

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E GÊNESE DE SOLOS EM AMBIENTES DE CORDILHEIRA E CAMPO DE INUNDAÇÃO PERIÓDICA, PANTANAL DE POCONÉ, MATO GROSSO

Juberto Babilônia de SOUSA¹

Célia Alves de SOUZA²

Resumo

O estudo foi realizado no Pantanal de Poconé, MT, nos solos Luvisolo Hipocrômico Órtico planossólico e Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico, representativos de ambientes distintos (Cordilheira e Campo de Inundação) do Pantanal. Objetivou-se compreender a gênese dos solos, a partir de suas propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. Os resultados mostraram que a diferença de umidade entre os solos está relacionada à diferença de elevação dos ambientes que se refletiu nas suas propriedades. Para as características físicas, os resultados mostraram que os dois solos apresentam grande variação textural, valores de acidez média e teores de alumínio trocáveis bastante elevados. Os teores de sódio são mais elevados no solo do ambiente Cordilheira. Os teores de carbono orgânico nos dois solos são baixos a muito baixos. Formas de ferro livre ocorrem em maiores teores no solo do ambiente Cordilheira, enquanto o solo do ambiente Campo de inundação apresenta maiores teores de ferro amorfos ou de baixa cristalinidade. Nas extrações de alumínio, observou-se a presença nas formas de polímeros ou de baixa cristalinidade. A mineralogia da fração argila dos dois solos mostrou-se bastante semelhante, com ocorrência de caulinita, esmectita e illita.

Palavras-chave: Solos. Pantanal. Gênese. Cordilheira e Campo de Inundação.

Abstract

Physical - chemical properties the genesis of the soils in the cordillera and flooding field environments at the pantanal do Poconé sub-region, Mato Grosso

This study was realized in the Pantanal do Poconé, MT, the soils Gleyic Luvisol (LVg) and Dystric Gleysol (GLd) were studied, since they are representative for two distinct environments (that is cordillera and flooding field) in the Pantanal do Poconé. The objective was to understand the genesis of the soils from of their morphological, physical, chemical, and mineralogical properties. The results showed that the difference in moisture between the soils, which is related to the low difference in elevation of these environments, reflected on the properties. The results for physical characteristics showed that both soils present a wide textural variation, average values for acidity, while their contents of exchangeable aluminum were quite high. The sodium contents are higher in the soil of the Cordillera environment. The organic carbon contents in both soils are low to very low. In the Cordillera environment, the soil presents higher contents of free iron, whereas in the Flooding field the soil presents higher contents of amorphous iron or low crystallinity forms. The extractions pointed out the presence of aluminum under polymeric or low crystallinity forms. The mineralogy of the clay fraction in both soils showed to be quite similar.

Key words: Soils. Pantanal. Genesis. Cordillera. Flooding field.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso – IFMT Campus Cáceres. Professor - Rua dos Soterros, Q 29, C12, Jardim Celeste I, Cep 78.200.00 Cáceres-MT - E-mail: jubertobabilonia@yahoo.com.br

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Geografia. Professora Adjunta - Rua dos Soterros, Q 29, C12, Jardim Celeste I, Cep 78.200.00 Cáceres-MT - E-mail: celialvesgeo@globocom

INTRODUÇÃO

O Pantanal Mato-grossense é constituído de onze sub-regiões, sendo uma delas a do Pantanal de Poconé, que se localiza ao norte e é caracterizada por apresentar terrenos mais altos e de maior inclinação leste/oeste em relação às demais (FRANCO et al., 1982, p. 161-224).

Nessa região são identificadas as planícies de média e, normalmente, de baixa inundação, o que faz com que essa sub-região seja a que tem a menor influência da permanência de água no solo no período das cheias, com exceção da região sul desse Pantanal, onde os terrenos encontram-se na planície do rio Paraguai.

O fato de ser uma sub-região mais seca em relação às demais, não perdendo as características de área inundável e nem a sua diversidade ambiental, e assim como os demais pantanais, possuir características de uma alta diversidade litológica, geomorfológica, hidrológica, climática e pedológica, resulta em variados tipos de ambientes. Trata-se de área de transição, pois ostenta um mosaico de ecossistemas, com afinidades, sobretudo, com os cerrados e, em menor parte, com ecossistemas aquáticos e semi-aquáticos, determinadas, principalmente, pelo solo e pelo clima.

A referida sub-região possui características próprias quanto ao tipo de litologia sobre as quais formaram os seus solos, constituída por uma variabilidade de sedimentos aluviais e fluviolacustres da Formação Pantanal, que foram depositados no Pleistoceno (Quaternário), apresentando materiais de origem da textura predominantemente argilosa, transportada, principalmente, pelos rios Cuiabá e Bento Gomes.

A distribuição das diferentes classes de solos na sub-região do Pantanal de Poconé pode ser compreendida à luz das pequenas variações de relevo observadas na paisagem. Os solos são, em sua totalidade, influenciados pelo hidromorfismo, favorecido pelo relevo plano e baixo, característica que determina a sua forte tendência a inundações periódicas. Nas formas de relevo, mais elevadas, representadas pelas cordilheiras, desenvolvem-se solos onde o processo de hidromorfismo não é o principal processo pedogenético.

De modo geral, os tipos de ambientes presentes na sub-região do Pantanal do Poconé são diferenciados pelo relevo, dentre os quais distinguem-se: pequenas elevações isoladas conhecidas como cordilheiras; campos de inundação, que são áreas sujeitas a inundações periódicas; baías, que constituem áreas deprimidas, contendo água; vazantes, que são áreas de depressão entre as baías com caráter de curso fluvial intermitente; e corixos, que correspondem a pequenos cursos d'águas, geralmente perenes, conectados ao rio principal.

Objetivou-se neste estudo compreender a gênese de solos desenvolvidos especificamente em ambientes de Cordilheira e Campo de inundação periódica, a partir da caracterização e estudo de suas propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Para este estudo foram descritos dois perfis em duas áreas de planície da unidade geomorfológica Planícies e Pantanais Mato-grossenses denominadas feições de relevo Cordilheira e Campo de inundação periódica.

As áreas encontram-se no norte do Pantanal Mato-Grossense, na sub-região do Pantanal de Poconé, no estado de Mato Grosso. As áreas selecionadas localizam-se no km 35 da estrada Transpantaneira, margem esquerda, a cerca de 500 m da estrada, na Fazenda Carandá Fundo (Figura 1).

