

MODELO PARA O ESTUDO DA DINÂMICA EVOLUTIVA DOS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DOS PANTANAIS¹

JAIRO ROBERTO JIMÉNEZ-RUEDA², JOSÉ ERNESTO SACCHI PESSOTTI³
e JUÉRCIO TAVARES DE MATTOS⁴

RESUMO - Estudou-se a aplicação de um modelo à dinâmica evolutiva dos aspectos fisiográficos do Pantanal. O Pantanal de Miranda-Aquidauana desenvolveu-se, no começo, de uma planície fluvial pré-existente a partir do rio Paraguai, cujas marcas antigas, reconhecidas pelas alterações intempéricas, mostram componentes que tornam possível sua datação relativa e, conseqüentemente, permitem a compreensão de sua evolução dinâmica, antiga e atual, que são responsáveis pela sua presente forma fisiográfica.

Termos para indexação: fitofisiografia, geologia, pedologia.

STUDY MODEL FOR THE EVOLUTIVE DYNAMICS OF PHYSIOGRAPHIC ASPECTS OF WETLANDS

ABSTRACT - This paper studies the applicability of a model to the evolutive dynamics of Pantanal physiography. The Miranda-Aquidauana Pantanal has developed as a pre-existent fluvial plain in the beginning, from Paraguay river, whose ancient marks, recognized by weathering alteration volumes, show components that make possible its relative age determination and consequently permit the comprehension of the ancient and recent dynamic evolutions, that are responsible for the present physiographic form.

Index terms: phytogeography, geology, pedology.

INTRODUÇÃO

No estudo da dinâmica evolutiva de uma paisagem é fundamental estabelecer os critérios para a compreensão de seu comportamento.

Os fatores determinantes no processo são a definição dos grandes domínios morfoestruturais, a morfologia do relevo, os condicionantes climáticos e bióticos, e os litotipos, definidores das coberturas de alteração intempérica e das unidades de alteração.

A caracterização detalhada e a compreensão de suas relações intrínsecas são mecanismos que definem a potencialidade do uso e ocupação do meio ambiente.

Como estudo de caso, selecionou-se a área do pantanal Miranda-Aquidauana, por ter os elementos básicos necessários para o desenvolvimento e a aplicação da metodologia.

MATERIAL E MÉTODOS

Na realização do presente trabalho (Fig. 1), utilizaram-se técnicas de fotointerpretação em sensores remotos (imagens do TM-Landsat na escala de 1:100.000), e fotos aéreas pancromáticas na escala de 1:50.000, visando à identificação das paisagens, unidades, tipos e formas para estabelecer a sua dinâmica, mediante estudos e correlações morfoestruturais (Mattos, 1986; Jiménez-Rueda & Mattos, 1992).

A análise fisiográfica foi realizada de acordo com critérios estabelecidos por Goosen (1968), Botero (1977), Zinck (1987), Villota (1991) e Jiménez-Rueda et al. (1993), o que permite identificar as feições do relevo e suas implicações na evolução das formas em diferentes geossistemas (Fig. 2).

As características geológicas, pedológicas, geomorfológicas e vegetacionais foram obtidas de Brasil (1982a, 1982b) e Pessotti & Jiménez-Rueda (1988).

¹ Aceito para publicação em 24 de fevereiro de 1998.

² Eng. Agr., D.Sc., Dep. de Geologia Aplicada, IGCE-UNESP, Caixa Postal 178, CEP 13500-230 Rio Claro, SP. E-mail: dga@caviar.igce.unesp.br

³ Eng. Agr., M.Sc., aluno do curso de pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente, IGCE-UNESP. E-mail: dga@caviar.igce.unesp.br

⁴ Geólogo, D.Sc., Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Guaratinguetá, Caixa Postal 205, CEP 12500-000 Guaratinguetá, SP. E-mail: juercio@feg.unesp.br

A pedostratigrafia foi estabelecida de acordo com o Código Estratigráfico Brasileiro, o mesmo que as datações relativas, segundo Mack & James (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfoestrutural resulta de integração e relação espaciais dos elementos de drenagem e relevo, nas quais as morfoestruturas aparecem como feições anômalas dentro da tendência regional.

