

Geoambientes no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, Brasil Geo-environments of the Abobral *Pantanal*, Mato Grosso do Sul, Brazil

Roberta Franco Pereira de Queiroz^I, Guilherme Resende Corrêa^I,
Frederico dos Santos Gradella^{II}, Gabriel Miranda Paranaíba Bernardes^I,
Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer^{III}, Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo^{IV}

^IUniversidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

^{II}Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil

^{III}Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil

^{IV}Museu Paraense Emílio Goeldi/MCTIC. Belém, Pará, Brasil

Resumo: A depressão do Pantanal está sujeita à inundação anual, alagando a maior parte da planície e criando enorme heterogeneidade de unidades da paisagem ou de geoambientes. O Pantanal do Abobral   uma sub-região que compõe o Pantanal. O estudo teve como objetivo caracterizar as unidades ambientais do Pantanal do Abobral, utilizando-se de atributos físico-químicos dos solos. A paisagem foi estratificada pelas condi es de hidromorfismo, fitofisionomia, relevo e solos. No Geoambiente Cordilheira,  rea não alagável, verificou-se ocorrência de conchas de caramujos enterradas no solo, o que influenciou na presença de Chernossolos. Esse Geoambiente apresentou os maiores estoques de C-org e de teores de fósforo disponíveis. A ocorrência de horizontes petrocálcicos nas Cordilheiras contribui para a deciduidade da vegeta o e para a estabilidade daquelas frente aos processos erosivos. Nos ambientes sazonalmente alagados, Lagoa Intermitente, Campo com Cambará e Corixo, ocorrem Planossolos de maneira generalizada, o que contribui para a manuten o de níveis temporários mais elevados do lençol freático, devido ao horizonte B plânico com caráter vértico.

Palavras-chave:  reas  midas. Unidades da paisagem. Atributos pedológicos. Fitofisionomia.

Abstract: The *Pantanal* basin is seasonally flooded, forming distinct landscape units or geo-environments. The Abobral *Pantanal* is one of the *Pantanal* sub-regions. This study aimed to report soil physic-chemical characteristics and evaluate soil-plant relations. We subdivided the landscape using hydromorphism, phytophysiognomies, relief, and soil conditions. In the *Cordilheira* geo-environment, a non-flooded area, the occurrence of snail shells buried in the soil was noted, inducing occurrence of Chernozems. This geo-environment showed higher levels of organic Carbon and available Phosphorus. The Petrocalcium horizon at *Cordilheira* contributes to vegetation deciduousness and to stability against erosion processes. In the seasonally flooded geo-environments, *Lagoa Intermitente*, *Campo com Cambará*, and *Corixo*, Planosols occur generally, which supports the maintenance of a higher water table due to a planic B horizon with vertic characteristics.

Keywords: Wetlands. Landscape units. Pedological attributes. Phytophysiognomy.

QUEIROZ, R. F. P., G. R. CORRÊA, F. S. GRADELLA, G. M. P. BERNARDES, C. E. G. R. SCHAEFER & M. L. P. RUIVO, 2017. Geoambientes no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 12(2): 277-291.

Autora para correspondência: Roberta Franco Pereira de Queiroz. Universidade Federal de Uberlândia. Rua Maria Dirce Ribeiro, 185 – Santa M nica. Uberlândia, MG, Brasil. CEP 38408-194 (robertafpqueiroz@gmail.com).

Recebido em 21/04/2017

Aprovado em 23/10/2017

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho Filho



INTRODUÇÃO

O Pantanal faz parte da bacia do alto Paraguai (BAP), que se estende como um grande anfiteatro: possui áreas entre 200 e 1.200 metros acima do mar, representadas pelos planaltos ao redor, e áreas no centro, entre 80 e 150 metros acima do nível do mar, constituídas pela depressão pantaneira (Alho, 2005). As enchentes anuais, característica marcante do Pantanal, são resultado do regime pluviométrico que ocorre na planície e também das águas que escoam dos planaltos. Até o fim do período chuvoso, a quantidade de água que chega ao rio Paraguai e a seus tributários é superior em relação à sua vazão; por causa da baixa declividade do rio, ocorre um barramento natural do fluxo, que se acumula planície acima, iniciando o pulso de inundação. Sendo assim, cada região pantaneira possui um regime de inundação em tempo diferente, ocorrendo primeiro no norte e mais tarde no sul (Gradella, 2008).

As atividades econômicas desenvolvidas nos planaltos refletem-se na planície de inundação. Principalmente a pecuária, a agricultura e a mineração promovem a retirada da vegetação nativa, com consequente erosão e compactação do solo, mencione-se também ações como o lançamento de dejetos não tratados, o escoamento de produtos químicos, a pesca e a caça ilegais, que deterioram progressivamente os diversos *habitats* do Pantanal (Alho, 2008).

A variação de ambientes terrestres e aquáticos define a distribuição de fauna e de flora, e o pulso de inundação permite o intercâmbio sazonal de sedimentos, nutrientes e organismos. Nessas condições, o Pantanal é uma região de enorme heterogeneidade de paisagens em diferentes condições ambientais e em diferentes épocas do ano, que, por sua vez, produzem grande variedade de *habitats* e suportam elevada diversidade de plantas e de animais (Nunes da Cunha & Junk, 2009).

Por meio da observação da paisagem, é possível estratificá-la em diferentes unidades ou geoambientes que, entre si, possuem homogeneidade em relação a

determinados fatores (Dias *et al.*, 2002). Essas unidades ambientais podem ser agrupadas em diferentes escalas, sendo compreendidas como peças de um quebra-cabeça, que nunca se apresentam de forma independente. Quanto menor forem as subdivisões da paisagem, maior relevância adquirem as condições do solo frente aos aspectos climatológicos na estratificação do ambiente (Troll, 1997). Estudos anteriores (Dias *et al.*, 2002; Martins, 2004; Alkimin, 2009; Ferreira Júnior, 2009; Brandão *et al.*, 2010; Mendonça *et al.*, 2013) demonstram que as características pedológicas, geomorfológicas e de cobertura vegetal permitem a individualização de geoambientes com aspectos e dinâmicas próprios. Com efeito, os levantamentos pedológicos no Brasil vêm evidenciando uma estreita relação entre as classes de solo e o quadro fitofisionômico sobrejacente, servindo de guia na identificação de classes de solo no campo (Schaefer *et al.*, 2012).

A planície pantaneira é de origem sedimentar aluvial quaternária. O material de origem dos solos provém da Formação Pantanal, na maior parte da planície, de depósitos detríticos no limite com as áreas elevadas e de aluviões atuais encontrados em áreas de várzeas (Brasil, 1982). Tendo em vista que o Pantanal é uma depressão na qual sedimentos vêm sendo acumulados desde o período Quaternário, seus componentes da paisagem conservam transformações temporais e servem de testemunhos desses tempos passados (Troll, 1997; Alho, 2005).

A compartimentação das unidades da paisagem pantaneira, de acordo com Nunes da Cunha & Junk (2009), considera as paisagens não inundáveis, sazonalmente inundáveis e permanentemente inundáveis, as quais sofrem variações de nomenclatura e de dinâmica em todas as diferentes sub-regiões. Outra forma de compartimentar os geoambientes é utilizando o mosaico vegetacional, sendo, em sua maioria, composto por aquáticas, campos inundáveis, florestas ripárias, savanas (cerrado), cerradão, florestas semidecíduas e formações pioneiras monodominantes (cambarazal, canjiqueiral, entre outros) (Alho, 2008; Pott *et al.*, 2011).