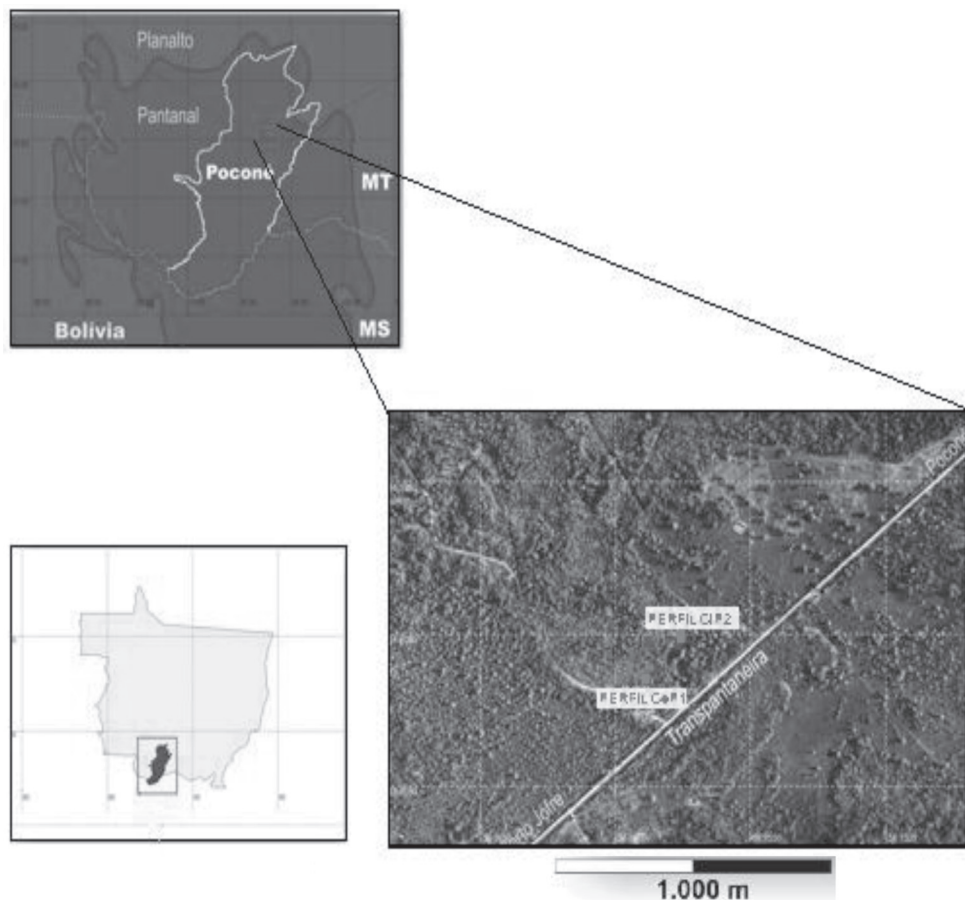


Figura 1- Localização da área estudo no pantanal de Poconé e no estado de Mato Grosso

Foram abertos um perfil na feição de relevo denominada Cordilheira (CoP1), nas coordenadas geográficas $16^{\circ}36'1.5''S$ e $56^{\circ}45'32.3''OGw$ com cota altimétrica de 106 m, adotando a posição de topo e um outro perfil na feição denominada Campo de inundação periódica (CiP2), nas coordenadas geográficas $16^{\circ}36'1.06''S$ e $56^{\circ}45'31.8''OGw$ com cota altimétrica de 103 m, adotando o nível mais baixo do relevo (Figura 1). Os perfis foram preparados e fotografados e, em seguida, procedeu-se às descrições morfológicas (LEMOS; SANTOS, 1996) e coleta de amostras em todos os horizontes para análises físicas, químicas e mineralógicas.

Análises de laboratório

As amostras de solos coletadas em cada horizonte dos perfis e acondicionadas em sacos plásticos foram transportadas ao laboratório, onde foram destorroadas, secas ao ar e

passadas em peneiras com malha de 2 mm de diâmetro, separando a terra fina seca ao ar (TFSA), (EMBRAPA, 1997) sendo utilizada para as análises físicas, químicas e mineralógicas.

Caracterização física

As análises físicas foram realizadas na TFSA de os horizontes dos dois perfis todos, constando granulometria, densidade do solo (D_s), densidade de partículas (D_p), porosidade total (PT), argila dispersa em água (ADA), grau de floculação (G.F.) e equivalente de umidade (AE).

Caracterização química

Foram realizadas as análises químicas de rotina na TFSA de todos os horizontes dos perfis CoP1 e CiP2, determinando-se a acidez ativa (pH em H_2O e em KCl 1 mol L^{-1}) potenciométricamente, na suspensão solo-solução 1:2,5; cálcio e magnésio trocáveis, extraídos com KCl 1 mol L^{-1} na proporção 1:10, por absorção atômica; sódio e potássio trocáveis e fósforo disponível foram extraídos com solução de Mehlich I na relação 1:10; o fósforo foi determinado, por colorimetria, e o potássio e sódio por fotometria de emissão de chama.

O alumínio trocável foi extraído com KCl 1 mol L^{-1} , na proporção 1:10, e determinado por titulação com NaOH 0,025 mol L^{-1} (DEFELIPO e RIBEIRO, 1991, 17 p.). A acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1} , na relação 1:15 com pH ajustado a 7, e determinada por titulação com NaOH 0,0606 mol L^{-1} (EMBRAPA, 1997).

Utilizou-se uma solução contendo 60 mg L^{-1} de fósforo, que foi agitada com uma amostra de 5 cm^3 de TFSA, na proporção 1:10, durante uma hora (ALVAREZ et al., 1999, 359 p.). Após a agitação, as fases sólida e líquida foram separadas por meio de centrifugação das amostras por 10 minutos a 2500 rpm, sendo determinada a concentração de fósforo na solução de equilíbrio, por colorimetria no comprimento de onda de 725 nm.

Formas cristalinas, amorfas e complexos de ferro, alumínio e manganês

Utilizou a TFSA nas determinações das formas livres de ferro, alumínio e manganês nos solos, bem como seus complexos com a matéria orgânica, sendo utilizados os procedimentos metodológicos baseados em Conffin (1963, p. 7-17) para o ditionito-citrato-bicarbonato (Fed), McKeague e Day (1966, p. 13-22) e para o oxalato de amônio (Feo) e de Schwertmann e Taylor (1989, p. 379-438) para o pirofosfato de sódio, conforme descrições apresentadas a seguir:

As formas de ferro, alumínio e manganês cristalinos associados à fração argila dos solos foram determinadas em extratos obtidos de três extrações sucessivas com ditionito-citrato-bicarbonato (CONFFIN, 1963, p. 7-17). Foram pesada 0,3 g de TFSA de cada horizonte amostrado, sendo esses materiais colocados em tubos de centrífuga, aos quais foram adicionados 10 mL de solução, a pH 4,8, de citrato de sódio 0,2 mol L^{-1} e 500 mg de ditionito de sódio.

Os tubos foram levados ao banho-maria (50°C) por 30 minutos, sendo, depois agitados periodicamente. O material foi centrifugado a 2000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante recolhido em balão volumétrico de 50 mL; esta operação foi repetida três vezes, sendo o volume do balão completado com água deionizada. Determinou-se o teor de ferro, alumínio e manganês nas amostras, através da absorção atômica, usando-se três repetições para todas as amostras.

Para a determinação de alumínio, manganês e óxidos de Fe amorfo por meio do oxalato de amônio, pesou-se 0,3 g de TFSA de cada horizonte amostrado, sendo esses materiais colocados em tubos de centrifuga opacos, aos quais foram adicionados 10 mL da solução oxalato de amônio 0,2 mol L⁻¹ pH 3,0. Os tubos foram tampados e agitados horizontalmente por 2 horas (McKEAGUE; DAY, 1966, p. 13-22).

Em seguida, o material foi centrifugado a 2000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante, recolhido em balão volumétrico de 50 mL, o qual permaneceu tampado; esta operação foi efetuada apenas uma vez. Determinou o teor de ferro, alumínio e manganês totais nas amostras, por absorção atômica. Foram usadas três repetições para cada amostra.

Para a determinação de alumínio, ferro e manganês complexados à matéria orgânica, utilizou-se 0,5 g de TFSA com 50 mL de solução de pirofosfato de sódio 0,1 mol L⁻¹, pH 10,0 (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1989, p. 379-438). Em seguida, fez-se uma agitação por 16 horas, em agitador horizontal com 200 oscilações por minuto.

Logo após o processo de agitação, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 5 minutos e o sobrenadante recolhido em frascos de vidro. Determinou os teores de ferro, alumínio e manganês por absorção atômica diretamente nos extratos. Para cada amostra, foram usadas três repetições.

Fracionamento químico da matéria orgânica

Utilizou-se a técnica de diferença de solubilidade em meio alcalino e ácido, aplicando-se os conceitos de frações húmicas, descritos pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (SISH). Foram determinadas as frações ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas.

A extração foi feita em 3 g de solo, utilizando o hidróxido de sódio a 0,1 mol L⁻¹, na proporção solo:extrator de 1:4 (SWIFT, 1996, p. 1018-1020). A determinação do teor de carbono nas diferentes formas e do carbono total (COT) foram feitas por dicromatometria, por meio de oxidação induzida pelo calor, em ácido sulfúrico pelo método de Yeomans e Bremner (1988, p. 1467-1476).