Na análise dos elementos de drenagem e relevo, faz-se sua associação e classificação de acordo com o caráter homólogo ou não, e na interpretação procura-se definir o comportamento pedogeológico das diferentes formas ou das suas associações, admitindo-se seu condicionamento a fatores estruturais e litológicos, pela ação de processos morfoestruturais e bioclimáticos.

As feições permitem inferir a confirmação morfoestrutural da área pelo traçado de linhas de forma não cotadas, evidenciando assim zonas estruturalmente anômalas, positivas (estruturas dômicas ou antiformes) e negativas (depressões estruturais ou sinformais) (Fig. 3). Na área observa-se

que estas formas, tanto as positivas como as negativas, são de grande interesse para entender melhor a dinâmica dos pantanais de Miranda-Aquidauana, Nabileque, Abobral-Negro e parte sul do Taquari, como é indicado na Fig. 3. Verifica-se que há ocorrência de uma ampla falha, na qual está inserido o rio Negro, basculando o baixo estrutural de tal forma que seu flanco setentrional é mais alto que o meridional.

Toda a sedimentação acima do rio Negro, no sentido SW, é aí bloqueada, constituindo as grandes várzeas e lagoas com ambientes redutores, como pode ser observado nas cartas do RADAMBRASIL e nas imagens de satélite TM.

Nesta condição, o baixo estrutural do Taquari apresenta dominância de solos hidromórficos distróficos de textura grosseira, na sua porção proximal, e de hidromórficos eutróficos de textura fina, na sua porção distal.

Nos pantanais do Abobral-Negro, Miranda-Aquidauana e do próprio Paraguai, situado na parte mais baixa do baixo estrutural (Fig. 3), reflete-se um sistema hidrológico de reduzida circulação. Este

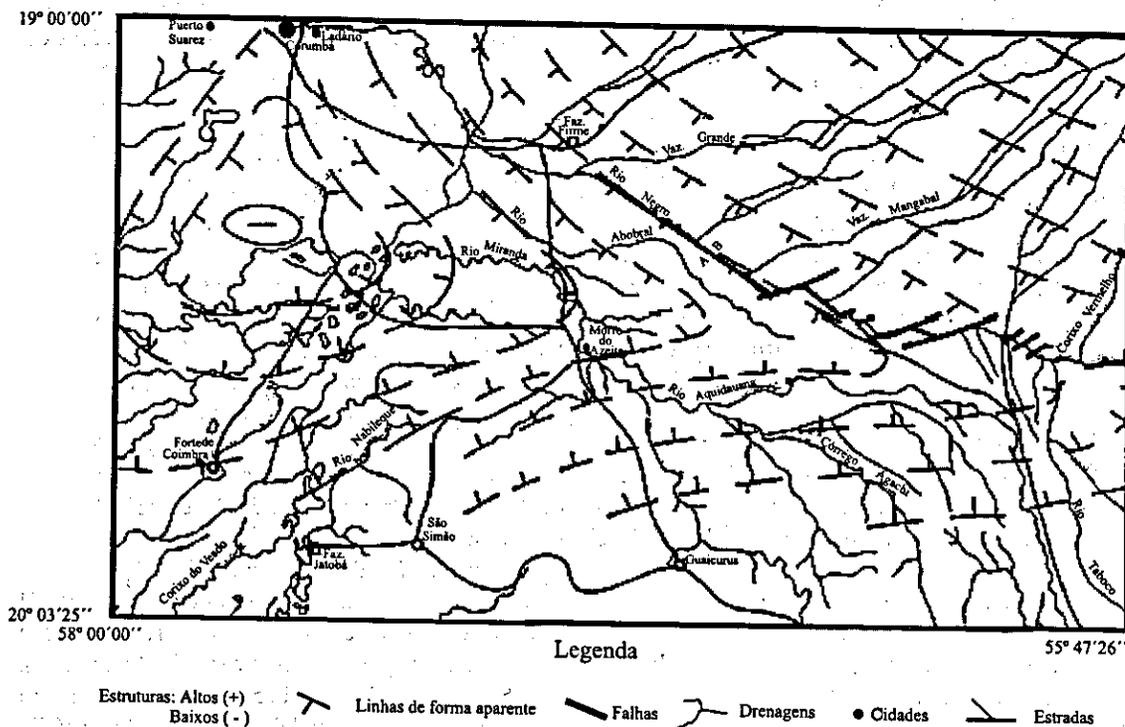


FIG. 3. Mapa morfoestrutural de uma região do Pantanal Sul.

