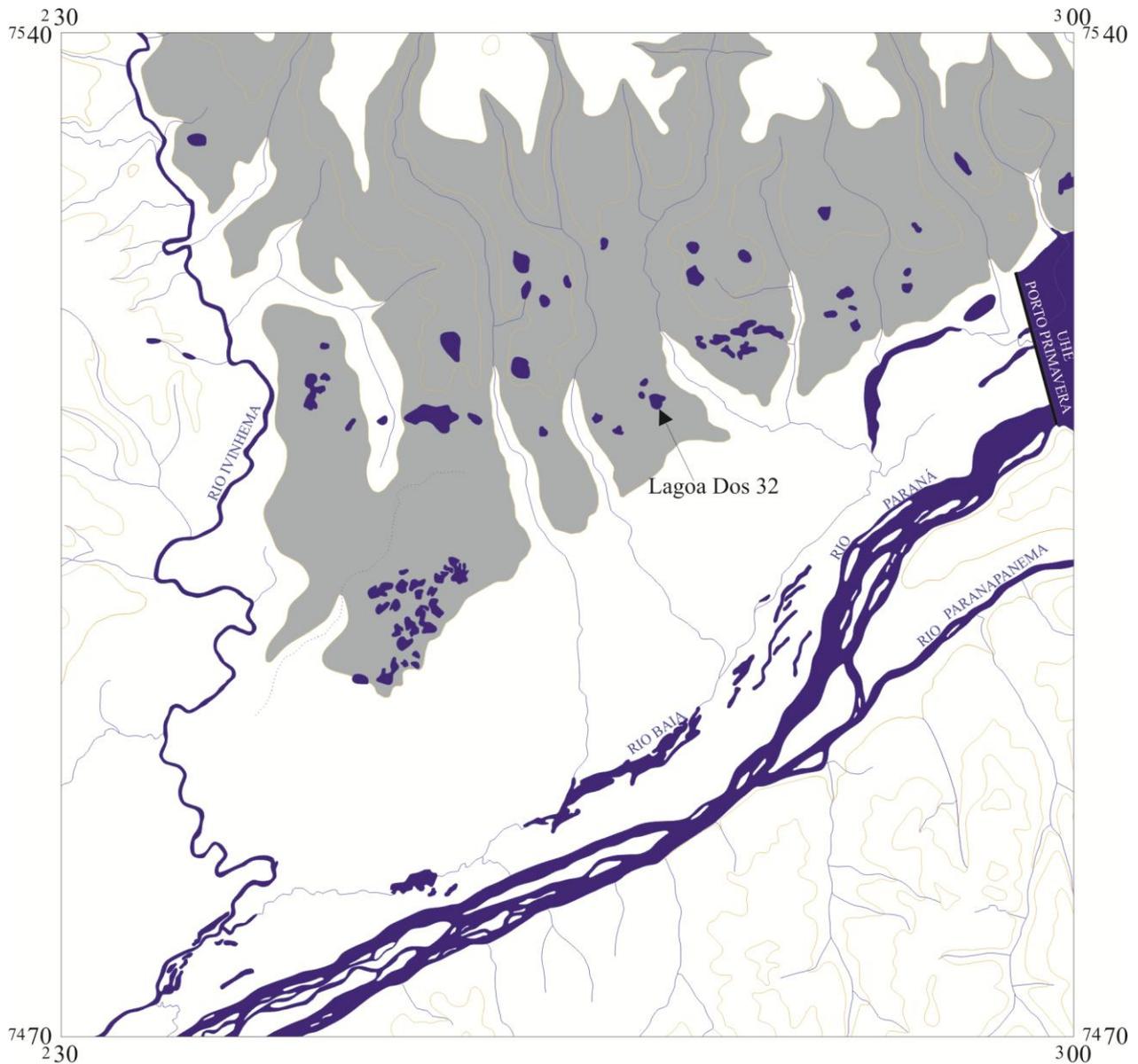
Como existem contradições quanto à gênese dessas depressões, o presente estudo objetiva contribuir com o esclarecimento da origem dessas formas, a partir da busca de evidências da influência da evolução pedológica no processo de formação e evolução das depressões fechadas, desenvolvidas sobre o terraço Taquarussu.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O terraço Taquarussu, de origem colúvio-aluvial, é uma unidade geomorfológica da região do alto curso rio Paraná (Figura 1), localizada no extremo sudeste do estado do Mato Grosso do Sul, a montante da confluência do rio Ivinhema com o rio Paraná (STEVAUX, 1993).

Esse terraço é atualmente entalhado pelos afluentes da margem direta do rio Baía, tributário do rio Paraná, que modelaram aí um relevo de colinas muito amplas e baixas, de topos planos, com inúmeras depressões de formas e tamanhos variados (*dalles*), dando origem a lagoas perenes ou intermitentes, com formas e diâmetros variáveis entre 300 e 6000m (KRAMER, 1998; FORTES, 2003). Stevaux (1993) dividiu essa unidade em duas subunidades geomorfológicas, a Taquarussu, mais alta, e a subunidade Taquarussu-Ivinhema, mais baixa.

O material colúvio-aluvial encontra-se assentado sobre a Formação Caiuá, em discordância erosiva; possui uma espessura máxima de cerca de 15m (SOUZA FILHO; STEVAUX, 2000), sendo formado, em sua parte basal, por seixos com areia subordinada e, em sua parte superior, por depósitos de areias maciças de origem coluvial, com presença de lentes argilosas e argilo-arenosas de origem lacustre (SOUZA FILHO; STEVAUX, 1997).



-  Cursos de água permanentes
-  Lagoas
-  Terraço Taquarussu
-  Curvas de nível



Fonte: Secretaria de Planejamento da Presidência da República
 Fundação IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 FolhaSF-22-Y-A, Esc = 1:250.000 Ano1984
 Adap. e conf.:A.C.Fontana, 2008

Figura 1: Localização da área de estudo, Taquarussu, MS, Brasil.

Segundo a classificação climática realizada por Nimer (1977) para a região centro-oeste do Brasil, o clima da área é tropical sob o domínio climático subquente, subdomínio úmido e variedade climática com um a dois meses secos. Temperaturas médias anuais ficam entre 22 e 24°C e, para a precipitação, os valores ficam entre 1250 e 1500 mm anuais.

A região, em termos de vegetação, encontra-se na transição dos biomas Mata Atlântica e Cerrado. As formações vegetais ocorrentes nas áreas do terraço da margem direita do rio Paraná, no estado do Mato Grosso do Sul, foram divididas fisionomicamente em quatro tipos: Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Floresta Ciliar, Floresta de Brejo e Zona de Buritis (SOUZA et al., 2004). Possivelmente, nesse estudo, Souza et al. (2004), ao se referir ao terraço, esteja se referindo ao compartimento geomorfológico da Fazenda Boa Vista e, sendo assim, é possível que não tenham sido executados levantamentos botânicos na área da unidade Taquarussu.

