

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** **59**

ISSN 0103-0841  
Junho, 2005

**Proposta de Ocupação da Planície de Inundação  
do Rio Paraná. Estudo de Caso - "Canal Cortado".**



**Embrapa**

**República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*  
**Presidente**

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*  
**Ministro**

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**

**Conselho de Administração**

*Luis Carlos Guedes Pinto*  
**Presidente**

*Silvio Crestana*  
**Vice-Presidente**

*Alexandre Kalil Pires*  
*Hélio Tollini*  
*Ernesto Paterniani*  
*Cláudia Assunção dos Santos Viegas*  
**Membros**

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Silvio Crestana*  
**Diretor-Presidente**

*Tatiana Deane de Abreu Sá*  
*José Geraldo Eugênio de França*  
*Kepler Euclides Filho*  
**Diretores Executivos**

**Embrapa Algodão**

*Robério Ferreira dos Santos*  
**Chefe Geral**

*Luiz Paulo de Carvalho*  
**Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento**

*Maria Auxiliadora Lemos Barros*  
**Chefe Adjunto de Administração**

*José Renato Cortéz Bezerra*  
**Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios**



ISSN 0103-0841  
Junho, 2005

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 59***

**Proposta de Ocupação da Planície de  
Inundação do Rio Paraná. Estudo de  
Caso – “Canal Cortado”**

**Campina Grande, PB.  
2005**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

**Embrapa Algodão**

Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário  
Caixa Postal 174  
CEP 58107-720 - Campina Grande, PB  
Telefone: (83) 3315-4300  
Fax: (83) 3315-4367  
algodao@cnpa.embrapa.br  
http://www.cnpa.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

Presidente: Luiz Paulo de Carvalho  
Secretária: Nívia Marta Soares Gomes  
Membros: Cristina Schetino Bastos  
Fábio Akiyoshi Suinaga  
Francisco das Chagas Vidal Neto  
Gilvan Barbosa Ferreira  
José Américo Bordini do Amaral  
José Wellington dos Santos  
Nair Helena Arriel de Castro  
Nelson Dias Suassuna

Supervisor Editorial: Nívia Marta Soares Gomes  
Revisão de Texto: José Américo Bordini do Amaral  
Tratamento das ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho  
Capa: Flávio Tôrres de Moura/Maurício José Rivero Wanderley  
Editoração Eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

**1ª Edição**

1ª impressão (2005): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB).

Proposta de Ocupação da Planície de Inundação do Rio Paraná. Estudo de Caso – “Canal Cortado, por José Américo Bordini do Amaral e outros. Campina Grande, 2005.

33p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 59).

1. Irrigação. I. Amaral, J.A. B. do II. Mattos, A. III. Souza Filho, E.E. de IV. Título. V. Série

CDD 631.7

---

© Embrapa 2005

## Sumário

Resumo .....	6
Abstract .....	7
Introdução .....	8
Material e Métodos.....	13
Resultados e Discussão .....	19
Conclusões .....	27
Referências Bibliográficas .....	29