sistema permite a concentração de elementos químicos solúveis, facultando a reorganização plásmica, que, associada a condições climáticas em que a evapotranspiração potencial é e foi superior à precipitação, gera uma unidade intempérica de alteração bissialítica.

O reflexo é a ocorrência de eflorescência salina, originando coberturas de alteração intempéricas salinizadas, sodificadas, carbonatadas e melanizadas.

A paisagem fluvial do pantanal do Miranda-Aquidauana evidencia formas de relevo estáveis e metaestáveis, na sua planície de inundação atual e subatual, como também nas colinas e morrarias.

Estas formas foram organizadas em uma legenda fisiográfica exposta a seguir:

A - Paisagem aluvial

A1 - Planície de inundação atual.

A1.1 - Diques marginais.

A1.2 - Várzeas.

A1.2.1. Vegas baixas

A1.2.2. Vegas altas

A2 - Planície de inundação subatual

A2.1 - Diques (Caapões)

A2.2 - Várzeas

A2.2.1. Vazantes

A2.2.2. Canais abandonados.

M - Colinas

M1. Morros isolados

A paisagem aluvial resulta essencialmente da dinâmica hidrológica dos rios Aquidauana, Miranda e, fundamentalmente, do Paraguai. Este último já divagou por toda a planície pantaneira, chegando inclusive até os contrafortes da serra da Bodoquena.

As marcas de vazantes muito amplas com paleocanais, dominados na sua base por sedimentos arenosos e recobertos por finos, são resultantes das mudanças dos regimes hidrológicos regionais, confirmando a movimentação do rio Paraguai. Na formação das várzeas atuais, em muitos casos, trata-se de um retrabalhamento dos rios Miranda e Aquidauana, sobre antigas formas de relevo já estabilizadas na paleopaisagem do rio Paraguai.

Nas várzeas como nas vazantes, encontram-se outras formas de relevo, que neste estudo são dominadas de vegas altas ou baixas, dependendo da atividade hidrológica modeladora dos rios Aquidauana, Miranda e do córrego Mutum.

Na paisagem remodelada, encontram-se os diques marginais, complexos de diques e canais abandonados (meandros), chamados comumente de cordilheiras ou caapões, que podem ou não estar associados a lagoas (meandros abandonados).

As características fisiográficas destas formas de paisagem, aliadas às pedoestratigráficas, estão definidas nas Figs. 4 a 13.

Os diques marginais encontram-se caracterizados por uma pedoestratigrafia definida em função dos volumes de alteração intempérica, em que em profundidade o horizonte C é lamítico, arenoso, carbonático por saturação, e gleizado. A evolução, origina um volume B de estrutura prismática, com saturação de carbonato e gleizado, recoberto por uma outra seqüência deposicional, caracterizada por um volume C carbonático gleizado e um volume A chernozêmico de superfície (Fig. 4).

Nesta seqüência, estão envolvidos processos de carbonatação, gleização, salinização e melanização carbonática em superfície.

O estágio pedogênico dos carbonatos é considerado "estádio I", sendo enquadrado como de idade relativa inferior a 1.000 anos, na seqüência (A e C) e superior a 1.000 anos na subsequente 2B e C.

Nos diques antigos (caapões) (Fig. 5), o estágio pedogênico do carbonato é III, permitindo datá-lo com mais 10.000 anos de desenvolvimento relativo, em função da ocorrência de uma coquina (horizonte de conchas) e de concreções carbonáticas fortemente cimentadas, designadas como km.