Devido à ocupação da área para práticas agrícolas, principalmente com pastagens e, mais recentemente, por culturas temporárias, restam poucos fragmentos de vegetação original sobre essa superfície.

Já foram realizados estudos dos sedimentos das lagoas Assombrada, Dos 32, Linda, Piranhas e Samambaia (STEVAUX, 1993; PAROLIN, 2006), todas localizadas na superfície do Terraço Taquarussu, e as datações por termoluminescência revelaram idades de até 32.740 A.P. para esses sedimentos lacustres. Considerando-se os estudos já realizados, selecionou-se a área do entorno da lagoa Dos 32 como objeto da presente pesquisa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, metodologia apresentada por Boulet et al. (1982 a, b, c), serviu de base para o levantamento e reconhecimento do sistema pedológico ao longo da vertente no entorno da Lagoa Dos 32.

A análise bidimensional consiste em selecionar inicialmente uma vertente representativa da unidade de relevo e realizar o levantamento topográfico ao longo de um transecto, que, no caso, seguiu o procedimento descrito por Marques et al. (2000). Para o levantamento da cobertura pedológica, propriamente, realizam-se, ao longo dessa topossequência, sondagens a trado para identificação das transições verticais e horizontais dos horizontes de solo. Posteriormente a essa delimitação das transições laterais, são escolhidos os pontos para abertura de trincheiras onde são realizadas descrições morfológicas mais detalhadas dos volumes identificados e a coleta de amostras para as análises laboratoriais (físicas, químicas, hídricas e micromorfológicas).

Para a descrição morfológica dos solos, foram adotados os critérios e parâmetros indicados no “Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo” (SANTOS et al., 2005) para, então, proceder-se à classificação, segundo a nomenclatura proposta por Embrapa (2006).

Para realização das análises físicas do solo, coletaram-se amostras deformadas e amostras indeformadas. Com as amostras deformadas, realizaram-se as análises: granulométrica e argila dispersa em água. A partir dos dados obtidos com essas análises, foram também determinados a relação silte/argila e o grau de floculação. Já com as amostras indeformadas, coletadas em cilindros com volume aproximado de 178cm³, foram realizadas as análises de condutividade hidráulica, densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade.

Os procedimentos metodológicos para realização das análises seguiram as metodologias apresentadas por Camargo et al. (1986) e Embrapa (1997).

Para confeccionar os gráficos de distribuição vertical, foi utilizado o *software* Grapher e para confecção das curvas de isovalores os programas AutoCad 2004, para plotagem dos valores, o Surfer 7 para gerar as curvas e o Corel Draw 13 para acabamento das figuras.

A terra fina seca ao ar (TFSA) foi também utilizada para as análises químicas do solo, sendo realizadas medidas de pH em água e CaCl₂, e determinações dos macronutrientes (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, H⁺ + Al³⁺), e micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn, B), além do S, P assimilável e C

orgânico. Os procedimentos para realização das análises seguiram as metodologias apresentadas por Camargo et al. (1986), Embrapa (1997), Pavan et al. (1992) e Silva (1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O sistema pedológico

A topossequência de solos, no entorno da lagoa, tem 230 m de comprimento e apresenta desnível altimétrico de 2,3 m terminando na margem da lagoa Dos 32 (Figura 2). A morfologia da vertente é plana nos primeiros 180m, apresentando uma ruptura de declive suave de forma convexa nos últimos 50m da vertente, onde ocorre o desnível topográfico, tendo uma declividade de 2,5%.

A distribuição dos solos ao longo da topossequência caracteriza um sistema pedológico composto por LATOSSOLO AMARELO – ARGISSOLO ACINZENTADO – PLANOSSOLO HÁPLICO. O Latossolo ocorre no segmento plano da vertente e é formado pelos horizontes Ap e Bw (Bw₁, Bw₂ e Bw₃), apresentando transição lateral para o Argissolo próximo à ruptura de declive. O Argissolo, formado pelos horizontes Ap, E e Bt (Bt₁ e Bt₂), apresenta transição gradual para o Planossolo, que ocorre no sopé da vertente, próximo à margem da lagoa Dos 32. O Planossolo apresenta o perfil constituído pelos horizontes Ap, E e Btg.

4.2 Morfologia dos solos

O volume superficial (1), que corresponde ao horizonte Ap, é arenoso e de coloração bruna escura (10YR 3/3) em todo o segmento do topo plano, passando para cores bruna-acinzentadas (10YR 4/2) após a ruptura convexa, e cinza na margem da lagoa (10YR 5/1).

Abaixo do volume superficial no setor de montante, aparecem os horizontes de transição AB e BA, que correspondem na topossequência ao volume 2, areno-argiloso, de coloração bruna forte, ligeiramente avermelhada (7,5YR 4/6) e estrutura moderada em blocos angulares/subangulares.

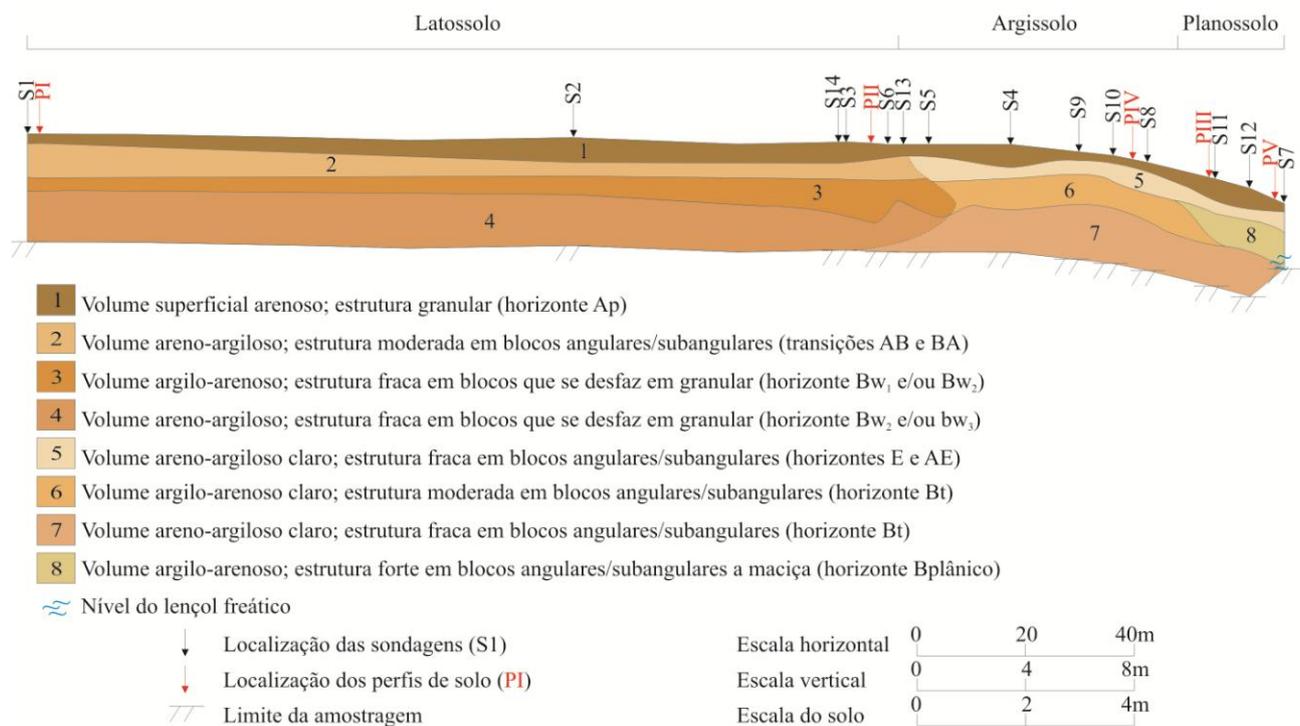


Figura 2: Topossequência de solos do entorno da Lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.