# Proposta de Ocupação da Planície de Inundação do Rio Paraná. Estudo de Caso – “Canal Cortado”

José Americo Bordini Do Amaral<sup>1</sup>

Arthur Mattos<sup>2</sup>

Edvard Elias De Souza Filho<sup>3</sup>

---

## Resumo

Neste trabalho procura-se analisar a evolução, a reação entre os parâmetros físicos e os efeitos sobre a possibilidade de uso da planície de inundação do rio Paraná, na sua margem esquerda, em uma barra lateral (“Canal Cortado”). A partir da correlação dos estratos, da geomorfologia e dos solos, determinaram-se as classes de uso pela utilização do método de capacidade de uso proposto por LEPSCH (1991) e também pelo método de capacidade de uso proposto por BUOL et al (1974). A barra lateral é uma área representativa de depósitos colúvio-aluvionais que ocorrem ao longo do rio. Para a determinação estratigráfica foram realizadas sondagens dentro da área de estudo. Com os dados oriundos das sondagens obtiveram-se estratos correlacionados com as formas do relevo e estudadas como os diques tem sido formados. Mapas da área estudada com fórmulas provenientes dos métodos foram feitas como indicação para que se possa fazer bom uso dos recursos. Uma transeção foi estabelecida ao longo da barra. Ao longo desta transeção foi realizado levantamento estratigráfico (sondagens pelo método do vibro-core). Camadas da estratigrafia foram averiguadas com os dados obtidos pelas sondagens. As análises solo geomorfologia de todos os perfis na transeção foram feitas. Realizadas também análises químicas de todos os horizontes de todos os perfis estudados. A partir daí o método de capacidade de uso e a classificação de solos pela fertilidade foram aplicados. Um método quantitativo e um método qualitativo foram usados. Os sedimentos nessa barra lateral são predominantemente silto-argilosos. Os solos pela classificação americana são os Fluvaquents, Humaquents e Fluvaquepts, que pela classificação brasileira são chamados de Neosolos ou Cambissolos. A planície é usada atualmente para pecuária. O levantamento efetuado permite inferir em vista dos conhecimentos atuais que a área de estudo deve ser conservada para recreação e proteção da fauna e flora, sendo imprópria para ser utilizada com qualquer tipo de cultivo, inclusive o de florestas comerciais ou para produção de qualquer outra forma de vegetação permanente de valor econômico em qualquer dos métodos de classificação utilizados.

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Pesquisador Embrapa Algodão. E-mail: bordini@cnpa.embrapa.br

<sup>2</sup>Prof. dr. LARHISA – UFRN. E-mail: armattos@ct.ufrn.br

<sup>3</sup>Prof. dr. UEM. E-mail: edvardmarilia@uol.com.br

# Land use Proposition to the Parana River Floodplain

---

## Abstract

The scope of this paper is to analyse evolution, physical parameters and effects of the Parana River floodplain use relationship, its left margin have been investigated, a lateral bar ("Cortado Channel"). From this point on, the relationship of geological stratigraphy, geomorphology and soils were possible to establish the use capability proposed by LEPSCH (1991) and by soil classification by fertility, BUOL *et al* (1974). This lateral bar represents coluvio-alluvio deposits that occur along the river. A study transection were established. Along this section stratigraphyc determination were realized (vibrocore prospections) with sample data obtained by the prospections. With this data was soil characteristics associated with geomorphology were studied as well as how levee soils have been constructed. Soil Geomorphology analysis of all pedons in this transection were made. Were also made chemical analysis of all layers of all profiles studied. From this point were applied the land capability use method and the classification of soils in a fertility basis. A map of the studied region with formulas provided by the methods were made as an indication to make good use of resources available toward sustainable development. Quantitative and qualitative methods were used. Sediments are mainly clay and silt. Soils by North American Soil Classification are Inceptisols (Fluvaquents) and to the Brazilian Soil Classification they are respectively Cambisols and Neosols, depending on the geomorphologycal shape. Floodplain nowadays is used to cattle breeding. Land capability use methods indicate that the region must be preserved for recreation as well as fauna and flora protection, being unappropriated to cultivation at any classification methods applied.do

Index terms: land capability – soil classification; soil geomorphology; floodplain - wetlands

## Introdução

O estudo das relações geomorfológicas, sedimentológicas e pedológicas nas áreas de várzea são importantes para se conhecer o desenvolvimento dos diferentes tipos de solos. A identificação das fases por que passam os depósitos colúvio-aluvionais com relação ao tempo, pode fornecer importante subsídio para o aproveitamento dessas áreas.

O uso auto-sustentado pode abrir áreas para cultivo e a conservação dos recursos existentes nessas áreas, pois sabendo controlar os problemas decorrentes do uso dos solos, de forma eficiente e eficaz, ter-se-ão resolvidos os problemas relativos à água (VOHRA, 1985).