Nos diques atuais há dominância de solos aluviais; nos antigos com maior tempo de atuação pedogênica, são encontrados horizontes do tipo B textural com características planossólicas e vérticas. Os B's vérticos, como descritos por Pessotti & Jiménez-Rueda (1988), têm estruturação prismática/cuneiforme e superfícies de fricção em adiantado estágio de carbonatização (concreções). Este tipo de evolução está relacionado à atividade do rio Paraguai na elaboração de sua paleopaisagem.

Na condição de carbono I, a vegetação dominante é de mata ciliar, e na do carbono III ocorre a mesma composição florística, com substancial enriquecimento de carandás (palmeiras).

No sentido de I para III (carbonato), há também um aumento considerável da concentração de sódio trocável e de carbonato total.

COMPLEXO DE DIQUES MIRANDA	PERFIL	CRONOLOGIA RELATIVA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA C	TIPO
TIPIC CALCIAQUOLL Solo AL e, Solódico, A cher, text. indisc., Mata Ciliar	P1	<1.000 A mol/Ckg 1.000 < 2 Bkg/Ckgir < 10.000	I/II	média ba	fina Ar

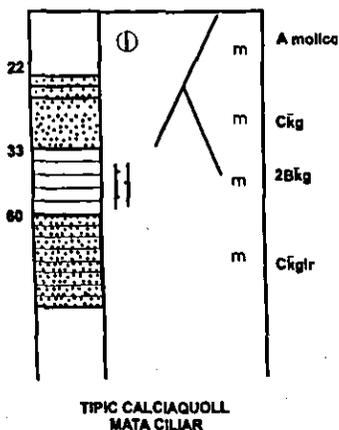


FIG. 4. Características fisiográficas do complexo de diques do rio Miranda.

DIQUES ANTIGOS (CORDILHEIRAS/CAAPÃO)	PERFIL	CRONOLOGIA relativa em anos	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA	TIPO
PETROCÁLCIC PALEUSTOLL. PL e A cher, solódico/sódico textura arenosa, carandá/piúva figueira, acuri.	59 A/30 B 15/10/2 A	A mol/Apro/ Ckv/Bvkm/Btvk > 10.000	III	média ba	média ba

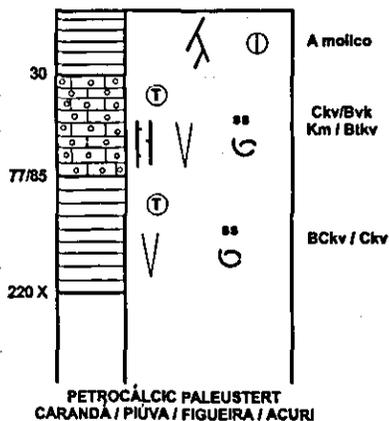


FIG. 5. Características fisiográficas de diques antigos (cordilheiras e caapões).

VZA	BAÍA BONITA	PERFIL	CRONOLOGIA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
TÍPIC CALCIAQUERT	V cálcico, Amod, text. Arg, Campina	P-54	1.000 < A mod/mol/Cvkg <10.000	II/III	½ fina b Ar	½ b
VERTIC CALCIC HAPLAQUOLL	VC cálcico, A cher, text Arg, carandazal/ espinheiro	BB-2	1.000 < A mol/Cvkg <10.000	II	fina Ar	½ fina bAr
VERTIC CALCIC ARGIAQUOLL	VPL cálcico, Acher, text. Arg, carandazal/ espinheiros/paratudaís	PGA	A mol/Btvkg >10.000	III	½ bAr	½ b
CALCIC CALCUSTERT	VPL cálcico, A mod, text Arg, espinheiral	P36	Aproe/Btvk >10.000	III	fina Ar	fina Ar

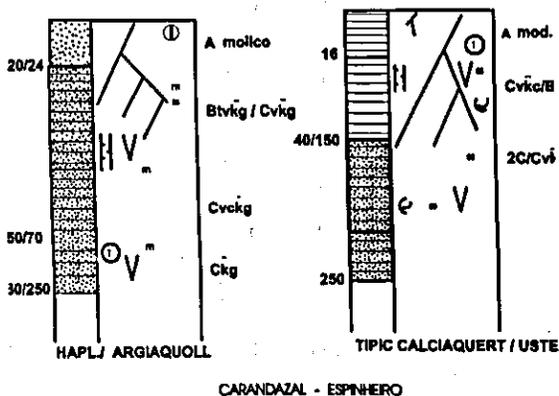


FIG. 6. Características fisiográficas da vazante de Baía Bonita.