Nitrogênio total

Determinado pelo método de Kjeldahl por câmara de difusão, modificado por Tedesco et al., (1985).

Silício, alumínio, ferro, titânio, potássio e fósforo total

O ataque sulfúrico foi utilizado para determinar os teores de silício, alumínio, ferro, titânio, potássio e fósforo total. Foram determinados em triplicata, a partir da digestão de 0,5 g de TFSA previamente triturada em almofariz, aquecendo-se, até fervura, sob refluxo, por 1 hora, com 20 mL H₂SO₄ 9 mol L⁻¹ proporção 1:1 (volume água-ácido), com posterior resfriamento, filtração para balões aferidos de 250 mL e diluição.

No resíduo, determinou o silício e, no filtrado, os outros elementos (EMBRAPA, 1997). O ferro, silício e o alumínio foram determinados na absorção atômica; o fósforo e titânio por colorimetria e o potássio por fotometria de emissão de chama.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição geral das áreas de estudo

Os estratos ambientais são caracterizados por sucessiva freqüência de contrastes altimétricos de dois a cinco metros entre o topo das partes altas e as depressões, que caracterizam as feições no relevo.

Nos dois estratos ambientais os diferentes padrões na vegetação aparecem ordenados segundo uma gradiente de inundação. Caracterizam-se pela presença de arbustos e árvores de ambientes mais secos e plantas herbáceas e gramíneas que suportam inundações. Tem forte influência da colonização da vegetação periférica de ocorrência nos cerrados, caracterizando-se como um grande mosaico (AB' SABER, 1988, p. 9-57).

Na composição total da área mapeada ocorre o domínio do estrato ambiental nas partes altas, caracterizada pela feição de relevo Cordilheira, seguida do estrato ambiental depressão constituído pela feição Campo de Inundação Periódica, as baías, o grupo rios, ilhas fluviais e floresta ciliar (Figura 2 e Tabela 1).

Dentre os estratos ambientais identificados, o perfil CoP1 (Cordilheira) está localizada na parte alta, no compartimento cordilheira (1.084,82 ha) com vegetação típica do Cerrado (Cerrado mesotrófico subcaducifólio), apresentando espécies arbóreas heterogêneas com predomínio do Carvoeiro (*Bowdichia virgilioides*), Espinheiro (*Mimosa spp.*) e Cambará (*Vochysia divergens*), e com um sub-bosque constituído por um estrado variado composto de Gravatá (*Bromélia*).

O perfil CiP2 (Campo de Inundação Periódica) está localizado na depressão, no compartimento campo de inundação periódica (528,41 ha) com presença de vegetação graminóide e árvores esparsas (Campo cerrado tropical) composta basicamente pela associação do Cerrado mesotrófico e gramínea, apresentando o domínio da espécie Cambará (*Vochysia divergens*), e pelo *Andropogon (Andropogon gayanus)* gramínea utilizada como pastagem natural.

A maior parte das áreas mapeadas, em especial nos pontos de coleta dos perfis estudados, compreende superfícies planas com cotas altimétricas não ultrapassando 120 m, contidos na Depressão do rio Cuiabá, consideradas áreas dentro da unidade de relevos de acumulação (FRANCO et al., 1982, p. 161-224).

O perfil CoP1 do ambiente cordilheira, encontra-se na cota aproximada de 3 m acima do nível dos campos de inundação apresentando uma pequena declividade na interface com os campos de inundação periódica. Destaca-se na paisagem por sua elevação em relação às outras feições do relevo, sendo realçado pela vegetação de maior porte e por encontrar-se circundado por níveis altimétricos mais baixos. Devido à sua posição mais elevada, não sofre inundações, a não ser por ocasião de grandes enchentes (ALVARENGA, et al., 1984, p. 3258-3271), apresentando-se, normalmente, como ilhas durante o período de inundações.

O ambiente campo de inundação periódica, ponto de coleta do perfil CiP2, refere-se à parte topográfica inferior em relação às cordilheiras, sendo área passível de inundação, associada ao regime das cheias com alagamento sazonal (CUNHA, 1980).

A área estudada é banhada pelos rios Claro e Novo com área de 55,6 ha (Tabela 1), localizados a leste dos pontos de coleta, afluentes da margem esquerda do rio Bento Gomes. Os rios possuem padrão meandrante, com presença de ilha formada pela atividade fluvial. É uma área com diferentes tipos de padrões de áreas inundáveis, influenciada pelas pequenas cotas de elevação (ALVARENGA et al., 1984, p. 3258-3271). Destaca-se, também, como contribuinte à inundação, a presença de solos predominantemente mais argilosos e com altos teores de silte, provocando um selamento superficial. As inundações são anuais-sazonais, período de dezembro a abril, resultantes do desvio do excesso de água presente na calha dos rios para os campos de inundação contribuindo para a deposição dos sedimentos e fertilizando os solos, outra parte é armazenada nas baías.

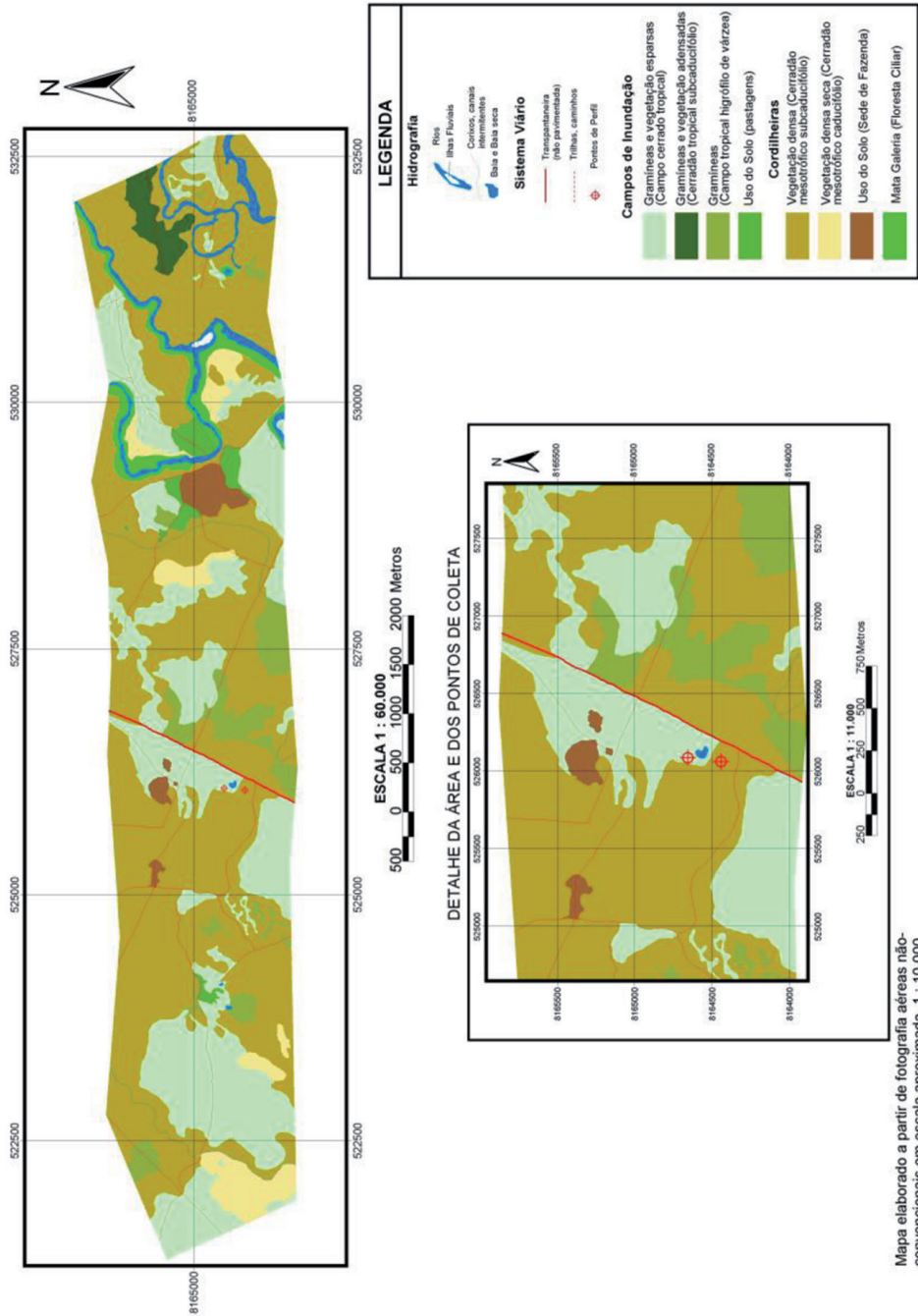


Figura 2 - Visão geral da área mapeada e dos pontos de coleta dos perfis de solo estudados