Ainda não há uma compartimentação única dos geoambientes do Pantanal. Segundo Nunes da Cunha & Junk (2009), a diversidade de unidades da paisagem pantaneira é um desafio para cientistas e gestores da área. De fato, a região costumava ser chamada de 'complexo do Pantanal', um conceito preterido por Adámoli (1982), que resolveu usar 'mosaico' como termo mais apropriado – um mosaico ainda pouco conhecido cientificamente (Gradella, 2008). Em relação ao Pantanal do Abobral, trata-se de uma região de relevante interesse e com características peculiares, no entanto ainda muito pouco pesquisada (Lima, 2015).

O presente trabalho utilizou-se de atributos pedológicos para caracterizar unidades espaciais no Pantanal do Abobral, uma vez que o conhecimento aprofundado

dos vários estratos da paisagem é indispensável para o planejamento e a gestão de uma área tão sensível.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Silva & Abdon (1998), baseando-se nas informações de material de origem, solo, drenagem, vegetação e altimetria, organizaram o Pantanal em 11 sub-regiões: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Miranda, Aquidauana, Nabileque, Paraguai e Porto Murtinho. O Pantanal do Abobral é a menor delas, com 2.833 km² (Ravaglia *et al.*, 2010), e corresponde à planície de inundação comum dos rios Abobral, Miranda e Negro (Figura 1).

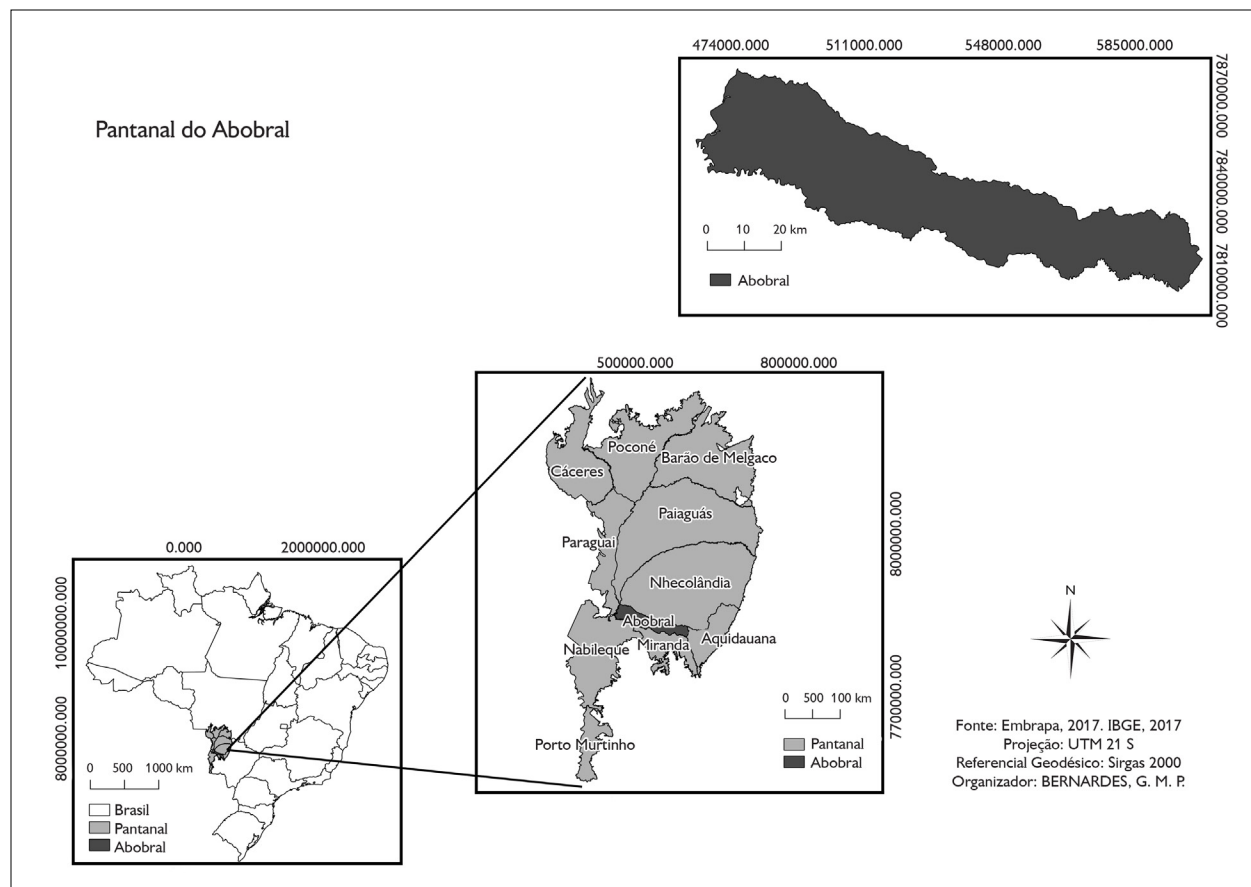
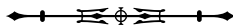


Figura 1. Localização do Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, Brasil.



A região ocupa uma faixa a oeste do estado do Mato Grosso do Sul, localizando-se entre as coordenadas 19° 17' 22,33" a 19° 32' 36,69" S e 56° 49' 22,05" a 57° 18' 31,54" W. O clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é Aw, clima típico de Savana. O período chuvoso ocorre de outubro a abril, sendo o mês de novembro o mais quente, com média de 27 °C, e julho o mais frio, com média de 21 °C (MMA, 2006).

O Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1982) delimitou as fitofisionomias da região em savana parque, fisionomia estritamente campestre e encontrada nas planícies inundáveis; savana gramíneo-lenhosa, formada por substrato graminoide, plantas lenhosas raquíticas e pequenas palmeiras; e savana estépica, com cobertura arbórea estépica, como plantas lenhosas, baixas e espinhosas. Cunha *et al.* (1985) adicionam, ainda, a fisionomia de mata semidecídua sobre Cordilheiras, com presença de palmeiras bacuri nas bordas.

Para a estratificação dos geoambientes, foram utilizadas compartimentações preliminares de Nunes da Cunha & Junk (2009) e de Rivaglia *et al.* (2010), que consideram aqueles ambientes permanentemente inundáveis, sazonalmente inundáveis e não inundáveis, definidos, portanto, basicamente pela variação altimétrica. Essas superfícies geomórficas formaram-se em função da drenagem errática e de erosão diferencial ao longo das inundações anuais.

Os ambientes amostrados foram: Cordilheira, unidade da paisagem mais elevada, inundável apenas em cheias extremas, situada de 1 a 1,5 metros acima do nível de inundação máxima, margeando as áreas

inundáveis como se fossem diques marginais (Soares *et al.*, 2003; Nunes da Cunha & Junk, 2009); as planícies e as depressões representam as paisagens sazonalmente inundáveis, sendo compostas por grandes extensões, que servem de canais de drenagem durante as cheias (aqui, são separadas em Campo, quando aplainadas, Lagoa Intermitente, quando de relevo negativo, e Corixo, quando de relevo côncavo e contínuo). A Tabela 1 sintetiza os ambientes no Pantanal do Abobral, com suas fitofisionomias predominantes, de acordo com a bibliografia consultada, indicando também as coordenadas geográficas dos pontos amostrados.