VAZ. MIRANDA	PERFIL	CRONOLOGIA RELATIVA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
VERTIC FLUVAQUENT	113/45A/60/2	< 1.000 A mod/Ck-Bvk	I/II	média/fina ab/Ar	média/fina ab/Ar
PL e, vértico, A mod, text. média/fina, CAMPINA DE VÁRZEA		1.000 < 2 Bvckg <10.000			

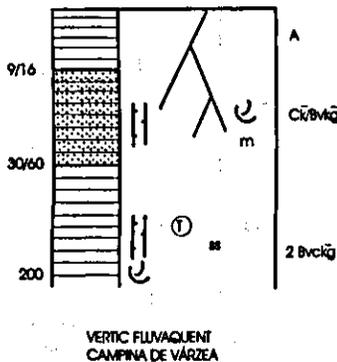


FIG. 7. Características fisiográficas da vazante do rio Miranda.

VZT MIRANDA/ACURIZAL	PERFIL	CRONOLOGIA relativa em anos	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
DURIARGID PSAMMAQUENT Pl, A mod, text.arenosa/canjiqueiral	P5	<1.000 A mod/Ck 1.000<2BkC<10.000	I/II	grossa a	grossa ab
TIPIC PSAMMAQUENT AQHe, A mod, text.arenosa, canjiqueiral	P43=4	<1.000 A mod/Ck 1.000<Ckcg<10.000	I/II	grossa ab	grossa
TIPIC PSAMMAQUENT AQHe, A mod, text.arenosa, canjiqueiral	P5&58A	<1.000 A mod/Ckg 1.000<Ckcg<10.000	VII	grossa a	grossa a
OXIAQUIC USTIFLUVENT Al, A mod, text.arenosa, canjiqueiral, paratudal	56A	<1.000 A mod/Ckg 1.000<Ckcg<10.000	I/II	grossa ab	grossa ab

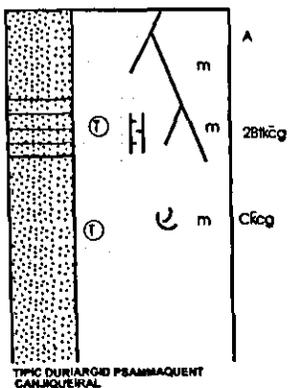


FIG. 8. Características fisiográficas da vazante Miranda/Acurizal.

VZT MARGARIDA	PERFIL	CRONOLOGIA RELATIVA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
TIPIC PSAMMAQUENT AQHe, A mod, canjiqueiral	P35	A mod/Ck < 1.000 1.000<Ck<10.000	I/II	grossa a	grossa a
TIPIC PSAMMAQUENT AQHe, A mod, canjiqueiral	P46	A mod/C < 1.000	I	grossa a	grossa a
OXIAQUIC USTIFLUVENT Ale, A mod, canjiqueiral	P48	1.000< A mod/Ck <10.000 >10.000 2Bk \bar{g}	II/III	grossa ab	grossa a

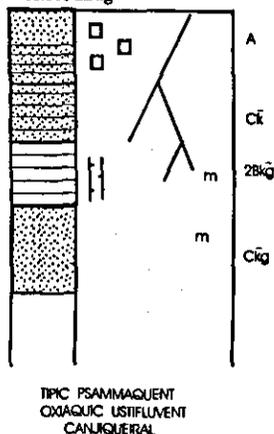


FIG. 9. Características fisiográficas da vazante Margarida.