Este volume 2 passa, a partir da sondagem 5, já próximo ao setor convexo da vertente, a funcionar como um horizonte AE e E, tornando-se mais claro (10YR 5/3) e cada vez mais arenoso. Nos setores de jusante, os seus limites (superior e inferior) são caracteristicamente mais irregulares (ondulados).

Abaixo dos volumes superficiais, ocorrem horizontes de textura mais argilosa. No setor de montante, chega a ter cerca de 4% a 7% a mais de argila do que os horizontes que estão acima e abaixo, exibindo cor bruna forte (7,5YR 5/6), com manchas verticais amarelo-avermelhadas (7,5YR 6/6). A jusante passa para cores mais claras bruno-amareladas (10YR 6/4) com manchas irregulares de cores mais escuras (7,5YR 5/8) e a cores acinzentadas no sopé. O horizonte Bw (Bw₁, no perfil I, e o Bw₁ e Bw₂, no perfil II), que, no setor de montante corresponde ao volume 3, perde gradualmente e lateralmente as suas características e passa a exibir propriedades de B textural no setor de jusante (volumes 6 e 8).

Esse horizonte apresenta lateralmente, em direção ao sopé da vertente, transição para o horizonte Bt₁ (volume 6), passa lateralmente a apresentar uma coloração um pouco mais clara e um enriquecimento maior em argila, configurando um novo volume, aqui com características de Bt₁.

No sopé da topossequência, um novo volume aparece como variação lateral daquele que abriga a montante o horizonte Bt₁ do Argissolo: trata-se de um volume (8) com características plânicas. Aparecem principalmente mudanças relacionadas à textura, que aumenta ainda mais os constituintes pertencentes a fração argila em direção ao sopé da vertente e pelas mudanças de coloração que indicam processos de hidromorfia, com mobilização do ferro, passando a material mosqueado no perfil III a cinzento claro no perfil V, na margem da lagoa. Esse volume é formado pelos horizontes BE e Btg₁ do perfil III e pelo horizonte Btg do perfil V.

No setor de montante, sob o volume argilo-arenoso (3), ocorre um volume (4) um pouco mais arenoso de coloração bruna (7,5YR 5/6) que também apresenta algumas manchas verticais de cores mais claras. Compõe, juntamente com o volume acima, o horizonte Bw (Bw₂ e Bw₃, no perfil I, e Bw₃ no perfil II).

Os horizontes Bw₃ e Bw₂ (volume 4) passam lateralmente para o horizonte Bt₂ da cobertura argissólica e, mais a jusante, para o Btg₂ da cobertura planossólica (ambos compõem o volume 7). Esse volume 7 difere daquele de montante (volume 4) principalmente pela coloração do material que é mais clara no Bt₂ e é mais clara e mosqueada no Btg₂.

A coloração dos solos ao longo da topossequência revela indícios de mobilização do ferro na cobertura pedológica, indicando a passagem gradual de ambiente oxidante na maior parte da vertente para ambiente redutor no sopé. Variação de cores semelhantes à registrada para o sistema pedológico amostrado foi observada no entorno de outras lagoas e depressões associadas a essa superfície. Em área de pastagens mal conservadas, aparece grande quantidade de termiteiras, e a diferença das suas cores demonstra a mesma tendência de variação do sistema pedológico em estudo.

4.3 Física dos solos

A distribuição das frações do solo, a partir dos resultados das análises granulométricas das amostras referentes às 14 sondagens realizadas na topossequência, permitiu construir as curvas de isolinhas que estão representadas na figura 3.

As curvas de isoargila (Figura 3-A) mostram um discreto acúmulo de argila em subsuperfície que se torna mais significativo em direção à lagoa, onde os teores mais baixos, de 5% a 15%, ocorrem até aproximadamente 40 cm de profundidade. Esses valores aumentam gradualmente, no setor de montante, até atingir valores da ordem de 25% a 30% acerca de 1m de profundidade. Esse nível um pouco mais enriquecido em argila é estreito no topo e se espessa em direção à jusante. Abaixo dele, os teores de argila voltam a diminuir, não chegando, contudo, a menos de 20%.

Observa-se, no setor de jusante, que as curvas de isoargila, apesar de manterem o paralelismo com a superfície do solo, desenham volumes mais sinuosos. Somente no sopé é que esse paralelismo é perdido: primeiro pela forte redução de argila em superfície, menos de 5% até 70 cm de profundidade e, depois, pelo aumento desse teor, que chega a 34%.

Os valores da fração areia fina variam de 29,1% a 53%, e encontram-se representados na Figura 3-B, a qual mostra a distribuição da fração areia fina na topossequência. As maiores concentrações dessa fração encontram-se em superfície, aumentando principalmente no sopé, próximo à margem da lagoa. É possível observar que ocorre, no setor plano da topossequência, a montante, uma redução nos valores dessa fração entre 60 e 100 cm, e, já mais próximo à ruptura, ainda na parte plana, essa faixa aumenta de espessura e um novo nível mais empobrecido em areia fina aparece no seu interior, desenvolvendo-se de forma irregular em direção à margem da lagoa.

A fração areia grossa apresentou variação 24,4% a 39,2%, e pelas isolinhas de areia grossa (Figura 3-C) é possível visualizar que os teores maiores que 30% encontram-se predominantemente nos 60-90 cm superficiais, apresentando algumas irregularidades nessa distribuição no terço inferior da vertente, em que teores maiores que 30% chegam a aparecer até a 190 cm de profundidade. Entre 70 e 130 cm de profundidade, no terço inferior, ocorrem os menores teores dessa fração ao longo da topossequência.

Os resultados dos teores de argila dispersa em água variam de 0,1% a 23,3%. A distribuição dos teores dessa fração ao longo da topossequência encontra-se representada pelas isolinhas de argila dispersa em água (Figura 3-D). Uma camada superficial de aproximadamente 60 cm ao longo de toda a topossequência apresenta teores de argila dispersa em água menores que 10%.