Mapa elaborado a partir de fotografia aéreas não-convencionais em escala aproximada 1 : 10.000

Tabela 1 - Composição dos estratos nos ambientes cordilheiras e campos de inundação no Pantanal de Poconé, Mato Grosso

Estratos	Composição	
	Área dos estratos ----- ha -----	Fração por estrado ----- % -----
<i>Partes altas/Cordilheira</i>		
Cerradão mesotrófico subcaducifólio	1084,82	54,46
Cerradão mesotrófico caducifólio	88,00	4,42
Uso do solo (Sede de fazendas)	31,19	1,57
<i>Total</i>	<i>1204,00</i>	<i>60,44</i>
<i>Depressão/Campo de inundação</i>		
Campo cerrado tropical	528,41	26,53
Cerradão tropical subcaducifólio	31,39	1,58
Campo tropical higrófilo de várzea	92,87	4,66
Uso do solo (Pastagens)	31,14	1,56
<i>Sub-total</i>	<i>683,82</i>	<i>34,33</i>
Baías com água	1,08	0,05
Baías sem água	0,12	0,01
<i>Sub-total</i>	<i>1,20</i>	<i>0,06</i>
Rios	53,60	2,69
Ilhas Fluviais	1,43	0,07
Floresta ciliar	47,94	2,41
<i>Sub-total</i>	<i>102,97</i>	<i>5,17</i>
<i>Total</i>	<i>787,99</i>	<i>39,56</i>
<i>Total geral</i>	<i>1992,00</i>	<i>100,00</i>

De modo geral, a presença da feição de relevo baías nas depressões da sub-região do Pantanal de Poconé é bastante reduzida, em função, principalmente, da sua posição mais elevada e maior inclinação leste/oeste (ALVARENGA, et al., 1984, p. 3258-3271). Foi identificada uma pequena baía com água próxima ao ponto de coleta do perfil CiP2 (Campo de inundação periódica), apresentando contorno pouco definido. A vegetação em torno é gramínea, que pode contribuir para evitar a evaporação durante a estiagem, por serem perenes.

Pequenos cursos d'água intermitentes, denominados corixos, foram identificados na depressão ou nas áreas mais baixas das partes altas. São feições pouco profundas e relativamente estreitas, apresentam com vegetação marginal do tipo mata de galeria. Tem como característica, o transporte de sedimentos durante o período de cheia e vazante e, funcionam ainda como corredores de migração para diversas espécies de peixes (ALVARENGA et al., 1984, p. 3258-3271).

As áreas de coleta dos perfis relacionam-se aos depósitos fluviais e fluviolacustres, caracterizando-se como sedimentos aluviais predominantemente argilosos, argila-arenosos e sílticos, inconsolidados e semiconsolidados de idade Pleistocênica/Quaternária da Formação Pantanal (BARROS et. al., 1982, p25-192). A geologia local sofre influência direta da geologia localizada ao norte, principalmente, da Baixada Cuiabana composta por quartzitos, xistos, filitos, argilitos dentre outras, do Grupo Cuiabá do Pré-Cambriano Superior.

O clima da região está enquadrado no tipo Aw (tropical de savana, inverno seco e verão chuvoso) da classificação de Köppen. A precipitação média anual situa-se em torno de 1000 a 1200 mm, ocorrendo em dezembro e fevereiro os maiores índices de precipitação pluviométrica (TARIFA, 1986, p. 9-27). O balanço hídrico (Precipitação-Evapotranspiração) dos solos da região mostra um déficit hídrico de abril a outubro, mas um excesso de água de novembro a abril.

O déficit hídrico está diretamente relacionado à posição topográfica deprimida e às altas temperaturas, apresentando médias superiores a 27°C, no período de verão de novembro a fevereiro, e superiores a 18°C nos meses mais frios. Nos meses de junho a agosto, acontecem migrações de massas frias provenientes do sul, através do Pantanal, fazendo com que a região alcance temperaturas inferiores a 10°C (GARCIA, 1984).

Interpretação morfológica do solo

O quadro 1 apresenta as características morfológicas dos dois perfis estudados, em que pode constatar a presença de horizontes Bt e Btg nos perfis CoP1e CiP2. A presença desses horizontes indica translocação de argila dos horizontes superiores para os inferiores por processo de eluviação, tipos dessas classes de solo (EMBRAPA, 2006).

Quadro 1 - Características morfológicas dos perfis de solos CoP1 (Ambiente Cordilheira) e CiP2 (Ambiente Campo de Inundação Periódica), no Pantanal de Poconé, Mato Grosso

Hor.	Prof. cm	Situação ⁽²⁾	Drenagem ⁽³⁾	Cor úmido (Munsell)	Estrutura ⁽⁴⁾	Consistência Úmido ⁽⁵⁾ Molhado ⁽⁶⁾	
Luvissoilo Hipocrômico Órtico planossólico - CoP1							
A	0-18	Co	MD	10YR 4/4	Fr/M, P, BS	F	PI e Pe
2Bt	18-51			5YR 4/4	F, M/G, Pr	F	PI e Pe
Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico - CiP2							
A	0-9	CiP	ID	10YR 5/2	F, M, BA	F	PI e Pe
Btg1	9-26			10YR 4/1	F, M, BA/BS	MF	MPI e Mp

⁽¹⁾ Descrição morfológica, segundo Lemos e Santos (1996). ⁽²⁾ Situação - posição do perfil na paisagem: Co - topo de elevação do terreno e CiP - parte baixa do terreno. ⁽³⁾ Drenagem: MD - moderadamente drenado, ID - imperfeitamente drenado. ⁽⁴⁾ Estrutura: grau de desenvolvimento (M - moderado, Fr - fraca, F - forte), tamanho (M - média, G - grande, P - pequeno), tipo (BS - bloco subangular, BA - bloco angulares, Pr - prismática). ⁽⁵⁾ Consistência no estado úmido: F - firme, MF - muito firme. ⁽⁶⁾ Consistência no estado molhado: plasticidade (PI - plástico, MPI - muito plástico), pegajosidade (Pe - pegajoso, Mp - muito pegajoso).

O fato do solo do Campo de inundação periódica (CiP2) apresentar horizonte Btg, indica gleização era esperado devido sua posição, sendo ausência de cerosidade explicada pela inundação periódica (Figura 3 e Quadro 1).

O tipo de estrutura presente, quanto à forma, no solo CoP1 é a prismática e no solo CiP2 é a blocos angulares e subangulares, ambas em grau forte. A forma da estrutura está relacionada aos teores elevados de argila presente nos dois perfis, submetidos aos ciclos de umedecimento e secagem.

Os dados das descrições morfológicas mostram que o solo CoP1 apresenta-se moderadamente drenado, enquanto que o solo CiP2 apresenta-se imperfeitamente drenado, indicando que a drenagem dos ambientes Cordilheira (CoP1) e Campo de inundação periódica (CiP2) é de natureza restrita, o que está de acordo com a localização dos perfis em área de planície de inundação.