MÉTODOS

O período de coleta aconteceu em agosto de 2016, época de estiagem. Trincheiras foram abertas, com profundidade variável. Os solos foram descritos e amostrados conforme Santos *et al.* (2013) e IBGE (2015), e classificados de acordo com o "Sistema brasileiro de classificação de solos" (EMBRAPA, 2013). As cores dos horizontes foram determinadas por meio de comparação na caderneta de cores de Munsell Color Company (1994).

As amostras de solo foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha com 2 mm de abertura, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), submetidas a análises de acordo com os métodos descritos por EMBRAPA (2011). A análise textural foi realizada pelo método da pipeta, com utilização de agitação lenta de 50 rpm por 16 horas (Ruiz, 2005a) e determinação do silte por pipetagem (Ruiz, 2005b). O pH foi determinado em água e em solução de KCl 1 mol L⁻¹, em suspensão solo/solução

Tabela 1. Ambientes amostrados no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul. Fonte: adaptado de Brasil (1982) e de Cunha *et al.* (1985).

Perfil	Geoambiente	Fitofisionomia	Coordenadas (UTM – 21K)	
			E	S
P1	Cordilheira	Mata semidecídua	493505	7850586
P2	Lagoa Intermitente	Savana parque	493276	7850349
P3	Campo	Savana parque	493257	7850393
P4	Corixo	Mata semidecídua	493309	7850458



na proporção 1:2,5. Os cátions trocáveis foram extraídos por KCl 1 mol L⁻¹, quantificados por espectrometria de absorção atômica (Ca²⁺ e Mg²⁺) e por titulometria com NaOH (Al³⁺). O Na⁺, extraído com solução de acetato de amônio 1,0 mol L⁻¹ a pH 7,0, foi quantificado por fotometria de chama. A acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) foi extraída por acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e quantificada por titulometria com NaOH. O P disponível e K⁺ trocável foram extraídos pelo Mehlich-1, sendo P quantificado pelo método do ácido ascórbico, como descrito por Kuo (1996), e K⁺ determinado por fotometria de chama. Os micronutrientes Cu²⁺, Zn²⁺, Fe²⁺ e Mn²⁺ disponíveis foram extraídos pelo extrator Mehlich-1 e determinados por absorção atômica. O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado após a determinação do C orgânico, pelo método Walkley Black. A densidade (Ds) e o carbono total (C_t) em cada horizonte foram estimados utilizando-se o método proposto por Fidalgo *et al.* (2007).

Realizou-se uma análise de componentes principais (PCA) por meio do software *Canoco for Windows* (versão 4.5), com as variáveis químicas e físicas previamente padronizadas e centralizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Lima (2015), ao estudar o Pantanal do Abobral, aponta como solos mais comuns na região Gleissolos, Neossolos, Planossolos e Vertissolos. Os Planossolos são comuns em regiões mal drenadas e em planícies aluviais (Resende *et al.*, 2002; Buol *et al.*, 2011), sendo a classe de solo dominante nos Geoambientes sazonalmente inundáveis neste estudo, além de ocorrerem em 35% de todo o Pantanal (Fernandes *et al.*, 2007). O levantamento pedológico feito por Cunha *et al.* (1985) na região do Abobral classificou os solos das Cordilheiras amostradas em Calcissolos, seguindo a classificação da *Soil Taxonomy* (Hardy, 1970; USDA, 1975), afirmando que não havia correspondência com os solos até então descritos no Brasil. A classe dos Chernossolos no Pantanal, segundo levantamento da EMBRAPA feito em 2007 (Fernandes

et al., 2007), tem uma expressão muito pequena, abrangendo 87,21 km² da área total do Pantanal, que não corresponde nem a 1% do total, distribuída em fragmentos na planície pantaneira, mas sem ocorrência no Pantanal do Abobral.

Os Geoambientes foram hierarquizados de acordo com: 1) nomes regionais, caso representem ambientes com características próprias e distintas dos demais; 2) fitofisionomia, caso seja de fácil diferenciação no campo; 3) classe de solo, seguida da propriedade mais expressiva para separação na mesma ordem ou propriedade que mais influencie o Geoambiente. Seguindo essa lógica, foram identificados os seguintes Geoambientes: Cordilheira com floresta semidecídua sobre Chernossolo Petrocálcico; Corixo com mata inundável sobre Planossolo vertissólico; Campo com Cambará sobre Planossolo gleissólico; e Lagoa Intermitente sobre Planossolo eutrófico (Figura 2). As principais características foram sintetizadas na Tabela 2.

No solo da Cordilheira, a falta de estrutura bem desenvolvida foi o único requisito não satisfeito para a classificação do horizonte diagnóstico A chernozêmico (EMBRAPA, 2013), as demais propriedades seguem o enquadramento para a classe de Chernossolos (Tabela 3). Nos horizontes A, o teor de matéria orgânica, embora não muito elevado (Tabela 4), é responsável pelas cores escuras, já que a maior presença de grãos de quartzo provenientes da fração areia é facilmente pigmentada com matéria orgânica. Na profundidade média de 55 cm, há grande deposição de carapaças de caramujo (aragonita) e horizontes cimentados por carbonato, com cores mais claras a partir dos 60 cm de profundidade (Tabela 3). A translocação de carbonatos é um processo comum em Chernossolos e indica precipitação suficiente para lixiviar o composto para horizontes mais profundos (Buol *et al.*, 2011). O solo oferece boa drenagem, com raízes abundantes até o início dos horizontes cimentados. Nestes horizontes petrocálcicos, há pouca penetração de raízes, sendo também verificado nesse nível a presença de raízes calcificadas.



Figura 2. Perfil P1, Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico (A); Geoambiente de Cordilheira com mata semidecídua e presença de palmeira bacuri (B); perfil P2, Planossolo Háplico eutrófico vertissólico (C); Geoambiente Lagoa Intermittente com campo hidrófilo/higrófilo (D); perfil P3, Planossolo Háplico Distrófico arênico gleissólico (E); Geoambiente campo (savana gramíneo-lenhosa) com cambará (F); perfil P4, Planossolo Háplico eutrófico vertissólico (G); Geoambiente Corixo com mata ciliar semidecídua (H). Fotos: Guilherme Resende Corrêa.

Tabela 2. Características gerais dos Geoambientes amostrados no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul.

Compartimentos da paisagem	Unidades geoambientais	Pedoambientes	Fitofisionomia predominante
Não inundáveis	Cordilheira com floresta semidecídua sobre Chernossolo petrocálcico	Solos muito eutróficos, bem drenados, com acúmulo de carbonatos biogênicos	Floresta estacional semidecídua com presença de palmeira bacuri e estratos arbustivo e herbáceo esparsos
Sazonalmente inundáveis	Lagoa Intermitente sobre Planossolo eutrófico	Solo muito mal drenado, com horizonte B plânico, eutrófico	Campo hidrófilo/higrófilo com arbustos e macrófitas aquáticas
	Campo com Cambará sobre Planossolo gelissólico	Solo mal drenado, horizonte B plânico, distrófico	Savana gramíneo-lenhosa com ocorrência de cambarás de porte arbóreo
	Corixo com mata inundável sobre Planossolo vertissólico	Solo mal drenado, eutrófico, com caráter vértico	Mata ciliar arbórea fechada semidecídua com rara ocorrência de estratos arbustivo e herbáceo

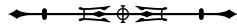
Tabela 3. Atributos físicos dos solos de diferentes Geoambientes no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul. Legendas: AG = areia grossa; AF = areia fina.