Abaixo desse nível superficial, forma outro entre aproximadamente 50 e 90 cm de profundidade no setor plano da vertente, onde os teores aumentam chegando a 15%. Essa faixa vai se espessando em direção ao sopé da vertente e, ao mesmo tempo, aumentam ainda mais os teores de argila dispersa em água. No terço inferior, essa zona chega a apresentar até 110 cm de espessura chegando ao sopé a atingir mais de 140 cm de espessura, onde entre aproximadamente 70 e 100 cm de profundidade encontram-se os maiores teores, superiores a 17,5% de argila dispersa em água.

Abaixo da camada em que se encontram os maiores teores de argila dispersa em água, os valores voltam a diminuir, sendo inferiores a 5% a partir da profundidade de 110 cm e ocorrendo em maiores profundidades até chegar ao sopé da vertente.

No meio do setor convexo da topossequência, na sondagem 8, foi identificada uma anomalia quanto à distribuição apresentada acima, uma vez que os teores de argila dispersa em água não ultrapassaram os 10% em nenhuma das amostras obtidas nesse ponto.

O grau de flocculação apresentou uma grande amplitude nos seus valores, que variaram de 33% a 100%, dividido em dois níveis com uma faixa de transição conforme pode ser visualizado na figura 3-E.

O nível superficial, com graus de flocculação menores que 50%, apresenta um espessamento em direção ao sopé da vertente. A montante, na sondagem 1, chega até os 80cm de profundidade e, para jusante, na sondagem 14, atinge 115cm de profundidade; após esse ponto, em direção ao sopé da vertente, a espessura tende a aumentar ainda mais, chegando a atingir quase 200cm. Porém, no segmento compreendido pelas sondagens 10 e 8, ocorre um estreitamento e esse nível se reduz a 60 cm de profundidade, ficando com menos de 60 cm de espessura, voltando a se espessar logo após, já próximo da margem da lagoa.

A zona de transição entre o nível superficial e o nível inferior tem aproximadamente 30 a 50cm de espessura e apresenta graus de flocculação variando entre 50 e 90%.

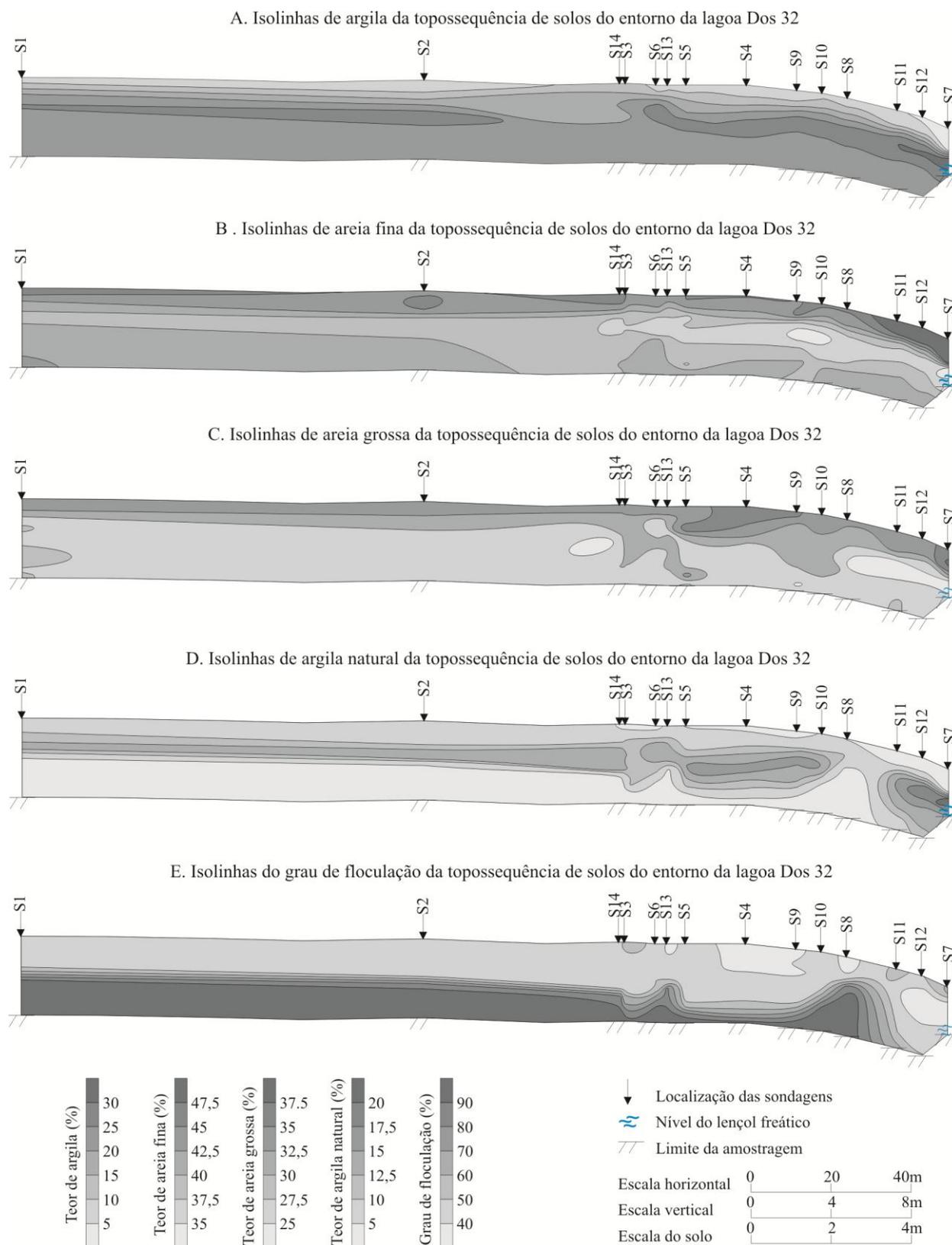


Figura 3: Curvas de isolinhas da topossequência de solos do entorno da Lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.

O nível inferior, que apresenta graus de floculação acima de 90%, encontra-se no setor plano abaixo da profundidade de 110 cm, diminuindo a sua espessura em direção ao sopé da vertente, até deixar de ocorrer dentro dos 200 cm de profundidade. Porém, entre as sondagens 10 e

8, esse nível com graus de floculação baixos apresenta uma ascensão, ocorrendo abaixo dos 90 cm de profundidade.

Os valores de condutividade hidráulica do solo saturado ao longo da topossequência de solos variaram de 1,257cm/h a 8,615cm/h (Figura 4), o que corresponde às classes moderadamente lentas, moderadas e moderadamente rápidas.

Os horizontes superficiais (Ap) apresentaram taxas de condutividade do solo que variaram de 3,244cm/h a 4,422cm/h, sendo classificados como condutividade moderada.