A distinção de drenagem entre os dois perfis explica as diferenças nas características morfológicas, em que o solo CoP1 apresenta nos horizontes 2Bt e 2BC matiz avermelhado, cerosidade fraca e presença de mosqueado. Nesse perfil há coexistência de mosqueado pouco e disperso e cerosidade fraca no horizonte 2BC, sugerindo que a origem deste seja devido à maior presença do lençol freático oscilante em tempos subatuais.

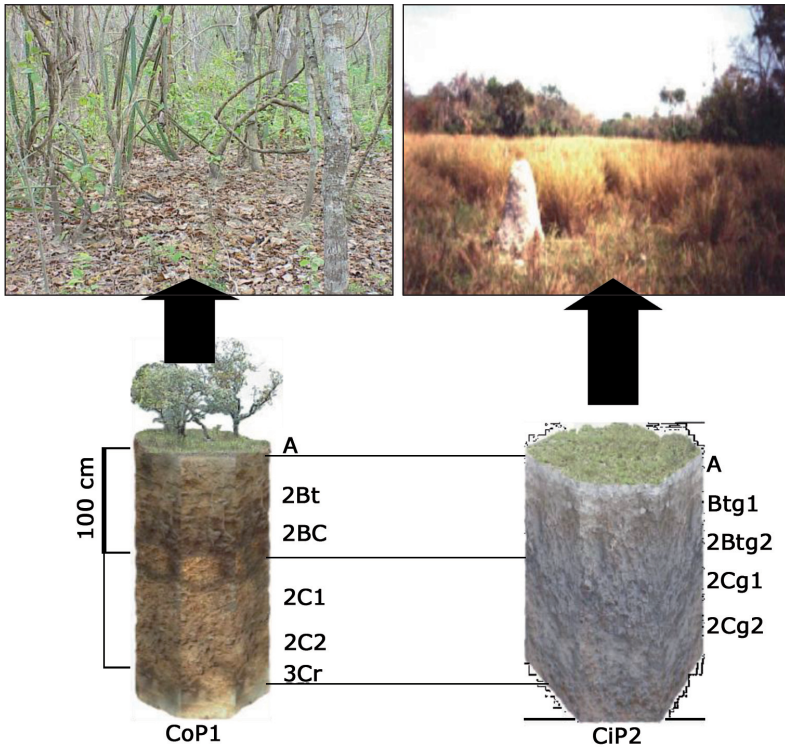


Figura 3 - Paisagem de ocorrência e caracterização dos perfis de solos, CoP1 Luvissoilo Hipocrômico Órtico planossólico (Cordilheira) e o CiP2 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico (Campo de inundação periódica)

Essas feições morfológicas não foram observadas no perfil CiP2, com exceção do mosqueado. Esse perfil apresenta processos de gleização a partir do horizonte Btg1, indicando efeitos da redução do ferro, mostrando que neste perfil há maior presença do lençol freático. Essa diferença de drenagem, entre os dois solos, se deve à diferença de cota de aproximadamente 3 metros.

As cores dos solos vão também refletir a influência da presença de lençol freático elevado, onde o solo CoP1 apresenta maior variação de cor com matizes 5YR e 10YR e o solo CiP2 maior uniformidade, expressa pela constância do matiz 10YR. Os resultados mostram que o horizonte A do solo CoP1 apresenta-se escuro e amarelado, o que indica a presença da goethita, até mesmo em contraste com horizontes mais profundos que apresentam matizes mais vermelho e acinzentado, diferentemente ao que apresenta o solo CiP2 onde os horizontes, inclusive o A, apresentam-se mais gleizados.

Nesse solo a gleização constatada em campo era exterior a estrutura, caracterizando uma estrutura com grau forte, baixa porosidade e alta densidade. A distinção apresentada no processo de gleização mostra a ocorrência do pseudo-gleização no solo CiP2, o que está de acordo com a presença do gradiente textural e os altos teores de silte que favorecem o celamento superficial promovendo a inundação superficial com ocorrência do processo de gleização de cima para baixo.

Características físicas

As características físicas dos solos CoP1 e CiP2 (Tabela 2), apresentam textura variando de franco-argila-arenosa a muito argilosa. De modo geral a fração argila predomina sobre a fração silte, embora esta seja bastante expressiva. Essa é uma tendência dos solos da sub-região do Pantanal de Poconé (SBCS, 2002), resultantes da deposição de sedimentos em águas calmas.

Tabela 2 - Características físicas dos solos CoP1 (Ambiente Cordilheira) e CiP2 (Ambiente Campo de inundação periódica), no Pantanal de Poconé, Mato Grosso

Horiz.	Prof.	Ag	Af	s	r	s/r	ADA	G.F.	Ds	Dp	PT	AE	C.T.
--- cm ---		g kg ⁻¹						-- % --	-- g cm ⁻³ --		--- m ³ m ⁻³ ---		
----- CoP1 – Luvisolo Hipocrômico Órtico planossólicos -----													
A	0-18	6	22	43	29	1,5	10	66	1,34	2,65	49,4	0,19	franco-argilosa
2Bt	18-51	1	3	40	56	0,7	34	40	1,45	2,87	49,5	0,29	argila-siltosa
2BC	51-100	1	2	48	49	1,0	40	18	1,46	2,72	46,1	0,31	argila-siltosa
2C1	100-119	0	1	24	75	0,3	66	12	1,46	2,71	46,1	0,46	muito argilosa
2C2	119-134	0	4	18	78	0,2	68	12	1,53	2,69	43,1	0,50	muito argilosa
3Cr	134-150+	13	37	27	23	1,2	16	30	1,94	2,58	24,9	0,15	franco-argilo-arenosa
----- CiP2 – Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico -----													
A	0-9	7	21	39	33	1,2	21	37	1,29	2,96	56,5	0,22	franco-argila-siltosa
Btg1	9-26	2	6	31	61	0,5	36	41	1,16	2,63	56,0	0,29	muito argilosa
2Btg2	26-53	5	25	28	42	0,7	26	38	1,30	2,78	53,4	0,21	argilosa
2Cg1	53-70	10	23	30	37	0,8	19	48	1,41	2,74	48,6	0,17	franco-argila-siltosa
2Cg2	70-90+	13	28	28	31	0,9	19	39	1,36	2,82	51,9	0,21	franco-argilosa

Horiz.	Prof.	Ag	Af	s	r	s/r	ADA	G.F.	Ds	Dp	PT	AE	C.T.
--- cm ---		g kg ⁻¹						-- % --	-- g cm ⁻³ --		--- m ³ m ⁻³ ---		
----- CoP1 – Luvisolo Hipocrômico Órtico planossólicos -----													
A	0-18	6	22	43	29	1,5	10	66	1,34	2,65	49,4	0,19	franco-argilosa
2Bt	18-51	1	3	40	56	0,7	34	40	1,45	2,87	49,5	0,29	argila-siltosa
2BC	51-100	1	2	48	49	1,0	40	18	1,46	2,72	46,1	0,31	argila-siltosa
2C1	100-119	0	1	24	75	0,3	66	12	1,46	2,71	46,1	0,46	muito argilosa
2C2	119-134	0	4	18	78	0,2	68	12	1,53	2,69	43,1	0,50	muito argilosa
3Cr	134-150+	13	37	27	23	1,2	16	30	1,94	2,58	24,9	0,15	franco-argilo-arenosa
----- CiP2 – Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico -----													
A	0-9	7	21	39	33	1,2	21	37	1,29	2,96	56,5	0,22	franco-argila-siltosa
Btg1	9-26	2	6	31	61	0,5	36	41	1,16	2,63	56,0	0,29	muito argilosa
2Btg2	26-53	5	25	28	42	0,7	26	38	1,30	2,78	53,4	0,21	argilosa
2Cg1	53-70	10	23	30	37	0,8	19	48	1,41	2,74	48,6	0,17	franco-argila-siltosa
2Cg2	70-90+	13	28	28	31	0,9	19	39	1,36	2,82	51,9	0,21	franco-argilosa

Ag – areia grossa; Af – areia fina; s – silte; r – argila; ADA – argila dispersa em água; GF – grau de flocculação; Ds – densidade do solo; Dp – densidade de partícula; PT – porosidade total; AE – equivalente de umidade; CT – classe textural.