Pouco se conhece, do ponto de vista pedológico, a respeito desses solos, ou como eles se comportam frente às diferentes alternativas de uso e manejo. Isso talvez seja explicado pela sobreposição das áreas de conhecimento, que dificultam a visão aguda para seu uso.

PEREZ-FILHO et al. (1980), TIÊ-BI-YOUAN et al. (1983), van der BERG *et al.* (1987a) e HENKLAIN et al. (1989) usaram uma transeção como método para estudo dos solos com o fim de descrição pedogenética. Há estreita relação com a geomorfologia e todos esses trabalhos contribuem para o estudo de solos de várzea.

É certo que os organismos que vivem nas águas desse rio dependem em grande parte dos nutrientes e dos detritos que são carreados por chuva e da decomposição dos minerais que, em última análise, os alimentam.

Há também grande pressão para uso das áreas marginais dos rios como lazer e sua conservação é uma necessidade. Isso pode trazer benefícios ao ecossistema pela manutenção de suas características locais e regionais, com conseqüências à jusante, pois a manutenção deste ecossistema visa permitir a exploração de energia hidrelétrica.

O rio Paraná, em sua parcela brasileira, denominada de Alto Rio Paraná, apresenta características lóticicas e desde a sua nascente até a fronteira brasileira, essa é a única região que não foi utilizada para o represamento. À jusante e à



montante existem grandes represas para fornecimento de energia hidrelétrica que alteraram todo o ecossistema nas áreas em que foram construídas.

O objetivo deste trabalho foi verificar a evolução, a relação e os efeitos da pedologia e da geomorfologia em áreas de várzea do rio Paraná (Alto Paraná), definidos pela área de estudo, usando o método de classificação de terras no sistema de capacidade de uso descrito por LEPSCH (1991) e pelo sistema de classificação da capacidade de uso pela fertilidade do solo descrito por BUOL et al. (1974), bem como determinar e elaborar mapas das classes de uso pelos métodos qualitativo e quantitativo.

As três principais classificações interpretativas para capacidade de uso das terras são: capacidade de uso proposta por LEPSCH (1991), aptidão agrícola elaborada por RAMALHO-FILHO e BEEK (1995), classificação para fins de irrigação ESTADOS UNIDOS (1953 *apud* CURTI *et al.*, 1987). A principal classificação técnica refere-se à classificação da terra para fins de fertilidade do solo descrita por BUOL et al. (1974).

O sistema de capacidade de uso do solo foi desenvolvido pelo Serviço Nacional de Conservação de Solo dos Estados Unidos em 1951 (KLINGBIEL e MONTGOMERY, 1961 *apud* PRADO, 1995). Sua principal finalidade relaciona-se com a conservação dos solos, de acordo com LEPSCH (1991) e RIBEIRO et al. (1995), e são analisadas as potencialidades dos solos com maior ênfase nas suas limitações.

A classificação das terras pelo sistema de capacidade de uso fundamenta-se na classificação qualitativa das terras, sendo voltada para suas limitações e sua utilização. Baseiam-se, primordialmente, nos efeitos do clima sobre o solo e sua resultante evolução e degradação, bem como nas características permanentes do solo que, em conjunto, poderão limitar o uso agrícola e também causar em diversos níveis sérios prejuízos mediante erosão.

Segundo LEPSCH (1991), as categorias do sistema de classificação em capacidade de uso estão assim hierarquizadas:

- Grupos de capacidade de uso (A, B e C): estabelecidos com base nos tipos de intensidade de uso das terras;

- Classes de capacidade de uso (I a VIII): baseadas no grau de limitação de uso;
- Subclasses de capacidade de uso (Ile, IIle, IIIa etc): baseadas na natureza da limitação de uso;
- Unidades de capacidade (Ile-1, Ile-2, Ile-3 etc): baseadas em condições específicas que afetam o manejo ou o uso da terra.