Os horizontes que apresentaram as menores taxas de condutividade estão localizados em subsuperfície, correspondendo aos horizontes AB dos perfis I e II e horizonte E do perfil III, com respectivas taxas de 2,248cm/h, 1,257cm/h e 1,735cm/h. Pelo fato dos perfis I e II estarem localizados no segmento plano da vertente, é possível que esse nível com menor condutividade hidráulica contribua para saturação do horizonte superior por um período maior de tempo, promovendo também uma lenta circulação pelo mesmo. Os horizontes Btg₁ e Btg₂ também apresentam taxas de condutividade reduzidas, com 2,088cm/h e 1,769cm/h respectivamente e, por estar no setor convexo do terço inferior, deve contribuir para o desenvolvimento de uma circulação hídrica predominantemente lateral em detrimento da vertical.

Os horizontes B latossólicos apresentaram as maiores taxas, variando entre 5,333cm/h e 8,615cm/h, desenvolvendo, portanto, circulação moderadamente rápida.

As taxas de condutividade hidráulica do solo saturado dos horizontes E e Btg do perfil V são classificadas como moderadamente rápida e moderada respectivamente, mostrando uma circulação mais rápida no horizonte E, podendo gerar um fluxo lateral sub-superficial por esse horizonte.

Os valores de densidade do solo (ou densidade aparente) variaram de 1,39kg m⁻³ a 1,79kg m⁻³. No perfil I, os menores valores da densidade ocorreram nos horizontes Bw₁ e Bw₂, respectivamente com 1,46kg m⁻³ e 1,47kg m⁻³ e o maior valor, 1,72kg m⁻³, no horizonte AB.

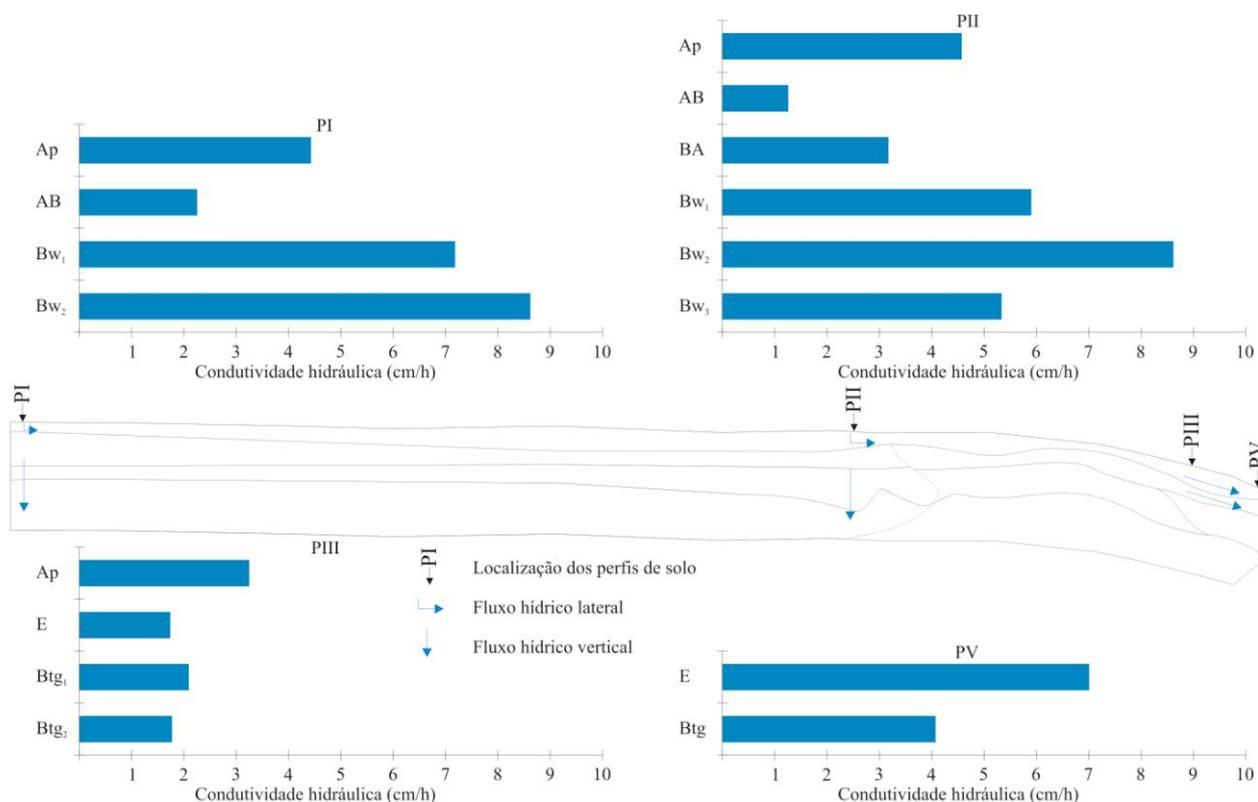


Figura 4: Condutividade hidráulica e provável circulação hídrica na Topossequência de solos I do entorno da Lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.

No perfil II, o menor valor da densidade foi obtido no horizonte superficial (Ap), $1,39\text{kg m}^{-3}$, enquanto que o maior valor foi obtido para o horizonte AB, $1,79\text{kg m}^{-3}$ e foi diminuindo em profundidade até atingir o valor de $1,51\text{kg m}^{-3}$ no horizonte Bw₃; acontecendo comportamento semelhante no perfil III, no qual a densidade, no Ap, foi menor e, no E, foi maior, diminuindo em profundidade.

No perfil V, os valores da densidade do solo ficaram bem próximos, sendo de $1,72\text{kg m}^{-3}$ para o horizonte E e $1,60\text{kg m}^{-3}$ para o horizonte Btg.

A distribuição da porosidade total, macroporosidade e microporosidade por horizontes do solo é apresentada na figura 6.

No perfil I, a porosidade total variou de 39,1% a 49,7%, apresentando uma pequena redução do horizonte Ap para o AB, voltando a aumentar no horizonte Bw₁, permanecendo constante deste para o Bw₂. A macroporosidade variou de 8% a 21%, aumentando do horizonte Ap para o horizonte Bw₁, mantendo-se no Bw₂ próximo a esse valor. Os valores da microporosidade variaram de 25,6% a 35,2%, apresentando uma redução do horizonte Ap para o AB, mas permanecendo semelhantes nos horizontes Bw₁ e Bw₂. Assim, percebe-se um aumento da macroporosidade em profundidade, acompanhada de redução da microporosidade, que atingem valores próximos nos horizontes latossólicos.

No perfil II, a porosidade total variou de 31% a 47,3%, apresentando uma redução de 12,7% da porosidade do horizonte Ap para o AB, passando a aumentar progressivamente em profundidade até o horizonte Bw₃. Os valores da macroporosidade variaram de 9,9% a 18%, permanecendo constante em praticamente todo o perfil, tendo redução apenas no horizonte AB. Os valores de microporosidade variaram de 21,1% a 29,4%, apresentando uma pequena redução da porosidade nos horizontes AB e BA. A variação mais pronunciada da porosidade para esse perfil aconteceu no horizonte AB, que apresentou redução significativa da macroporosidade, assim como também uma redução da microporosidade.