As variações de textura observadas podem ser explicadas por variações litológicas, tipicamente observadas nesses ambientes devido à variabilidade do material de origem, decorrentes de condições climáticas subatuais apresentando flutuações do seco para o úmido Ab' Saber (1988, p. 9-57), evidenciadas pela elevada variabilidade da relação silte/argila.

A distribuição da fração argila nos dois solos caracteriza a gradiente textural típico dos solos com B textural e confere ao solo CiP2 o caráter argissólico no 4º nível categórico (EMBRAPA, 2006).

A maior presença da fração argila dispersa nos solos pode ser explicada pelo uma maior presença de Na^+ e, ou Na^+ e Mg^{2+} trocáveis que promovem uma maior expansão da dupla camada difusa, o que diminui também a estabilidade da estrutura deste solo (UEHARA; GILLMAN, 1981). Maiores valores de argila floculada observados no solo CiP2 estão de acordo com o tipo de argila presente mesmo, tipo esmectita, e com a presença de lençol freático elevado, intensificando os ciclos de umedecimento e secagem, o que favorece uma maior expansão/repressão da dupla camada difusa.

A variabilidade das frações granulométricas pode, também, explicar a densidade dos solos, contribuindo para um melhor rearranjo das partículas dos solos, diminuindo os espaços porosos, quando mais densas. Observa-se que embora a densidade dos solos seja elevada e, portanto, apresentam porosidade baixa, não há erosão aparente, o que pode ser explicado pelo relevo plano e uma boa cobertura dos solos.

Os resultados do equivalente de umidade indicam uma variação diretamente relacionada aos teores de argila o que promove uma maior microporosidade (MANTOVANI, 1987, p. 52-55).

De modo geral, pode-se inferir que as características físicas dos solos são diretamente influenciadas pela variação do material de origem, os elevados teores de argila e silte, variabilidade da relação silte/argila entre os horizontes, os valores elevados de densidade do solo e a baixa porosidade. Portanto, permite inferir que os solos estudados apresentam baixa taxa de infiltração e pequena capacidade de armazenamento de água, o que significa a ocorrência de inundação no período chuvoso e stress hídrico no período seco.

Características químicas

O resultado da caracterização química dos solos CoP1 e CiP2 são apresentados na tabela 3. Na interpretação dos resultados utilizaram-se os critérios adotados pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 5ª Aproximação (ALVAREZ et al., 1999).

- pH, alumínio trocável e saturação por alumínio

Os valores de pH observados nos solos (Tabela 3), são condizentes com condições de hidromorfismo a que estão sujeitos os solos, conseqüência da reação de redução que tende a elevar o pH (PONNAMPERUMA, 1972; LINDSAY, 1979, p. 24-29), o que está de acordo com a tendência de maiores valores nos horizontes subsuperficiais, onde há maior influência da presença de lençol freático elevado.

Os valores inferiores de pH em KCl, em relação àqueles obtidos na água, caracterizam a carga líquida negativa dos solos, indicando o predomínio de minerais de argila silicatados na composição mineralógica dos dois solos.

Os teores de alumínio trocáveis (Al^{+3}) desses solos são bastantes elevados e muito variáveis entre os horizontes, constituindo-se no principal íon do complexo de troca, o que imprime aos solos o caráter álico, onde a saturação com alumínio é geralmente, superior a 50%. Esses resultados são coerentes com os publicados pela SBCS (2002) e sugerem estudos mais específicos sobre o comportamento do alumínio nos ambientes pantaneiros.

Tabela 3 - Características químicas dos solos Cop1 (Ambiente Cordilheira) e CIP2 (Ambiente Campo de Inundação Periódica), no Pantanal de Poconé, Mato Grosso

Horiz.	Prof. -- cm --	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	T	t	AFA ⁽¹⁾	V	m	PST ⁽²⁾	P		C	N	C/N	
		H ₂ O	KCl													disp.	rem				P ₂ O ₅ ⁽³⁾
----- Cop1 - Luvisolo Hipocrômico Órtico planossólicos -----																					
A	0-18	4,9	4,8	0,8	0,9	0,18	0,13	2,01	2,3	8,6	4,3	30	24	53	1,5	2,8	26,4	0,15	1,17	0,23	5,2
2Bt	18-51	5,4	4,3	0,6	3,7	0,08	1,30	5,68	9,0	19,5	14,7	35	29	61	6,7	0,3	22,4	1,21	0,30	0,15	2,0
2Bc	51-100	5,6	4,4	1,7	4,0	0,18	1,78	7,66	3,6	15,1	11,3	31	51	32	11,8	4,3	29,7	1,15	0,20	0,12	1,7
2C1	100-119	5,6	4,4	3,1	4,3	0,34	2,57	10,31	2,2	16,4	12,5	22	63	17	15,6	7,4	33,8	0,92	0,24	0,11	2,1
2C2	119-134	5,7	4,5	3,8	4,4	0,40	2,83	11,43	1,8	6,3	13,2	23	64	14	15,9	4,7	34,9	1,55	0,35	0,11	3,3
3Cr	134-150+	6,3	4,7	1,2	2,2	0,15	0,51	4,06	0,4	6,1	4,5	26	68	10	8,6	5,7	51,4	0,14	0,06	0,05	1,4
----- CIP2 - Gleissolo Héptico Tb Distrófico argilssólico -----																					
A	0-9	5,7	4,5	3,9	4,3	0,17	0,05	8,42	2,0	14,3	10,4	43	59	19	0,3	4,3	45,1	0,11	0,82	0,20	4,1
Btg1	9-26	5,4	4,7	1,7	0,8	0,09	0,07	2,66	5,6	11,9	8,3	20	22	68	0,6	1,4	6,9	1,09	0,62	0,22	2,9
2Btg2	26-53	5,2	4,7	0,8	0,4	0,06	0,08	1,34	5,6	9,9	6,9	23	14	81	0,8	3,6	10,5	0,11	0,33	0,14	2,3
2Cg1	53-70	5,6	4,8	0,7	0,5	0,05	0,09	1,34	3,5	6,9	4,8	18	19	72	1,3	0,9	13,0	0,05	0,16	0,05	3,3
2Cg2	70-90+	5,8	4,9	1,1	0,8	0,06	0,12	2,08	3,2	8,1	5,3	26	26	61	1,5	0,6	8,4	0,10	0,18	0,09	2,2

(1) Atividade de fração argila (AFA = T*100/argila)

(2) Porcentagem de saturação total (PST = 100*(Na⁺/T))

(3) Ataque sulfúrico

- Bases trocáveis e saturação de bases

Os teores e distribuição de bases trocáveis nos solos CoP1 e CiP2 são bem distintos e são, em geral, mais elevados no solo CoP1 (Tabela 3). Nesse solo há elevação dos teores em profundidade, principalmente de magnésio, exceto o horizonte 3Cr, o que mostra outro tipo de material depositado, assim como o horizonte A. Os dados corroboram a descontinuidade litológica e mostram que o material de origem da subsuperfície é mais rico em nutrientes, o que resultou no desbalanço da relação Ca/Mg e em níveis considerados baixo, o que foge completamente aos padrões normais.