Horizonte (cm)	Cor		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	AG/AF	Textura
	Úmida	Mosqueados						
P1 - Cordilheira - Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico								
A (0-28)	10YR 2/2	-	7,8	51,4	11,8	29,0	0,15	Franco argilo-arenosa
A2 (28-39)	10YR 3/2	-	8,8	50,7	11,6	28,9	0,17	Franco argilo-arenosa
A3 (39-60)	10YR 4/2	-	10,6	51,7	12,6	25,1	0,21	Franco argilo-arenosa
Bkx (60-97)	10YR 6/4	-	15,5	56,5	11,9	16,0	0,27	Franco arenosa
Bkx2 (97-110 ⁺)	10YR 6/3	-	12,0	53,3	18,7	16,0	0,23	Franco arenosa
P2 - Lagoa Intermitente - Planossolo Háplico eutrófico vertissólico								
A (0-16)	10YR 4/2	-	9,8	69,1	13,8	7,3	0,14	Franca
AE (16-29)	10YR 4/2	-	11,1	68,4	13,3	7,2	0,16	Franca
E (29-45)	10YR 6/2	-	9,5	66,4	17,2	6,9	0,14	Franca
Btv (45-80 ⁺)	10YR 4/1	10YR 6/8	7,9	50,5	10,5	31,0	0,16	Franco argilo-arenosa
P3 - Campo com Cambará - Planossolo Háplico Distrófico arênico gleissólico								
A (0-39)	10YR 6/3	-	11,0	78,7	4,9	5,5	0,14	Areia
E (39-60)	10YR 7/3	10YR 6/8	8,8	78,6	7,5	5,0	0,11	Areia
Bt1 (71-75)	10YR 5/3	10YR 6/8	8,6	69,5	9,2	12,7	0,12	Franco arenosa
Bt2 (75-94)	10YR 5/2	10YR 6/8	8,9	66,5	2,7	21,9	0,13	Franco argilo-arenosa
E' (94-103)	10YR 7/2	10YR 6/8	8,9	79,0	2,6	9,5	0,11	Areia
B't (103-115 ⁺)	10YR 4/2	10YR 6/8	7,5	64,2	4,5	23,7	0,12	Franco argilo-arenosa
P4 - Corixo - Planossolo Háplico eutrófico vertissólico								
A (0-14)	10YR 5/4	-	10,4	65,0	5,0	19,6	0,16	Franco arenosa
Btv1 (14-24)	10YR 4/3	10YR 6/8	8,4	42,9	8,2	40,5	0,20	Argilo-arenosa
Btv2 (24-60 ⁺)	10YR 4/2	10YR 6/8	9,1	50,8	9,1	30,9	0,18	Franco argilo-arenosa



Tabela 4. Atributos químicos dos solos de diferentes Geoambientes no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul. Legendas: SB = soma de bases trocáveis; t = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = índice de saturação por bases; m = índice de saturação por alumínio; ISNa = índice de saturação por sódio; MO = matéria orgânica; P-rem = fósforo remanescente.

Horizonte (cm)	pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ¹⁺³	H+Al	SB	t	T	V	m	ISNa	MO	P-rem	Cu	Mn	Fe	Zn
	H ₂ O																			
P1 - Cordilheira - Chernossolo Réndzico Petrocálico típico																				
A (0-28)	8,1	92,7	176,0	11,3	7,5	1,6	0,0	0,2	9,6	9,6	9,8	98,0	0,0	0,5	3,0	36,5	0,1	22,4	0,7	0,3
A2 (28-39)	8,5	55,6	193,0	11,3	6,5	1,2	0,0	0,0	8,3	8,3	8,3	100	0,0	0,6	1,7	28,3	0,1	14,8	0,7	0,3
A3 (39-60)	8,6	7,8	22,1	201,0	5,4	1,0	0,0	0,2	7,0	7,0	7,2	97,2	0,0	1,5	1,4	24,2	0,1	3,7	0,0	0,1
Bkx1 (60-97)	9,9	8,4	34,0	153,6	2,5	0,3	0,0	0,2	8,2	8,2	8,4	97,6	0,0	1,7	1,6	12,7	0,1	19,9	1,1	0,3
Bkx2(97-110 ⁺)	9,9	8,5	14,7	170,6	42,5	2,1	0,3	0,0	8,7	8,7	8,7	100	0,0	2,1	1,3	13,7	0,1	10,0	0,0	0,0
P2 - Lagoa Intermitente - Planossolo Háptico eutrófico vertissólico																				
A (0-16)	6,0	4,4	1,6	22,0	6,2	1,4	0,2	0,0	2,3	1,7	1,7	4,0	41,9	0,0	1,4	41,0	1,5	25,8	205,9	0,5
AE (16-29)	5,5	4,0	0,3	18,0	3,2	0,8	0,1	0,1	1,9	1,0	1,1	2,9	34,7	9,0	1,4	45,8	1,2	11,2	147,7	0,3
E (29-45)	5,9	4,2	0,3	13,0	7,2	0,7	0,1	0,0	1,6	0,8	0,8	2,4	33,6	0,0	1,3	48,0	0,8	7,9	91,6	0,3
Btv (45-80 ⁺)	6,6	4,1	0,0	49,0	135,1	7,9	2,5	0,1	2,1	11,0	11,1	13,1	84,0	0,9	0,4	27,0	1,8	6,3	14,5	0,1
P3 - Campo com Cambará - Planossolo Háptico Distrófico arênico gleissólico																				
A (0-39)	5,6	4,1	0,3	35,0	0,0	0,7	0,2	0,0	2,3	0,9	0,9	3,2	27,9	0,0	1,3	42,3	0,9	12,4	155,4	0,3
E (39-60)	5,7	4,2	0,1	19,0	0,0	0,6	0,1	0,1	1,6	0,8	0,9	2,4	32,2	11,6	1,4	44,0	0,7	6,5	170,5	0,2
Bt (71-75)	5,4	3,9	0,2	49,0	0,2	0,8	0,4	3,2	5,5	1,3	4,5	6,8	18,9	71,6	1,7	16,5	1,4	2,5	109,4	0,2
Bt2 (75-94)	5,5	4,1	0,0	69,0	2,2	1,3	1,0	5,0	8,4	2,5	7,5	10,9	23,1	66,4	1,8	8,6	1,6	1,9	29,6	0,2
E' (94-103)	5,8	4,2	0,0	30,0	0,2	0,8	0,5	1,3	2,1	1,4	2,6	3,5	39,5	48,1	0,8	30,4	0,8	1,4	27,7	0,2
B't (103-115 ⁺)	5,9	4,2	0,0	91,0	6,2	3,8	3,3	1,2	3,2	7,4	8,5	10,6	69,7	13,7	1,4	15,7	1,1	4,8	44,0	0,3
P4 - Corixo - Planossolo Háptico eutrófico vertissólico																				
A (0-14)	5,3	3,9	0,9	161,0	2,2	3,5	1,1	0,9	6,4	4,9	5,8	11,3	43,6	15,1	1,7	21,7	1,9	64,3	385,3	1,3
Btv1 (14-24)	5,1	3,5	0,0	122,0	41,5	5,3	2,2	2,8	7,6	8,0	10,8	15,6	51,1	26,3	1,0	11,4	0,4	111,6	245,8	0,4
Btv2 (24-60 ⁺)	6,2	4,2	0,8	66,0	70,6	6,9	3,6	0,3	2,9	10,9	11,2	13,8	79,0	2,6	1,0	21,0	1,1	24,5	48,5	0,2