No perfil III, a porosidade total variou de 34,6% a 47,4%, apresentando redução do horizonte Ap para o E, voltando a aumentar nos horizontes Btg₁ e Btg₂. A macroporosidade variou de 9,8% a 20%, diminuindo progressivamente do horizonte Ap para o Btg₁, tendo um leve aumento no horizonte inferior (Btg₂). A microporosidade variou de 18,5% a 34,1%, apresentando menores valores nos horizontes mais superficiais (Ap e E) e aumento de aproximadamente 10% para os horizontes Btg₁ e Btg₂. Ocorre assim, no perfil III, uma redução da macroporosidade em profundidade, enquanto apresenta um aumento mais significativo da microporosidade.

No perfil V, a porosidade total variou em 8,1% do horizonte E para o Btg, passando de 53,4% para 43,5%, respectivamente. A macroporosidade variou de 10,7% para 20,9% e a microporosidade de 14,5% para 32,8% do horizonte E para o Btg.

4.4 Química dos solos

Uma síntese dos resultados das análises químicas está apresentada na tabela 1.

Os valores de pH que se enquadraram na classe extremamente ácida ocorrem no sopé da vertente, ao longo de todo perfil V e no horizonte Btg₂ do perfil III. Apenas no horizonte Bw₂ do perfil I, verificou-se o pH na classe moderadamente ácido.

A classe de reação em CaCl₂ de acidez baixa ocorre apenas na base do perfil I, nos horizontes Bw₃ e Bw₂. A classe de acidez média está também associada principalmente aos horizontes B latossólicos e ao horizonte Bt₂ do perfil IV, próximo à ruptura da vertente. Os volumes com acidez alta são os horizontes subsuperficiais relacionados ao segmento plano da vertente, ocorrendo nos horizontes AB, do perfil I, AB, BA e Bw₂, do perfil II e nos E e Bt₁, do perfil IV. Os perfis III e V, assim como os horizontes Ap dos demais perfis, apresentam acidez muito alta.

A distribuição dos valores de reação do solo em água apresenta-se mais homogênea, enquanto aquela obtida em solução de CaCl₂ apresenta uma distribuição mais irregular. Para ambas

as classes de reação do solo, tanto em água como em solução de CaCl_2 , a acidez aumenta no setor convexo da vertente, atingindo os valores mais baixos próximo à margem da lagoa Dos 32. Porém as classes em CaCl_2 revelam também um aumento da acidez da base do perfil para a superfície no segmento plano.

Os solos, ao longo da topossequência, apresentam-se muito dessaturados, como indicam os valores das bases trocáveis, cuja soma, valor S variam de $0,36 \text{ cmolc kg}^{-1}$ a $2,38 \text{ cmolc kg}^{-1}$. A variação do valor S desses valores ao longo da topossequência revela, comparativamente, maior concentração de bases no perfil IV, que corresponde ao Argissolo, e as menores concentrações nos Planossolos, perfis III e V, ressalvando-se sempre que em todos os horizontes os valores obtidos são muito baixos. A capacidade de troca de cátions (T), por sua vez, varia de $2,14 \text{ cmolc kg}^{-1}$ a $6,54 \text{ cmolc kg}^{-1}$ com, entretanto, uma maior concentração dos valores próximo a 4. Os maiores valores de T estão relacionados aos solos com os maiores valores de acidez potencial, o que pode também indicar a possibilidade de ocorrência de caráter alumínico e/ou álico para aqueles de T muito altos, como ocorre no horizonte Bt dos Planossolos.

Considerando-se os valores de T, é possível, ainda, calcular a atividade da fração argila e, com esse dado, deduzir a provável composição mineralógica. Assim, aplicando-se a equação $(CTC \text{ pot} \times 100)/\text{argila}$, verifica-se que, ao longo de toda a topossequência, os solos apresentam argila de atividade baixa, o que indica a presença de argilominerais 1:1 (caulinita) e óxidos e hidróxidos.

Tabela 1: Dados de pH em H_2O e CaCl_2 , soma de bases (Valor S), capacidade de troca catiônica (Valor T) e saturação por bases (Valor V) dos horizontes dos perfis de solo descritos na topossequência da margem da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.

Perfil	Horizonte		pH		Valor S cmolc kg^{-1}	Valor T	Valor V %
	Símb.	Prof. (cm)	H_2O	CaCl_2			
I	Ap	0-30	5,0	4,1	1,59	4,13	38,57
	AB	-36	4,9	4,5	1,53	3,56	42,91
	BA	-68	5,1	4,0	1,78	3,97	44,82
	Bw ₁	-110	5,3	5,3	1,72	3,75	45,85
	Bw ₂	-157	5,5	5,8	1,52	3,41	44,65
	Bw ₃	-200+	5,2	5,9	1,42	3,17	44,77
II	Ap	0-29	4,7	4,3	2,28	5,02	45,41
	AB	-44	5,0	4,9	2,1	4,29	48,90
	BA	-59	4,9	4,9	1,77	3,8	46,60
	Bw ₁	-107	4,9	5,1	1,77	3,96	44,75
	Bw ₂	-158	5,1	4,8	1,98	4,17	47,49
	Bw ₃	-200+	5,3	5,2	1,77	3,66	48,33
III	Ap	0-28	4,9	4,3	2,19	4,73	46,32
	E	-57	4,7	4,1	1,43	3,79	37,77
	BE	(53-62)	4,4	4,0	1,69	4,43	38,13
	Btg ₁	-104	4,3	3,8	1,12	4,3	26,05
	Btg ₂	-170+	4,0	3,6	0,36	3,78	9,54
IV	Ap	0-34	4,7	3,7	2,25	5,20	43,28
	E	-67	4,8	4,6	1,65	3,84	42,93
	Bt ₁	-102	5,1	4,4	2,38	4,41	53,98
	Bt ₂	-160+	4,7	5,5	2,36	4,25	55,50
V	Ap	0-10	4,0	3,5	1,62	5,90	27,45
	A/E	-27	4,1	3,7	1,01	3,20	31,57
	E	-70	4,2	3,9	0,52	2,14	24,42
	Btg	-120+	3,6	3,5	1,93	6,54	29,54

Os Latossolos e os Planossolos possuem saturação por bases (V) inferiores a 50% em seus horizontes diagnósticos, assim como nos horizontes superficiais, o que permite classifica-los como Latossolo Amarelo Distrófico e Planossolo Háptico Distrófico. O Argissolo apresenta valores de V

superiores a 50% nos horizontes B e inferiores nos horizontes A e E, como o valor é superior no horizonte diagnóstico Bt, o solo é classificado como Argissolo Acinzentado Eutrófico.