No horizonte A do solo CiP2 são encontrados teores expressivos de bases trocáveis, o que está de acordo com a influência do ambiente de deposição, além do efeito do gradiente textural e da presença de altos teores de silte, favorecendo sua compactação/adensamento. Nesse caso, a estagnação superficial de água está favorecendo o acúmulo de bases, considerando que o relevo plano promove uma saída bastante lenta da água. Outro fator de influência é a prática de queimadas esporádicas, utilizadas no processo de renovação das pastagens que pode, também, contribuir para os teores expressivos de bases trocáveis no horizonte, sobretudo do potássio, o que mostra o papel que as queimadas têm na disponibilidade dos nutrientes através da mineralização brusca da matéria orgânica (COUTINHO, 1990, p. 22-31).

As variações encontradas nos valores da saturação de base (V%) nos dois solos estão relacionadas, além da presença da descontinuidade litológica, a fator ambiental como a presença de hidromorfismo, influenciado pelo relevo local plano e baixo. As variações nos dados indicam que a presença de diferentes níveis de hidromorfismo no ambiente, menor no ambiente Cordilheira e maior no ambiente Campo de Inundação Periódica, não corresponde, necessariamente, a maiores remoções das bases trocáveis. Assim, são ambientes exportadores, mas também conservadores, principalmente, ao observar que os solos não são muito desferrificados. Como consequência, ocorre uma maior saturação de bases (V%) em subsuperfície no solo CoP1 e em CiP2, apresentando os caracteres de endoeutrofismo e epieutrofismo, respectivamente.

De modo geral, os teores e distribuição de bases trocáveis e da saturação de bases (V%), presentes nos dois solos, estão relacionados à variabilidade litológica dos solos, considerando-se que os solos estudados são originados de sedimentos de natureza pelítica, mais ou menos ricos em nutrientes e mostram a influência do hidromorfismo, seja na sua remoção ou na acumulação.

- Teores e saturação em sódio

Os teores de sódio trocável no solo CoP1 (Tabela 3) são elevados e significativos em proporção aos demais cátions e aumentam em profundidade no solo CiP2, os teores apresentam-se baixos em todos os horizontes, embora com ligeira tendência de aumento em profundidade. Tal comportamento está relacionado à variabilidade do material sedimentar e a fatores climáticos, destacando-se a precipitação local baixa (1000 a 1200 mm/ano) e a presença de temperaturas superiores a 27°C, o que, aliado ao relevo plano, favorece a evapotranspiração, não permitindo que o efeito solubilizador da água seja mais eficiente.

Como consequência, observa-se que os valores obtidos para a porcentagem de saturação de sódio (PST) conferem ao solo CoP1 o caráter solódico, de acordo com a definição da EMBRAPA, (2006). Entretanto, não foi possível o seu enquadramento como nátrico nos critérios do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. O efeito da PST no mesmo solo torna-se mais evidente nos horizontes 2C1 e 2C2, onde os valores apresentam-se muito elevados, atingindo valores superiores a 15%, chegando à condição sódica (EMBRAPA, 2006).

- Fósforo

Os teores de fósforo disponível pelo método "Mehlich-I" são muito baixos nos dois solos (Tabela 3). Tomando os teores de Pt (fósforo total) e de P-rem (fósforo remanescente)

te), na interpretação da disponibilidade de fósforo, observa-se que os teores muito baixos de P-disp não se refletem na reserva de fósforo total (Pt do ataque sulfúrico) e nos teores de P-rem, os quais tendem a ser altos nos dois solos, mas na superfície destes, a reserva de fósforo total mostra-se com teores baixos, apesar da elevada proporção relativa de P-disp, o que evidencia o efeito da ciclagem.

Em relação à retenção do fósforo, observam-se variações, apresentando maior no solo CoP1 e menor no solo CiP2. Em ambos os solos, essa tendência ocorre em função do teor e, principalmente, do tipo de argila. Nesse caso, a maior retenção no solo CoP1 seria devida à influência dos óxidos de melhor cristalinidade e presença do mosqueado (NOVAIS, 1977; ALVAREZ, V. et al., 1990, p. 49-55), o que está de acordo com a sua menor desferrificação, em função da maior influência das oscilações do lençol freático.

De modo geral, observa-se que a dinâmica do fósforo mostra-se bastante singular, e pode ser entendida quando se leva em consideração o hidromorfismo e o ambiente em que ocorre, inicialmente, a redução e o fósforo que está fixado tende a ser liberado. O fósforo liberado é absorvido pelo fitoplâncton e passa a fazer, então, parte da biomassa. O fósforo presente na biomassa retornará ao solo pela decomposição, onde parte do fósforo tornará disponível e outra será fixada pelos óxidos de ferro (RESENDE, 1986). Na próxima enchente ocorrerá novo processo de redução e o fósforo fixado será novamente liberado retornando ao ciclo.

A dinâmica do fósforo mostra como consequência direta o enriquecimento do lençol freático com esse elemento. Informações em trabalhos publicados sobre a qualidade das águas da Bacia do Alto Paraguai (FIGUEIREDO et al., 1996, p. 107-130; MARQUES et al., 1997, p. 395-467), mostram que as médias da concentração de fósforo medidas em ambos os períodos do ano foram sempre elevadas. As médias estiveram acima do limite de 0,025 mg L⁻¹, estabelecido para as águas de classe II, conforme critérios da Resolução Conama nº 20/86 (CONAMA, 1992).

- Carbono orgânico

Os teores de carbono orgânico nos dois perfis (Tabela 3) são baixos a muito baixos e diminuem com a profundidade. Em geral, os resultados são similares àqueles publicados para os solos da sub-região do Pantanal de Poconé (SBCS, 2002). Entretanto, esperava-se encontrar maiores teores no solo CiP2, cuja posição favorece o maior acúmulo de carbono orgânico. A causa provável dos baixos teores de carbono orgânico, apresentado nos dois solos, pode ser atribuída à variação de água disponível durante o ano e às altas temperaturas. No trabalho de campo, realizado durante o período seco (julho), observou-se grande quantidade de biomassa não decomposta sobre o solo, sugerindo que o déficit hídrico afeta a atividade microbiana e, portanto, sua decomposição. Assim, a biomassa depositada permanece sobre o solo até o início do período chuvoso, época em que há maior disponibilidade de água e de fósforo que, juntamente com as altas temperaturas, favorecem uma maior atividade fotossintética que culmina em maior oxigenação da água, reduzindo o DBO (demanda bioquímica de oxigênio), o que permite a maior decomposição da matéria orgânica, não permitindo o seu acúmulo.

A relação C/N apresenta valores muito baixos nos dois perfis, o que se encontram dentro da faixa de normalidade para solos tropicais de drenagem mais restrita.

Para a classificação dos referidos solos, no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, considerando as suas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas do horizonte B diagnóstico, pode-se destacar as seguintes propriedades: 1) textura argilosa e espessura superior a 7,5 cm; 2) presença de gradiente textural; 3) presença de cerosidade, apenas no solo CoP1; 4) capacidade de troca catiônica de 19,5 cmol_c dm⁻³ para o solo CoP1 e 11,9 cmol_c dm⁻³ para o solo CiP2; 5) saturação de bases inferiores a 50%; 6) caráter álico; 7) caráter solódico, para o solo CoP1; e 8) argila de atividade alta no solo CoP1. Os horizontes superficiais enquadram-se por suas características de cor, espessura e teor de carbono orgânico, no tipo A moderado. Com relação ao horizonte subsuperficial, apresentam

horizonte B textural em função da espessura e presença de relação textural. A gênese do horizonte B, no solo CoP1, caracteriza o processo de podzolização com a presença da cerosidade e relação textural, e no solo CiP2 o processo de gleização com a ocorrência da redução, apresentando cores acinzentadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos foram classificados como Luvissole Hipocrômico Órtico planossólico, A moderado, textura argilosa, fase cerrado mesotrófico sobre cordilheira relevo plano (CoP1) e Gleissolo Háptico Tb Distrófico argissólico, A moderado, textura argilosa, fase cerrado mesotrófico sobre campo de inundação periódica relevo plano (CiP2).