RAMALHO-FILHO e BEEK (1995) descreveram o sistema de aptidão agrícola das terras, que é baseado também nos trabalhos de 1951 (KLINGBIEL & MONTGOMERY, 1961 *apud* RAMALHO-FILHO e BEEK, 1995). Esse sistema visa o diagnóstico de comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos, num contexto específico, técnico, social e econômico. Como o sistema de classificação de capacidade de uso, o sistema de aptidão baseia-se em níveis de manejo (A, B e C), grupos de aptidão agrícola (1,2,3,4,5 e 6), subgrupos de aptidão agrícola e classes de aptidão agrícola (boa, regular, restrita e inapta).

A diferença existente na aplicação dos métodos propostos por LEPSCH (1991) e RAMALHO-FILHO e BEEK (1995) é na aplicação em diferentes escalas de trabalho. Enquanto o primeiro é utilizado em escalas maiores (1:25000), o segundo trabalha com escalas menores (1:100.000), visando o planejamento regional PRADO (1995)

O método de classificação de terras para fins de irrigação adotado pelo "Bureau of Reclamation", descrito por CURI et al. (1987), tem suas considerações essenciais para classificação baseadas em fatores econômicos (perspectiva de capacidade de uso das terras permanente e rentável, custos de produção e de desenvolvimento da terra) associados a fatores físicos (solos, topografia e drenagem). Esse sistema de classificação admite seis classes de terras. Destas, quatro são consideradas como aráveis e irrigáveis (da classe 1 a 4), com graus crescentes de limitação; uma temporariamente não irrigável (classe 5) e uma não irrigável (classe 6). As subclasses são definidas em função das deficiências constatadas quanto aos fatores físicos: solo (s), topografia (t) e drenagem (d).

O sistema técnico de classificação de fertilidade descrito por BUOL *et al* (1974) consiste em três níveis. O Tipo é a categoria mais alta e é determinada pela média de textura da camada superior de 20 cm ou camada arável, que pode ser

menos espessa. O Tipo de Substrato é a textura do subsolo que ocorre até 50 cm abaixo da superfície. É utilizado se a textura do subsolo difere da do horizonte superficial (Tipo) dentro de seus limites. Se não há mudança textural, o Tipo de Substrato não é utilizado. Há também as Condições Modificadoras. Essas condições modificadoras indicam limitações de fertilidade específicas com diferentes interpretações possíveis.

Dentre os métodos vistos, os que se aplicam melhor a este trabalho são os métodos de classificação propostos por LEPSCH (1991) e por BUOL et al. (1974). Isso ocorre porque o método do "Bureau of Reclamation" (1951) prevê uma utilização sócia econômica e uma utilização para irrigação das áreas inundáveis.

As áreas da planície de inundação do Rio Paraná, no trecho estudado, não tem a vazão de cheia controlada a ponto de permitir uma utilização de suas terras para irrigação. De acordo com SOUZA-FILHO (1994), o período de retorno de cheias de inundação é de 3,3 anos para a região de Porto São José. O investimento necessário para irrigação é alto, não sendo possível arriscar uma grande inversão de dinheiro com um período de retorno de cheias curto. Além dessa razão, a falta de controle da lâmina de inundações inviabiliza esse tipo de investimento para fins de uso agrícola da área.

A seqüência de estudo preconizada por DANIELS e HAMMER (1993) prevê que áreas de superfícies geomorfológicas sejam determinadas pelo estudo de fotos aéreas da região. Posteriormente à análise das fotos aéreas, a prospecção pedológica é realizada com base em uma foto-interpretação preliminar da área, concordando com o proposto por HENKLAIN et al. (1989).

De acordo com HENKLAIN et al. (1989), deve-se realizar a prospecção geral da área de estudo percorrendo-se os caminhos existentes e efetuando-se o exame das características pedológicas dos diferentes perfis do solo, através de tradagens, correlacionando-as com as variações de vegetação, drenagem e uso. A correlação existente entre a vegetação e a cor dos solos é bastante significativa.

O passo seguinte é a avaliação das superfícies geomorfológicas e sua correlação com os estratos geológicos. Após este procedimento, ficam evidentes os locais

para a retirada das amostras e há o barateamento dos procedimentos laboratoriais, pois as amostras são retiradas de locais representativos dentro da paisagem.