VEGAS ALTAS BAÍA BONITA	PERFIL 5A/7A/ T12/78	CRONOLOGIA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
UDIC CALCIUSTERT VPL, C cálcico, A mod, text. arg, paratudal-carandazal		1.000< A mod/Bv \bar{k} <10.000	II	média/fina bAr/Ar	fina Ar
VERTIC CALCIUSTOLL	78	1.000< A mod/Btv $\bar{k}c$ <10.000	II	fina Ar	média bAr

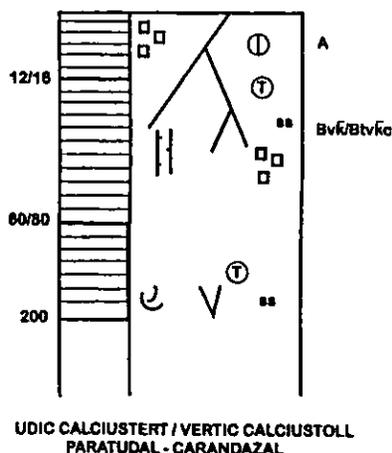


FIG. 10. Características fisiográficas das vegas altas de Baía Bonita.

VEGA BAIXA BAÍA BONITA	PERFIL 7/4A	CRONOLOGIA RELATIVA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
UDIC CALCIUSTER V C cálcico, sódico, A mod, text. arg., CARANDAZAL		1.00< A mod/Bv \bar{k} <10.000 >10.000 B $\bar{t}k$ /Cv $\bar{c}k$	II/III	fina Ar	fina Ar

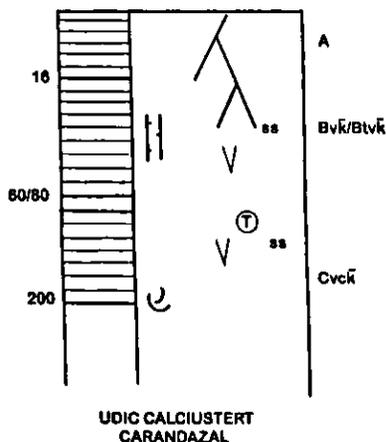


FIG. 11. Características fisiográficas das vegas baixas de Baía Bonita.

VEGAS BAIXAS DO ACURIZAL/MIRANDA	PERFIL	CRONOLOGIA RELATIVA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
UDIC CALCIUSTERT	59/40/38	1.000 < A mod/Cv̄kg/Bv̄kg < 10.000 > 10.000 A mod/Btv̄kc	II/III	média bAr/b	média b/bAr
VPL, C cálcico, A mod, text. média/fina, paratudal					

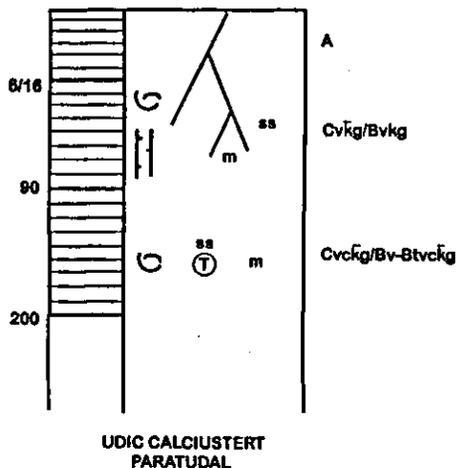


FIG. 12. Características fisiográficas das vegas baixas de Acurizal/Miranda.

VEGA ALTA MARGARIDA ACURIZAL	PERFIL	CRONOLOGIA	ESTÁDIO PEDOG. DO CARBONATO	TEXTURA B/C	TIPO
UDIC CALCIUSTERT	44/57/49/88 68A/70/52A	1.000 < A mod/Bv̄kc < 10.000 A mod/Btv̄kc > 10.000	II III	fina/média Ar/bAr	média/fina bAr/Ar
VPL C cálcico, solódico, A mod, text. média/argilosa, paratudal					