Com relação aos micronutrientes, o Fe é o mais abundante, sobretudo no segmento plano, onde os teores são maiores na superfície chegando a atingir valores de 210mg dm^{-3} , enquanto que nos horizontes subsuperficiais tendem a permanecer próximo de 55mg dm^{-3} . No segmento convexo, no qual ocorrem os Planossolos, os valores de Fe disponíveis deixam de ser maiores em superfície, no perfil III, os maiores valores ocorrem nos horizontes E e BE, permanecendo acima de 78mg dm^{-3} nos horizontes Btg. Já, no sopé da vertente, os teores de ferro não ultrapassam 60mg dm^{-3} .

Grosso modo, a maior parte dos dados das análises químicas apresenta gradientes no sentido vertical e lateral na topossequência, na qual a maioria dos elementos mostra redução nos seus valores em profundidade e em direção à margem da lagoa.

4.5 Dinâmica da paisagem

Na cobertura latossólica, foram identificados indícios de dois processos pedológicos distintos. Um na base do perfil, devido à circulação hídrica pela porosidade tubular; e outro no topo, pelo fenômeno de e-iluviação.

Na base do perfil, nos horizontes Bw₂ e Bw₃, foram observadas manchas de coloração mais claras e alongadas verticalmente. A porosidade é elevada, e quase 50% da porosidade é constituída de macroporos, o que colabora com a circulação hídrica que apresentou permeabilidade na classe moderadamente rápida. A fração argila desse volume apresenta uma estabilidade muito elevada, tendo taxas de grau de floculação superiores a 90%.

Na parte mais superficial dessa cobertura, é possível observar um processo de e-iluviação que, pela declividade praticamente nula, apresenta migração de argila no sentido vertical em detrimento da migração lateral. No perfil I, o processo é mais significativo no horizonte BA, uma vez que a infiltração, mesmo lenta, ainda é preferencial devido à distância com a ruptura de declive. Já no perfil II, o enriquecimento de argila ocorre mais próximo à superfície, no horizonte AB, fato que pode ser interpretado pela circulação lateral se apresentar um pouco mais intensa pela proximidade com a ruptura de declive, além da porosidade no perfil II ser composta mais por microporos.

Os horizontes AB e BA, nesse segmento da vertente, funcionam como impedimento para a circulação da água, conforme demonstrado pelo ensaio de condutibilidade hidráulica. Nos primeiros 100cm de profundidade da cobertura, nesse segmento, o comportamento da argila é distinto do apresentado anteriormente para o material mais profundo. Aqui a argila apresenta altos valores quando dispersas em água, apresentando graus de floculação inferiores a 50%, que confirmam a alta mobilidade desse material para ser reorganizado.

No início do segmento convexo do relevo, ocorre a cobertura argissólica que é uma zona de transição entre o latossolos e os planossolos. No Argissolo, foi identificado apenas o processo de e-iluviação.

Nos horizontes B texturais, existe uma concentração relativa da fração argila que foi confirmada pelos resultados das análises granulométricas. No horizonte Bt₁ as análises revelaram alto teor de argila dispersa em água e baixo grau de floculação, enquanto que, no horizonte Bt₂ o teor de argila dispersa em água é baixo e o grau de floculação elevado. Esses dados permitem inferir sobre a mobilidade da fração argila, que é maior nos volumes superiores, inclusive nos horizontes nos quais atuam processos de eluviação (Ap e E), e estável na base do perfil a semelhança da cobertura latossólica.

O Argissolo, diferentemente do restante dos outros solos, apresentou saturação por bases nos horizontes B texturais superiores a 50%, classificado, então, como o único de ponto onde o solo apresenta caráter eutrófico, mesmo apresentando soma de bases inferiores a $2,5\text{cmolc kg}^{-1}$.

Na cobertura planossólica, foram identificados também indícios de dois processos, ocorrendo ainda o processo de e-iluviação, como nas coberturas a montante, e processos de hidromorfia.

Na base dos perfis dessa cobertura, nos horizontes Btg, Btg₁ e Btg₂, são identificados os processos de hidromorfia e iluviação. A hidromorfia é identificada pelas variações de cores no solo. Mais próximo ao sopé, o processo é mais intenso, predominando as cores mais esbranquiçadas e acinzentadas. A argila desses horizontes apresenta, no geral, altos teores de argila dispersa em água e baixos graus de flocculação, mostrando a propensão a sua mobilização.

Os horizontes B plânicos apresentam as maiores porosidades totais dos perfis de planossolo, porém, por essa porosidade ser composta principalmente por microporosidade, é que se explica a redução na permeabilidade do solo nesses horizontes. Essa redução permite a interpretação de uma circulação hídrica subsuperficial sobre esses horizontes, principalmente do Btg e Btg₁.

Processos de eluviação são identificados nos horizontes superficiais, principalmente, no horizonte E, em que apresenta pequenas quantidades da fração argila e porosidade composta por aproximadamente 50% de macroporos que favorecem, assim, a permeabilidade da água.

Com base nos dados de condutividade hidráulica pode-se inferir que a drenagem é preferencialmente vertical na cobertura latossólica, de montante, e no setor de jusante, coberturas argissólica-planossólica com predomínio da circulação subsuperficial predominantemente lateral acima do horizonte plânico, ou seja, no horizonte E.

A circulação vertical tem contribuído para iluviação do horizonte superficial e eluviação pouco abaixo no perfil, no contato com a parte superior do B latossólico. Aos poros serem revestidos/preenchidos, promovem uma barreira e fazem com que a água fique em contato um tempo maior com o solo do horizonte Ap, que ajuda a desestabilizar ainda mais os agregados, liberando argila.

No setor convexo, a circulação passa a ser predominante do sentido lateral, promovendo a migração da argila para a base da vertente, que se deposita em subsuperfície, formando o horizonte B plânico devido à constante saturação do solo pelo freático.

Essas mudanças morfológicas, físicas e químicas da cobertura pedológica, que indicam processos que geram volumes mais arenosos em superfície e mais argilosos em subsuperfície mais pronunciado nas margens da lagoa, podem estar associadas à evolução das depressões na área do terraço Taquarussu; onde um processo remontante promove a ampliação das depressões.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cobertura pedológica no entorno da lagoa Dos 32 é formada pelo sistema LATOSSOLO AMARELO Distrófico, no setor plano de montante, passando para ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico com transição gradual para PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico, a jusante. Apesar da baixa variação altimétrica da topossequência e da declividade quase nula nos primeiros 180 metros da topossequência e de aproximadamente 2,5% nos últimos 50 metros, foi observada uma variação do material nos aspectos textural, estrutural e morfológico.

O setor plano da vertente corresponde às áreas de ocorrência dos Latossolos, que são solos bem evoluídos e apresentam uma estreita camada que se encontra em desequilíbrio logo acima dos horizontes latossólicos. Esse volume em desequilíbrio dos latossolos apresenta aumento no valor da fração argila e também diminuição na permeabilidade do solo.