Os solos CoP1, do ambiente Cordilheira e CiP2, do ambiente Campo de inundação periódica, estão situados na sub-região do Pantanal de Poconé, cujas características ambientais, tais como relevo, vegetação, material de origem e hidromorfismo caracterizam, até certo ponto são semelhantes. Entretanto diferem por sua gênese e posição topográfica, em que uma pequena variação de cota promove uma variação da intensidade do hidromorfismo é o principal fator pedogenético da diferença morfológica.

Os resultados das características morfológicas indicaram que o tipo de drenagem dos ambientes teve contribuição distinta na gênese dos solos, sendo a cor a propriedade que mais visivelmente evidenciou essa diferença, ocorrendo cores com matizes mais avermelhado no solo CoP1 e mais acinzentado no solo CiP2. O tipo de estrutura apresentada nos dois perfis, quanto à forma, prismática no solo CoP1 e em blocos angulares e subangulares no solo CiP2, ambas em grau forte, evidenciam o bom desenvolvimento pedogenéticos dos solos estudados. As características físicas dos solos estudados evidenciaram a presença de descontinuidades litológicas, o que é compatível com a variabilidade do material de origem sedimentar.

A presença de descontinuidades litológicas e o tipo de drenagem pobre ou às vezes impedida nos solos permitiram explicar a maioria das características morfológicas, físicas e químicas dos solos.

A variação de hidromorfismo entre os solos, associada à pequena diferença de cota, é fator de maior importância na pedogênese dos solos e, também, um dos principais critérios de diferenciação dos ambientes. A presença de características morfológicas, como horizonte B compacto e pouco permeável, em particular no solo CiP2, favorece a estagnação superficial da água que levou a ocorrência do pseudo-gleizamento.

A ocorrência de elevados teores de alumínio trocáveis em ambos os solos, mas a impossibilidade de enquadramento do caráter aluminico sugere a necessidade de reconhecimento deste caráter em níveis categóricos mais baixos, no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Considerando o conjunto das propriedades dos solos, pode-se avaliar que são pouco favoráveis às culturas de modo geral, principalmente, se envolvem práticas que alterem as condições atuais de equilíbrio dos ambientes.

Características como o desbalanço do complexo de troca presente nos dois solos, os elevados teores de alumínio trocável e os altos teores de sódio trocável, em especial, no solo CoP1, dificulta ainda mais o manejo. De fato, as limitações naturais e o apelo preservacionista dos órgãos ambientais, em relação ao Pantanal Mato-grossense, indicam que a alternativa mais adequada de uso desses solos seja como reserva natural e ecoturismo, devido menor interferência no equilíbrio natural dos ambientes.

Também é viável o uso como pastagens naturais, em particular aquelas presentes nos campos de inundação periódica, desde que obedeça a sua baixa capacidade de suporte,

sendo esta a opção mais viável para as condições de pecuária extensiva, considerada atividade histórica e com papel estratégico no desenvolvimento da região.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos Refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 9-57, 1988.
- ALVARENGA, C. J. S. 1984. Dobramentos da Faixa Paraguai na borda sudeste do Cráton Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG. 1984. p. 3258-3271.
- ALVAREZ, V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CATARUTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação de resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 5 aproximação. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.
- ALVAREZ, V. V. H.; FONSECA, D. M. Definição de doses de fósforo para a determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação. **R. bras. Ci. Solo, Campinas**. v.1, n.3 p. 49-55, 1990.
- BARROS, A M.; SILVA, R. H.; CARDOSO, O R. F. A; FREIRE, F. A; JÚNIOR, J. J. S.; RIVETTI, M.; LUZ, D. S.; PALMEIRA, R. C. B.; TASSINARI, C. C.G. Geologia. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 21 Cuiabá. **Levantamento de Recursos Naturais**, Rio de Janeiro: IBGE, v. 26, p. 25-192, 1982.
- BOGGAARD, O.K. Phase identification by selective dissolution techniques In: STTUCKI, J.W.; GOODMAN, B. A.; SCHWERTMANN, U. (Ed.). **Iron in Soils and Clays Minerals**. Dordrecht: Reidel Pub. Comp., 1988. p. 83-98.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções 1984-1991**. 4 ed. Brasília: SEMAM/CONAMA/IBAMA, 1992. 245 p.
- CONFFIN, D. E. A Method for the Determination of Free Iron in Soils and Clays. **Canadian Journal of Soil Science, Canadian** , v. 43, n. 1, p. 7-17, 1963.
- COUTINHO, L. M. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 68, p. 22-30. 1990.
- CUNHA, N. G. **Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa – UEPAE, 1980. 45 p.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. Análise química de solo (metodologia). **Boletim de Extensão**, Viçosa, n. 29, p. 1-17, 1991.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. Brasília: Embrapa. Produção de informações, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2ª versão, 2006. 412 p.
- FIGUEIREDO, D. M.; et al. Qualidade da água do Alto Paraguai, Estado de Mato-grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICO DO PANTANAL, 2., Corumbá, 1996. **Manejo e Conservação...** Corumbá: EMPRAPA Pantanal, 1996. p. 107-130.
- FRANCO, M. do S. M.; PINHEIRO, R. Geomorfologia. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá. **Levantamento de Recursos Naturais**, Rio de Janeiro: IBGE, v. 27, p.161-224, 1982.

- GARCIA, E. A. C. **O clima do Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa – UEPAE, 1984. 42 p.
- LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3 ed. Campinas: SBSC, 1996. 84 p.
- LINDSAY, W. L. **Chemical equilibria in soils**. New York: Wiley-Interscience, 1979. 449 p.
- MANTOVANI, E. C. Compactação do solo. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, p. 52-55, 1987.
- MARQUES, D. D.; LUIZ, F. C. Qualidade das águas e dos sedimentos. In: **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai** – PCBAP/Projeto Pantanal. Programa Nacional do Meio Ambiente. Brasília: PNMA. v. 3, p. 395-467. 1997.
- McKEAGUE, J. A.; DAY, J. H. Dithionite and Oxalate-Extractable Fe and Al as Aids in Differentiating Various Classes of Soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 1, p. 13-22, 1966.
- NOVAIS, R. F. **Phosphorus supplying capacity of previously heavily fertilized soils**. Raleigh: North Carolina State University, 1977. 153 p.
- PONNAMPERUMA, F. N. **The chemistry of submerged soils**. New York: Advances in Agronomy, 1972.. p. 24-29.
- RESENDE, S. B. **Levantamento de solo e uso atual, erosão e cobertura vegetal de três microbacias, no vale do rio Turvo Sujo com utilização de aerofotos não convencionais**. Viçosa – MG. UFU, 13 p. 1986.
- SBSC - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., RBMCSA, Cuiabá, 2002. **Guia da excursão técnica da XIV RBMCSA: UFMT...** Cuiabá: UFMT, 2002. 68 p.
- SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron Oxides. In: Dixon, J. B.; Weed, S. B. **Minerals in soil environments**. 2 ed. Madison: Soil. Sc. Soc. Of Am, 1989. p. 379-438.
- SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. **Methods of soil analysis**. Parte 3. Chemical methods. Madison: Soil Science Society American, 1996. p.1018-1020. (Soil Sci. Soc. Am. Séries, 5).
- TARIFA, J. R. O sistema climático do Pantanal da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., Corumbá – MS, 1984. **Anais...** Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p. 9-27.
- TEDESCO, M. J., VOLKWEISS, S. J., BOHEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS: Faculdade de Agronomia, 1985. 188 p.
- YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v.19, p. 1467-1476, 1988.
- UEHARA, G.; GILLMAN, G. **The mineralogy, chemistry, and physics of tropical soils with variable charge clays**. Boulder, Colorado: Westview Press, 1981. 170 p.

Recebido em maio de 2012

Revisado em agosto de 2012

Aceito em novembro de 2012