A planície de inundação funciona como área de armazenamento temporário e de lento escoamento (Paz *et al.*, 2010), configurando-se como uma paisagem estável o suficiente para formação de Planossolos (Buol *et al.*, 2011). O hidromorfismo sazonal confere a P2, P3 e P4 predomínio de cores mais neutras, típicas de ambiente redutor (Coringa *et al.*, 2012). A translocação de material mais fino dos horizontes superiores acumulando-se no horizonte B é favorecida pela matriz arenosa do material de origem, a Formação Pantanal, apresentando, assim, teores bem mais significativos de argila nos horizontes B, além de possível neoformação de argilas em subsuperfície. O ambiente relativamente rico em elementos como Fe, Al, Ca, Mg, Na, K e Si, em conjunto com o lençol freático elevado e com ambiente com pouca lixiviação, favoreceria a gênese de argilas, especialmente as do tipo 2:1. Nessas condições, também ocorre perda seletiva de argila e alternância dos estados de oxidação e de redução do ferro, responsáveis pelos mosqueados, encontrados em maior profundidade nos três ambientes sazonalmente inundáveis (Couto *et al.*, 2017).

A relação areia grossa/areia fina (AG/AF) é ligeiramente maior na Cordilheira, demonstrando maiores teores de areia grossa, ao contrário dos Geoambientes sazonalmente inundáveis nos quais predomina relação AG/AF mais baixa (Tabela 3). Na Cordilheira, houve ainda tendência de aumentar a relação AG/AF em profundidade, um padrão não observado nas demais unidades, indicando processo errante de sedimentação, com climas distintos ou evidenciando fontes de sedimentos diferentes. A planície de inundação, em seu lento escoamento, permitiu a decantação de partículas mais finas suspensas. Isso possibilita inferir que o processo de sedimentação foi distinto nos Geoambientes atualmente inundáveis, havendo seleção de materiais mais finos na planície de inundação, enquanto nas Cordilheiras o material é ligeiramente mais grosseiro e menos selecionado. Nos Corixos, há maior arraste de partículas, devido à sua condição de dreno na paisagem.

São por eles que nos períodos de vazante a água dos ambientes alagados escoam em direção aos rios.

As cordilheiras representam o único refúgio para a fauna em épocas de cheia, convergindo para esse ambiente processos bióticos que favorecem a concentração de nutrientes (Cunha *et al.*, 1985). A Cordilheira (P1) teve destacadamente maiores valores de pH e teores de Ca, K e P mais elevados em relação aos demais Geoambientes (Tabela 4). Os teores de Ca e P em P1 (Tabela 4) são influenciados pela ocorrência abundante de caramujos, atualmente percebidas pelas numerosas carapaças enterradas no perfil e pelo horizonte petrocálcico, que reduz a lixiviação. Esse solo, melhor drenado, proporciona um ambiente oxidante, que favorece a ação dos microrganismos na ciclagem da matéria orgânica, fator que também lhe permite comportar maior biomassa vegetal (Cunha, 1980).

A presença abundante de fezes de gado nas cordilheiras é um fato recorrente na região do Abobral, onde o uso do solo restringe-se à pecuária. Nos meses de cheia, o gado ocupa estes espaços, que, progressivamente, estão sendo desmatados e substituídos por forrageiras (Cunha *et al.*, 1985). Outro aspecto típico das cordilheiras do Abobral é a ocorrência da palmeira Bacuri, espécie indicadora de solos férteis.

Nos Geoambientes inundáveis (Lagoa Intermitente (P2), Campo com Cambará (P3), e Corixo (P4)), os cátions trocáveis (K^+ , Na^+ , Mg^{+2} e Ca^{+2}) possuem teores menores nos horizontes mais arenosos e superficiais, sendo retidos nos horizontes mais argilosos, acompanhando o aumento da capacidade de troca catiônica (T) nos horizontes B texturais (Bt), uma característica comum nos Planossolos (Tabelas 3 e 4).

Os Geoambientes sazonalmente inundáveis apresentaram maiores valores de acidez potencial ($H+Al$), com maior participação dos íons de H^+ e Al^{3+} nos sítios de troca das argilas. O Campo com Cambará (P3) apresentou os teores mais elevados de Al^{3+} (Tabela 4). Assim, esse Geoambiente apresentou a maior saturação por alumínio ($m = 35\%$, valor médio)

e o menor valor de saturação por bases ($V = 35\%$, valor médio), sendo o Geoambiente mais distrófico em relação aos demais. Na Cordilheira, os altos valores de pH tornam Al^{3+} indisponível, estando, portanto, ausente do complexo de troca (Tabela 4).

O Geoambiente Corixo com matas inundáveis (P4) é caracterizado por matas sujeitas à severa inundação sazonal ao longo de um canal de drenagem, com solo mal drenado e fitofisionomia mais aberta e de menor porte, se comparada às florestas de Cordilheiras. O ambiente de maior estagnação de água, com menor lixiviação e maior aporte de elementos solubilizados de solos do entorno, favorece a ocorrência de argilas 2:1, com características vérticas, como verificado na morfologia de P2 e P4. A presença de argilas de alta atividade resulta em maior capacidade de troca catiônica (Resende *et al.*, 2002), como verificado nos horizontes com caráter vértico de P2 e P4 (Tabela 4).

O valor mais elevado de pH na Cordilheira (P1) (Tabela 4) diminui a disponibilidade de íons metálicos, como Fe, Zn, Cu e Al (Silva & Mendonça, 2007). Os abundantes restos de caramujos incorporados ao solo e uma provável estabilização do P-Ca (Corrêa *et al.*, 2011, 2013) são responsáveis pelos maiores valores de P disponível, especialmente em superfície na Cordilheira. Além disso, a dinâmica do fósforo também está relacionada ao pH do solo e, de fato, houve mais P disponível nos solos de pH mais elevado, corroborando os resultados de Abreu *et al.* (2007), obtidos em solos de várzeas, e também os de Cunha (1985), que encontrou cordilheiras ácidas no Pantanal da Nhecolândia deficientes em fósforo e com baixos níveis de nutrientes. O fósforo remanescente (P-rem) teve tendência de diminuir em profundidade em todos Geoambientes, em parte devido ao processo de podzolização e a conseqüentes maiores quantidades de argila em subsuperfície.

Em relação à formação vegetal, para a maioria das plantas um ambiente saturado por água torna-se restritivo, gerando um gradiente vegetacional em que elementos herbáceos ocupam áreas de pior drenagem e menor

altitude, e elementos arbóreos, os pontos mais altos e livres de inundação. Cunha *et al.* (1985), no entanto, já classificavam o Pantanal do Abobral como possuidor de baixa diversidade florística, característica herdada das matas calcárias e atribuída também ao ambiente edáfico seletivo.