Já no setor convexo da vertente, ocorre o ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico, que grada para o PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico, passando a apresentar maiores concentrações da fração argila no horizonte diagnóstico, assim como redução da macroporosidade e da permeabilidade. Nos horizontes superiores apresenta remoção da fração argila e valores maiores de permeabilidade.

As características morfológicas e texturais, observadas nos horizontes AB e BA desse segmento da vertente, geram impedimentos e retardamentos para a circulação da água, o que foi confirmado pelas medidas de condutibilidade hidráulica. Nos primeiros 100 cm de profundidade da cobertura, nesse segmento, o comportamento da argila é distinto do apresentado anteriormente para o material mais profundo. Aqui a argila apresenta graus de flocculação inferiores a 50%, o que indica uma alta mobilidade de material fino (argila).

Morfológicamente, os solos, ao longo da topossequência do entorno da lagoa Dos 32, apresentaram oito volumes distintos. Posteriormente, as análises realizadas em laboratório permitiram comprovar essas diferenciações (texturais e de cores), verificadas em campo, e identificar um setor de montante, segmento plano da vertente, constituído pela cobertura latossólica e outro setor, no segmento convexo, constituído pela cobertura argissólica-planossólica.

Devido à lagoa Dos 32, o freático age com bastante intensidade nesse setor próximo ao sopé, contribuindo para a mobilização e remoção do ferro, promovendo um clareamento do solo que é cinzento-claro.

A continuidade dos estudos, assim como a utilização de outras técnicas, será muito importante para se compreender melhor as relações entre os processos pedogenéticos e geomorfológicos sobre a superfície do terraço Taquarussu.

AGRADECIMENTOS

Ao Mauro Parolin, pelo valioso auxílio na seleção da área para o estudo, assim como nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

BOULET, R. Uma evolução recente da pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 3., 1992, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 1992. p. 43-58.

_____ et al. Géochemie de la Surface et Formes du Relief. I- Desequilibre Pedobioclimatique dans le Couvertures Pedologiques de L'Afrique Tropicale de L'Ouest et son Role dans L'aplanissement des Reliefs. **Sc. Gel. Bull.**, Strasbourg, v. 30, n. 4, p. 235-243, 1977.

_____ et al. Analyse structurale et cartographie en pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahiers Orstom**, Bondy, v. 19, n. 4, p. 309-322, 1982a.

_____ et al. Analyse structurale et cartographie en pedologie II. Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. **Cahiers Orstom**, Bondy, v. 19, n. 4, p. 323-339, 1982b.

_____ et al. Analyse structurale et cartographie en pedologie III. Passage de la phase analytique à une cartographie général synthétique. **Cahiers Orstom**, Bondy, v. 19, n. 4, p. 341-351, 1982c.

_____ et al. Les systemes de transformation em pedologie. In: _____. **Livre jubilaire du cinquantenaire**. [Plaisir]: AFES, 1984. p.167-179.

CAMARGO, O. A. de et al. **Método de análise química, mineralógica e física de solos** so Instituto Agrônômico de Campinas. Campinas, SP: Instituto Agrônômico, 1986.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

_____. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, DF: Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FERREIRA, S.R. **Caracterização geomorfológica e sedimentológica de lagoas associadas à calha do alto rio Paraná, região de Taquarussu - MS**. 1997. 141 f. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1997.

FILIZOLA, H. F. **O papel da erosão geoquímica na evolução do modelado da Bacia de Taubaté-SP**. 1993. 114 f. Tese (Doutorado)-Universidade São Paulo, São Paulo, 1993.

_____; BOULET, R. Une évaluation de la vitesse de l'érosion géochimique à partir de l'étude de dépressions fermées sur roches sédimentaires quartzo-kaoliniques au Brésil. **C.R. Acad. Sci.**, Paris, t. 316, série II, p. 693-700, 1993.

_____; _____. Evolution and opening of closed depressions developed in quartz-kaolinitic sedimentary substratum at Taubate basin, São Paulo, Brazil, and analogy to the slope evolution. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 16, p. 77-86, 1996.

FORTES, E. **Geomorfologia do baixo curso do rio Ivinhema, MS: uma abordagem morfo genética e morfo estrutural**. 2003. 209 f. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2003.

FURQUIM, S. A. C. **Interações entre modelado e solo no Transecto Espreado, São Pedro, SP**. 2002. 170 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

HUMBEL, F.X. Étude de quelques dépressions circulaires a la surface d'un plateau sédimentaire de Cote d'Ivoire. **Cahier Orstom**, Bondy, v. 2, n. 3, p. 27-42, 1964.

KRAMER, V. M. S. **Mudanças climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o holoceno**. 1998. 34 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

LUCAS, Y. et al. Transição latossolos-podzóis sobre a formação barreiras na região de Manaus, Amazônia. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, MG v. 8, p. 325-235, 1984.

LUCAS, Y. **Systemes pedologiques en Amazonie Brésilienne: equilibres, disequilibres et transformations**. 1989. 153 f. Tese (Doutorado)-Universidade Poitiers, Paris, 1989.

MARQUES, A. J. et al. O uso do clinômetro no levantamento topográfico. Estudo de caso: levantamento pedológico. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 18, n.1, p. 135-141, 2000.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. **Geografia do Brasil: região centro-oeste**. Rio de Janeiro: Sergraf, 1977. p. 35-58.

PAROLIN, M. **Paleoambientes e paleoclimas no final do Pleistoceno e no Holoceno no sudeste do estado do Mato Grosso do Sul**. 2006. 122 f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual de Maringá, 2006.

PAVAN, M. A. et al. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1992.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2005.

SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa, 1999. Comunicação para Transferência de Tecnologia.

SOUBIÉS, F.; CHAUVEL, A. Présentation de quelques systèmes de sols observés au Brésil. **Cahiers Orstom**, Bondy, v. 21, n. 4, p. 237-251, 1984-1985.

SOUZA, M. C. et al. Riparian vegetation of the upper Paraná River floodplain, Paraná e Mato Grosso do Sul States, Brasil. In: AGOSTINHO, A. A. et al. (Ed.). **Structure and functioning of the Paraná River its floodplain**. Maringá: Eduem, 2004. p. 233-238.

SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. Geologia e geomorfologia do complexo Rio Baía, Curitiba, Ivinheima. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos**. Maringá: Eduem, 1997. p.3-46.

SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. O componente físico da planície alagável do alto rio Paraná. In: _____. **A planície de alagável do alto rio Paraná: estrutura e processos ambientais**. Universidade de Estadual de Maringá, 2000. p. 13-60. Relatório Técnico.

STEVAUX, J. C. **O Rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária de seu curso superior (região de Porto Rico, PR)**. 1993. 235 f. Tese (Doutorado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

Data de submissão: 16.10.2012

Data de aceite: 16.05.2014

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.