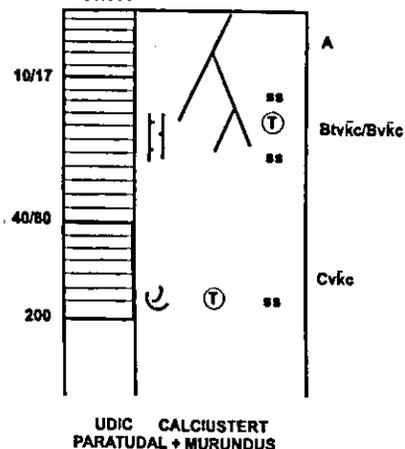


FIG. 13. Características fisiográficas das vegas baixas de Margarida/Acurizal.

Na paisagem correspondente às várzeas e vazantes, a situada no limite leste da área em estudo e oeste da serra da Bodoquena, encontra-se a vazante da Baía Bonita (Fig. 6), caracterizada por um comportamento fisiográfico definido por volumes de alteração intempérica de maior idade relativa (estádio II), quando comparadas com as vazantes mais próximas do atual curso do rio Paraguai (estádio I).

As várzeas e vazantes de idade relativa inferior a 1.000 anos (Figs. 7 a 9) revelam um processo de truncamento e soterramento da paleoplanície do Paraguai por materiais de textura mais grosseira, originado de seqüências pedogênicas menos evoluídas sobre uma de maior evolução.

Nas vazantes com estágio de carbonato II, a vegetação predominante é o carandazal, enquanto, na de estágio I, ocorrem os canjiqueirais. Os carandás se associam a texturas médias/argilosas, com alta concentração de carbonatos de cálcio e sódio, e os canjiqueirais, a solo de textura arenosa, ligeiramente ácida no volume superficial; nas várzeas, a vegetação predominante são as campinas de várzea.

As paisagens designadas de "vegas" (Pessotti & Jiménez-Rueda, 1988) (Figs. 9 a 12) comportam-se como ilhas de maior ou menor extensão, em função da altura das enchentes do complexo Miranda-Aquidauana-Paraguai. Mesmo quando inundadas, são as de menores lâminas de água (Figs. 10 a 13).

A sua origem está associada à paleoplanície, determinada pelo recuo do rio Paraguai em direção a oeste. Por refluxo das águas, se instalou na mesma um modelo pseudoanastomático formando um sistema imbricado de partes mais elevadas descontínuas, associado à superimposição da atividade hídrica dos rios Aquidauana e Miranda.

Estas vegas têm um desenvolvimento relativo entre 1.000 e 10.000 anos (estádio II), recobertas fundamentalmente por comunidade de paratudais (vegas altas). Pode apresentar-se associada a carandazal, quando há um incremento na concentração de sódio e de carbonato de cálcio, próximo à superfície, sendo ligeiramente rebaixadas (vegas baixas). Quando nos paratudais há ocorrência de murundus, a saturação de sódio é elevada.

A Fig. 14 apresenta os símbolos usados na designação do perfil fisiográfico do Pantanal.

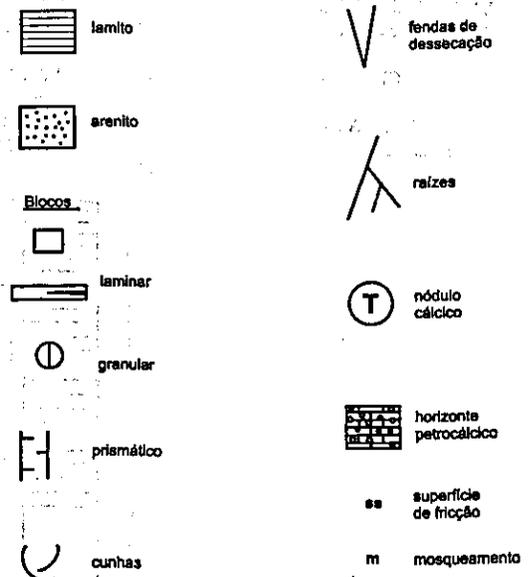


FIG. 14. Legenda de símbolos usados em perfil esquemático do Pantanal.