O cálculo do carbono total (C_t em kg/m^2) em horizontes superficiais (horizontes A) e subsuperficiais (horizontes B) não incluiu os horizontes transicionais E (Tabela 5). A Cordilheira apresentou os maiores valores de C_t , tanto em horizontes superficiais quanto subsuperficiais em relação aos demais Geoambientes. A maior biomassa desse Geoambiente (floresta estacional semidecídua), juntamente com os teores elevados de Ca^{+2} que contribuem para a estabilização do C-org, são os principais responsáveis pelos teores mais elevados de C-org, e uma característica do processo de formação dos Chernossolos. Na planície de inundação, o Geoambiente Campo com Cambará (P3) foi o que apresentou maior teor de C_t (Tabela 5), uma vez que o abundante sistema radicular das gramíneas, predominantes nesse ambiente, favorece o acúmulo de carbono em superfície (Moreira & Siqueira, 2006).

O processo de podzolização, comum nos solos de áreas inundáveis no Pantanal do Abobral, contribui para os teores elevados de C_t em subsuperfície (Tabela 5). O nível elevado do lençol freático em boa parte do ano é outro fator relevante para o acúmulo e a manutenção dos valores de C-org do solo. Tudo indica que a estabilização do C-org possui relevante afinidade com os regimes anuais de cheias, característica esta que torna essa região muito suscetível às variações ambientais no que se refere ao sequestro de C-org pelo solo.

A análise de componentes principais (PCA) agrupou os Geoambientes ao longo do eixo 1; o primeiro eixo explicou 31% e o segundo eixo, 24% da variação das propriedades dos solos de cada Geoambiente (Figura 3). Os diferentes símbolos representam os Geoambientes conforme a legenda; o comprimento dos vetores indica a relevância dos parâmetros na organização.

Tabela 5. Carbono orgânico (C-org) e estoque de carbono total (C_t) em horizontes superficiais e subsuperficiais nos diferentes Geoambientes no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul.

Geoambientes	Horizonte superficial			Horizonte subsuperficial		
	Espessura (cm)	C-org (g/kg)	C _t (kg/m ²)	Espessura (cm)	C-org (g/kg)	C _t (kg/m ²)
P1 Cordilheira	60	11,7	9,6	50	8,2	6,2
P2 Lagoa Intermitente	29	8,2	3,5	35	2,3	1,2
P3 Campo com Cambará	39	7,5	4,3	35	9,5	4,6
P4 Corixo	14	9,7	1,9	46	6,0	3,8

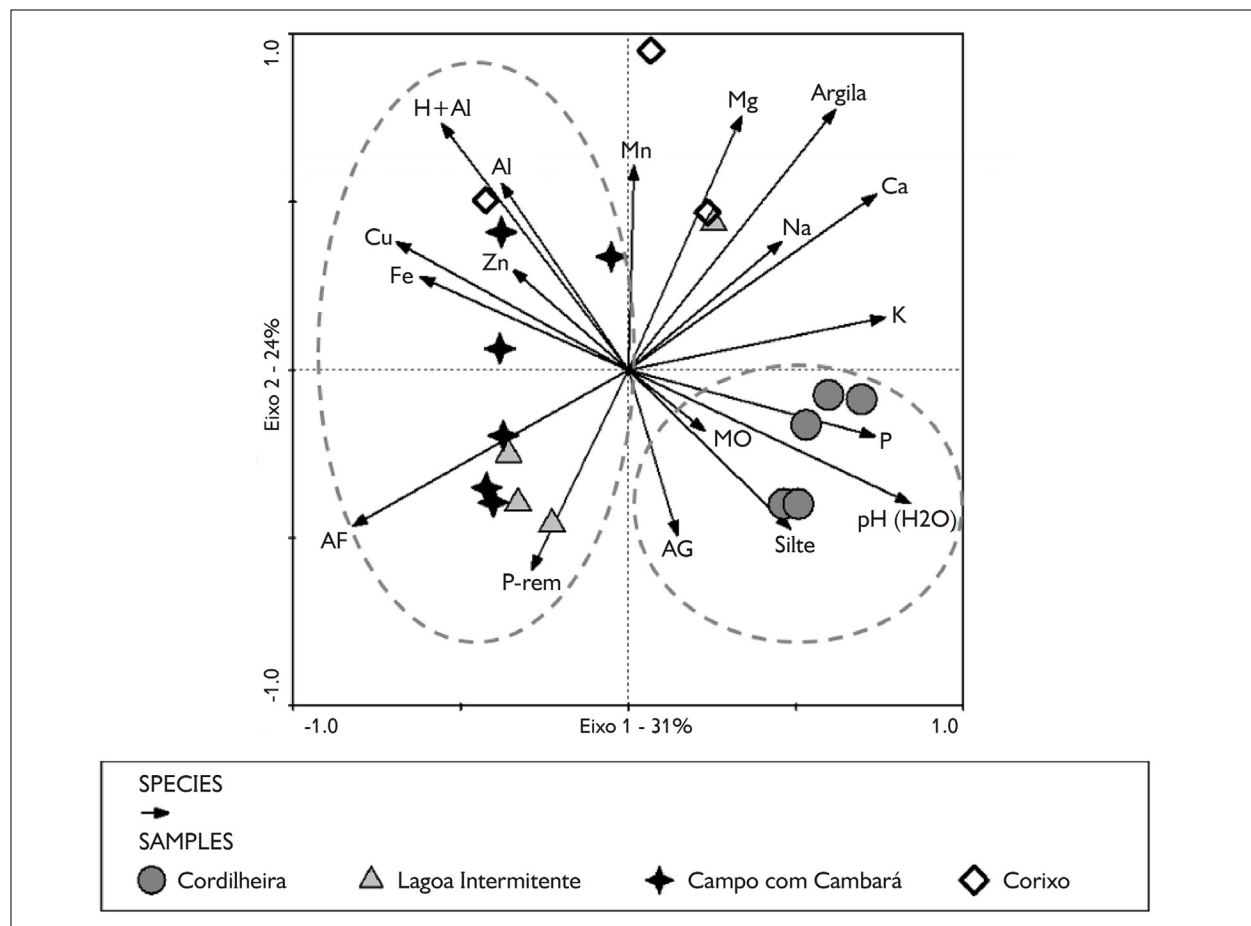


Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) de atributos pedológicos dos horizontes dos solos de diferentes Geoambientes no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul. Legendas: AG = areia grossa; AF = areia fina; MO = matéria orgânica; P-rem = fósforo remanescente.

Todos os horizontes do solo da Cordilheira concentraram-se à direita do eixo 1, na parte inferior da PCA, associados principalmente aos vetores de pH, P, silte, areia grossa e MO (Figura 3). A Cordilheira possui destacadamente

valores mais elevados de pH e P em relação aos demais Geoambientes (Tabela 4). A baixa mobilidade do P em solos tropicais indica que a fonte de P está diretamente associada a este Geoambiente, provavelmente ligado a fontes

biogênicas, com seus remanescentes ainda presentes na forma de carapaças de caramujos. Tal processo de acúmulo de P por fontes biogênicas assemelha-se ao verificado em sambaquis antrópicos por Corrêa *et al.* (2011, 2013). No caso das Cordilheiras, a parte interna dos caramujos, com tecidos ricos em P, é degradada inicialmente, liberando P para o solo, já a carapaça, formada por aragonita (carbonato de cálcio), degrada-se muito mais lentamente, sendo responsável pelo pH mais elevado.

O Geoambiente de Cordilheira com solos mais alcalinos e ricos em nutrientes assemelha-se a solos derivados de calcário da Serra da Bodoquena (Pereira *et al.*, 2012; Barros, 2013), o que permitiu certa similaridade florística entre essas duas regiões (Cunha *et al.*, 1985).

Os horizontes dos demais Geoambientes apresentaram uma distribuição mais difusa devido à natureza do Planossolo, com distinção marcante entre eles, concentrando-se à esquerda do eixo 1 da PCA (Figura 3). Os horizontes que se concentraram à direita na porção superior da PCA (Figura 3), representados pelos horizontes P2-Btv e P4-Btv2, apresentaram teores mais elevados de argila, juntamente com Mg, Na e Ca em relação aos demais horizontes dos solos dos Geoambientes estudados. A capacidade de troca catiônica mais elevada desses dois horizontes (Tabela 4) permitiu retenção maior desses elementos mais móveis. O caráter vértico presente em P2-Btv e P4-Btv2 é um indicativo de argilas do tipo 2:1, que possuem elevada superfície específica e densidade de carga negativa, além dos teores mais elevados de argila destes horizontes (Tabela 3), fatores que contribuem para a capacidade de troca catiônica mais elevada.

Na porção inferior à esquerda da PCA (Figura 3) estão concentrados horizontes de solos sazonalmente inundáveis, especialmente os superficiais dos Geoambientes Lagoa Intermitente e Campo com Cambará. Apenas dois vetores, areia fina (AF) e fósforo remanescente (P-rem), estão presentes neste grupo. AAF é a fração granulométrica dominante em todos os solos dos Geoambientes do Abobral (Tabela 3), tendo a sua maior concentração nos

horizontes superficiais dos Planossolos, com destaque para os horizontes P2-A, P2-AE, P2-E, P3-A, P3-E e P3-E'. A matriz arenosa, especialmente de areia fina, da Formação Pantanal, juntamente com o processo de podzolização, comum aos Geoambientes sazonalmente inundáveis do Abobral, favorece esses teores elevados de areia nos horizontes superficiais A, AE e E (Tabela 3). Os baixos teores de argila dos horizontes P2-E, P3-A, P3-E e P3-E' (Tabela 3) permitem pouca retenção de P e, por conseguinte, valores elevados de P-rem (Tabela 4).

Os horizontes que se agruparam à esquerda da parte superior da PCA (Figura 3) possuem os valores de pH mais baixos, além dos valores mais elevados de acidez potencial (H+Al), especialmente P3-Bt2 e P4-Btv1, em relação aos demais solos (Tabela 4). Devido ao pH mais ácido desses horizontes, os cátions metálicos estão mais disponíveis, pois são elementos cuja atividade é maior em ambientes mais ácidos e se tornam indisponíveis em pH mais elevados (Abreu *et al.*, 2007).

CONCLUSÃO

De acordo com os aspectos pedológicos, geomorfológicos e fitofisionômicos, o Pantanal do Abobral pode ser dividido em quatro Geoambientes: Cordilheira, Lagoa Intermitente, Campo com Cambará e Corixo. Com exceção do Campo com Cambará, os demais Geoambientes apresentaram solos eutróficos.

A classe dos Planossolos é a predominante, ocorrendo em todos os ambientes sazonalmente inundáveis. A Cordilheira é o único Geoambiente anualmente não alagável. Nela, ocorrem Chernossolos, mesmo que a litologia regional, a Formação Pantanal, seja constituída na sua quase totalidade por areias quartzosas. As abundantes carapaças de caramujos enterradas nos solos das Cordilheiras são apontadas como sendo o principal motivo de ocorrência de Chernossolos.

A ocorrência de Planossolos nos Geoambientes anualmente inundáveis Lagoa Intermitente, Campo com Cambará e Corixo contribui para a manutenção de níveis

temporários mais elevados do lençol freático, especialmente nos Geoambientes Lagoa Intermitente e Corixo, cujos solos possuem caráter vértico.

A deciduidade da floresta semidecídua nas Cordilheiras é influenciada pela ocorrência de horizontes petrocálcicos presentes neste Geoambiente. Este horizonte restringe a penetração de raízes a baixas profundidades, de aproximadamente um metro, dificultando a obtenção de água pela vegetação nos períodos de estiagem. A ocorrência de horizontes petrocálcicos ajuda na estabilidade das Cordilheiras, sendo uma barreira aos processos erosivos.

O Geoambiente de Cordilheira apresentou os maiores estoques de C-org nos horizontes superficiais e subsuperficiais. Este é atualmente o Geoambiente que mais vem sendo impactado pelas atividades antrópicas, principalmente pela substituição da vegetação nativa por gramíneas exóticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e ao Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal (INPP), pelo financiamento e apoio que permitiram a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABREU, E. M. A., A. R. FERNANDES & M. L. P. RUIVO, 2007. Variação temporal e vertical de atributos químicos de um gleissolo do rio Guamá cultivado com Canaranas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31(2): 277-285. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000200010>>.

ADÁMOLI, J., 1982. O pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. Discussão sobre o conceito de "Complexo do Pantanal". **Anais do Congresso Nacional de Botânica** 32: 109-119.

ALHO, C. J. R., 2005. The Pantanal. In: L. H. FRASER & P. A. KEDDY (Ed.): **The world's largest wetlands: ecology and conservation**: 203-271. Cambridge University Press, Cambridge.

ALHO, C. J. R., 2008. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. **Brazilian Journal of Biology** 68(4): 957-966. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500005>>.

ALKIMIN, A. F., 2009. **Geoambientes, morfometria e solos da bacia do rio Benevente, ES**: 1-129. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BARROS, S. M., 2013. **Caracterização pedológica e gênese de solos em duas toposequências no sistema cárstico da Serra da Bodoquena (MS)**: 1-221. Tese (Doutorado em Agronomia e Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

BRANDÃO, P. C., V. P. SOARES, F. N. B. SIMAS, C. E. G. R. SCHAEFER, A. L. SOUZA & B. A. F. MENDONÇA, 2010. Caracterização de geoambientes na Floresta Nacional do Purus, Amazônia ocidental: uma contribuição ao Plano de Manejo. **Revista Árvore** 34(1): 115-126. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100013>>.

BRASIL, 1982. **Projeto RADAMBRASIL**: Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE. 20: geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação e uso e ocupação da terra. Programa de Integração Nacional (Levantamento de Recursos Naturais, 27), Rio de Janeiro.

BUOL, S. W., R. J. SOUTHARD, R. C. GRAHAM & P. A. MCDANIEL, 2011. **Soil genesis and classification**: 6 ed.: 1-543. Wiley Blackwell, Hoboken.

CORINGA, E. A. O., E. G. COUTO, X. L. O. PEREZ & P. V. TORRADO, 2012. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Acta Amazonica** 42(1): 19-28. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100003>>.

CORRÊA, G. R., C. E. G. R. SCHAEFER, V. F. MELO, K. W. SOUZA, J. C. KER, I. M. M. RODRIGUES & E. O. SENRA, 2011. Physical and chemical attributes of archaeological soils developed from shell middens in the Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 35(4): 1100-1111. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000400004>>.

CORRÊA, G. R., C. E. G. R. SCHAEFER & R. J. GILKES, 2013. Phosphate location and reaction in an archaeoanthrosol on shell-mound in the Lakes Region, Rio de Janeiro State, Brazil. **Quaternary International** 315: 16-23.