CONCLUSÕES

1. As unidades fisiográficas do Pantanal em relação aos riscos de inundação, podem ser estabelecidas na seguinte ordem: várzeas > vazantes > vegas baixas > vegas altas > diques marginais > caapões.

2. O início das cheias do Pantanal está relacionado com o transbordamento do sistema Miranda-Aquidauana; as águas tomando as várzeas caminham pelas vazantes, podendo eventualmente atingir as vegas.

3. As texturas arenosas estão confinadas às áreas de vazantes e de algumas várzeas situadas nas paisagens mais modernas; as texturas finas predominam nas paleopaisagens e, geralmente, estão associadas a coberturas bissialíticas/carbonáticas.

4. Sob o ponto de vista vegetacional, várias comunidades vegetais ocorrem associados às unidades fisiográficas predominantes e são agrupados em ordem de ocorrência.

5. Os carandazais estão sempre associados a solos com volume (horizonte) cálcico/sódico bastante superficial; as canjiqueiras associam-se a material

arenoso; os paratúais ocupam preferencialmente as vegas, onde os solos são de caráter planossólico ou vértico, com dominância de carbonato em profundidade; as campinas de várzeas estão associadas às áreas mais baixas de regime hidromórfico mais intenso; as matas ciliares ocorrem junto aos diques marginais e aos caapões.

6. O pantanal Abobral-Negro apresenta formas lagunares decorrentes do bloqueio do fluxo das águas por falhamentos presentes no rio Negro.

7. As coberturas/unidades de alteração intempérica são resultantes de processos específicos, tais como melanização, salinização, carbonatação e sodização; as unidades são predominantemente bissialíticas.

8. A pedostratigrafia caracteriza ambientes deposicionais atuais, subatuais e recentes, cuja idade relativa é de <1.000 anos para as deposições atuais, entre 1.000 e 10.000 anos para os sedimentos subatuais e maior que 10.000 para sedimentos carbonáticos concrecionários recentes.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda Bodoquena, MS, pelo apoio na execução do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- BOTERO, P.J. *Gufas para el análisis fisiográfico*. Bogotá, Colômbia: Centro Interamericano de Fotointerpretacion Unidad de Suelos, 1977. 100p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SF.21 Campo Grande*. Rio de Janeiro, 1982a. 412p. (Levantamento de Recursos Naturais, 28).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20*. Rio de Janeiro, 1982b. 448p. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).
- GOOSEN, D. *Interpretación de fotos aéreas y su importancia en levantamientos de suelos*. Roma: FAO, 1968. 58p.
- JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T. de. Monitoreo de las actividades antropicas para la evaluación de la capacidad de soporte del medio físico: diagnóstico e prognóstico. In: II SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, 2., 1992, Pereira (Colômbia). *Memorias...* Pereira, Colômbia: Corporacion Autonoma Regional de Risaralda/Universidad Tecnologica de Pereira/Ingeominas, 1992. p.181-192.
- JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; NUNEZ, E.; MATTOS, J.T. de. Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da folha São José de Mipibu, RN. *Geociências*, São Paulo, v.12, n.2, p.481-491, 1993.
- MACK, G.H.; JAMES, W.C. *Short course manual on paleosols for sedimentologists*. Cincinnati, Ohio: Geological Society of America, 1992. 127p.
- MATTOS, J.T. de. *Caracterização do comportamento geológico estrutural na Região da Represa de Furnas (MG), com dados de Sensoriamento Remoto*. São Paulo: USP, Instituto de Geociências, 1986. 181p. Tese de Doutorado.
- PESSOTTI, J.E.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. *Mapeamento detalhado de solos da Fazenda Bodoquena, MS*. Campo Grande: Fazenda Bodoquena S.A., 1988. 359p.
- VILLOTA, H. *Geomorfologia aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras*. Bogotá, Colômbia: Instituto Geográfico "Agustin Codazzi", 1991. 211p.
- ZINCK, A. *Aplicación de la geomorfologia al levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos*. Bogotá, Colômbia: Instituto Geográfico "Agustin Codazzi", 1987. 176p.