COUTO, E. G., V. A. OLIVEIRA, R. M. BEIRIGO, J. C. OLIVEIRA JUNIOR, A. F. NASCIMENTO & P. VIDAL-TORRADO, 2017. Solos do Pantanal Mato-Grossense. In: N. CURÍ, J. C. KER, R. F. NOVAIS, P. VIDAL-TORRADO & C. E. G. R. SCHAEFER (Ed.): **Pedologia: solos dos biomas brasileiros**: 1. ed.: 303-352. SBCE, Viçosa.

CUNHA, N. G., 1980. **Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal mato-grossense**: 1-45. EMBRAPA UEPAE, Corumbá.

CUNHA, N. G., 1985. **Dinâmica de nutrientes em solos arenosos no Pantanal Mato-grossense**: 1-70. EMBRAPA/CPAP, Corumbá.

CUNHA, N. G., A. POTT & A. R. GONÇALVES, 1985. **Solos calcimórficos da sub-região do Abobral, Pantanal Mato-grossense**: 1-52. EMBRAPA/CPAP, Corumbá.



- DÍAS, H. C. T., E. I. FERNANDES FILHO, C. E. G. R. SCHAEFER, L. E. F. FONTES & L. B. VENTORIM, 2002. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte - MG. **Revista Árvore** 26(6): 777-786. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600014>>.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2011. **Manual de métodos de análise de solos**: 1-230. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**: 3. ed.: 1-353. EMBRAPA, Brasília.
- FERNANDES, F. A., A. H. B. M. FERNANDES, M. T. S. SOARES, L. A. PELLEGRIN & I. B. T. LIMA, 2007. Atualização do mapa de solos da planície pantaneira para o sistema brasileiro de classificação de solos. **Comunicado Técnico EMBRAPA** (61): 1-6.
- FERREIRA JÚNIOR, W. G., 2009. **Análise de gradientes vegetacionais e pedogeomorfológicos em floresta, cerrado e campo no Pantanal matogrossense, Barão de Melgaço, Mato Grosso**: 1-190. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FIDALGO, E. C. C., V. M. BENITES, P. L. O. A. MACHADO, B. E. MADARI, M. R. COELHO, I. B. MOURA & C. X. LIMA, 2007. **Estoque de carbono nos solos do Brasil**: 1-26. EMBRAPA Solos (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 121), Rio de Janeiro.
- GRADELLA, F. S., 2008. **Aspectos da dinâmica hidroclimática da lagoa salina do meio na fazenda Nhumirim e seu entorno, Pantanal da Nhecolândia, MS – Brasil**: 1-76. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Aquidauana.
- HARDY, F., 1970. **Suelos tropicales**: pedologia tropical con énfasis em America Tropical: 1-125. Harrero Hermanos, México.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2015. **Manual técnico de pedologia**: 3. ed: 1-430. IBGE, Rio de Janeiro.
- KUO, S., 1996. Phosphorus. In: D. L. SPARKS, A. L. PAGE, P. A. HELMKE, R. H. LOEPPERT, P. N. SOLTANPOUR & M. A. TABATABAI (Ed.): **Methods of soil analysis**: Part 3, chemical methods: 869-919. Soil Science Society of American, Madison.
- LIMA, S. F., 2015. **Análise multitemporal da morfologia fluvial do rio Abobral, Pantanal – MS**: 1-84. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.
- MARTINS, A. K. E., 2004. **Ipucas da Planície do Araguaia, estado do Tocantins**: ambiente físico de ocorrência, solos e uso da terra: 1-138. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MENDONÇA, B. A. F., E. I. FERNANDES FILHO, C. E. G. R. SCHAEFER, F. N. B. SIMAS, J. F. VALE JUNIOR, B. A. R. LISBOA & J. G. F. MENDONÇA, 2013. Solos e geoambientes do Parque Nacional do Viruá e entorno, Roraima: visão integrada da paisagem e serviço ambiental. **Ciência Florestal** 23(2): 427-442. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5902/198050989287>>.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2006. **Caderno da região hidrográfica do Paraguai**: 1-140. MMA, Brasília.
- MOREIRA, F. M. S. & J. O. SIQUEIRA, 2006. **Microbiologia e bioquímica do solo**: 2. ed. Editora UFLA, Lavras.
- MUNSELL COLOR COMPANY, 1994. **Soil color charts**: 1-28. Munsell Color Company, Baltimore.
- NUNES DA CUNHA, C. & W. J. JUNK, 2009. A preliminary classification of habitats of the Pantanal of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, and its relation to national and international wetland classification systems. In: W. J. JUNK, C. J. DA SILVA, C. NUNES DA CUNHA & K. M. WANTZEN (Ed.): **The Pantanal**: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland: 127-141. Pensoft Publishers, Sofia.
- PAZ, A. R., W. COLLISCHONN & C. E. M. TUCCI, 2010. Simulação hidrológica de rios com grandes planícies de inundação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** 15(4): 31-43.
- PEREIRA, M. G., J. A. SCHIAVO, A. FONTANA, A. H. DIAS NETO & L. P. M. MIRANDA, 2012. Caracterização e classificação de solos em uma toposequência sobre calcário na Serra da Bodoquena, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 37(1): 25-36. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000100003>>.
- POTT, A., A. K. M. OLIVEIRA, G. A. DAMASCENO-JUNIOR & J. S. V. SILVA, 2011. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology** 71(1): 265-273. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000200005>>.
- RAVAGLIA, A. G., S. A. SANTOS, L. A. PELLEGRIN, L. G. RODELA & A. J. BARBOSA, 2010. **Classificação preliminar das paisagens da sub-região do Abobral, Pantanal, usando imagens de satélite**: 1-4. EMBRAPA Pantanal (Comunicado Técnico, 82), Corumbá.
- RESENDE, M., N. CURTI, S. B. REZENDE & G. F. CORRÊA, 2002. **Pedologia**: base para distinção de ambientes: 1-338. NEPUT, Viçosa.
- RUIZ, H. A., 2005a. Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta. **Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo** 30: 1 CD-ROM.
- RUIZ, H. A., 2005b. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 29(2): 297-300. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000200015>>.

SANTOS, R. D., R. C. LEMOS, H. G. SANTOS, J. C. KER & L. H. C. ANJOS, 2013. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**: 6. ed: 1-100. SBCS, Viçosa.

SCHAEFER, C. E. G. R., B. A. F. MENDONÇA, W. G. F. FERREIRA JUNIOR, E. L. VALENTE & G. R. CORRÊA, 2012. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores edáficos e florística. In: S. V. MARTINS (Ed.): **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**: 252-293. Editora UFV, Viçosa.

SILVA, I. R. & E. S. MENDONÇA, 2007. Matéria orgânica do solo. In: R. F. NOVAIS, V. ALVAREZ, N. F. BARROS, R. L. F. FONTES, R. B. CANTARUTTI & J. C. L. NEVES (Ed.): **Fertilidade do solo**: 275-374. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa.

SILVA, J. S. V. & M. M. ABDON, 1998. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (33): 1703-1711.

SOARES, A. P., P. C. SOARES & M. L. ASSINE, 2003. Areias e lagoas do Pantanal, Brasil: herança paleoclimática? **Revista Brasileira de Geociências** 33(2): 211-224.

TROLL, C., 1997. A paisagem geográfica e sua investigação. **Espaço e Cultura** (4): 1-7.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), 1975. **Soil taxonomy**: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, soil survey staff: 1-754. United States Department of Agriculture/Natural Resources Conservation Service, Washington.