Cumpridas essas etapas, é analisado o contexto dos dados pela confecção de um mapa diagrama da área, para facilidade de visualização das superfícies existentes e sua extensão (LEPSCH, 1994)<sup>4</sup>.

De acordo com van der BERG et al (1987a), para o estudo e representação de toda a variação de solos existentes na área, determina-se somente uma transeção que cubra toda a área de estudo. Dessa forma, são agrupados os ambientes pedológicos que sejam homogêneos e que contenham entre os grupos diferenças pedogenéticas (LEPSCH, 1991; ASPINALL et al., 1993).

Os perfis de solo para que sejam classificados deverão ter suas características físico-químicas determinadas; a descrição morfológica detalhada conta com a análise química e física (granulometria). Isto concorda com a metodologia proposta pelo SNLCS (Serviço Nacional para Levantamento e Conservação de Solos) (EMBRAPA, 1981), tal como descrito por VIEIRA et al. (1988). O conceito de Catena é aplicado aqui para a determinação de cada perfil de solo, como uma unidade fundamental, GLINKA (*apud* VIEIRA, 1988). Entretanto, esse conceito é limitado na várzea até o primeiro paleodique próximo ao terraço, pois aí se limita a movimentação de água oriunda do terraço. Dentre os parâmetros que são inventariados na descrição morfológica de solos, os quatro principais (*the big four*) são: textura, consistência, cor e estrutura, TORRADO et al. (1995). Dentre esses, um que importa sobremaneira é o atributo cor segundo van der BERG (1987b), MITSCH e GOSELINK (1993). A cor é um indicativo bastante importante na determinação de diferentes materiais de origem (VIEIRA, 1986). As cores que predominam nas áreas inundadas são as de croma elevados e valores baixos (PRADO, 1995). As cores variam segundo o material de origem, se diferenciando nas áreas inundadas de acordo com o material transportado.

O texto estuda solos de várzea, como definido por MITSCH e GOSELINK (1993); área inundada parcialmente durante o decorrer de um ano, com o

---

<sup>4</sup>Lepsch, I. F., outubro de 1994. (comunicação pessoal)

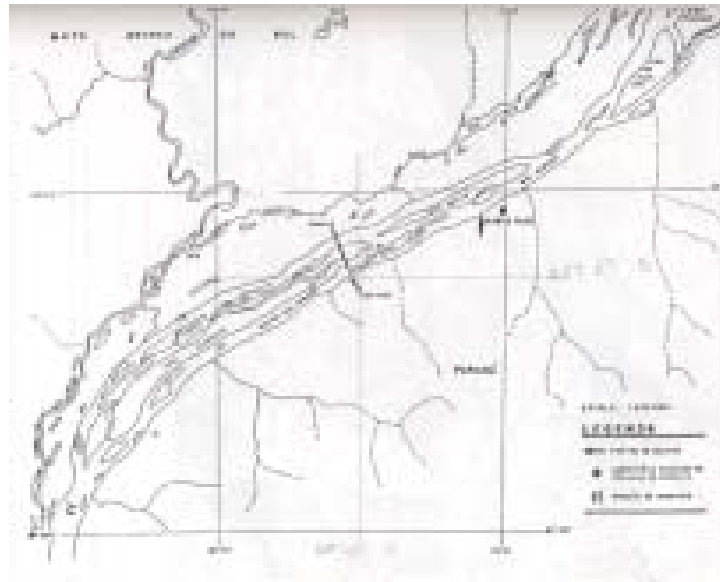
aquífero freático próximo à superfície e ocorrência de solos com cores e cobertura vegetal próprias, de acordo com as condições de saturação por água existentes nestes locais.

## Material e Métodos

De acordo com SOUZA-FILHO (1993), o rio Paraná é classificado como entrelaçado, superimpondo-se ao meandrante e reto, porque a velocidade da água é rápida, sua largura é grande (1 metro de profundidade para cada 100 de largura, há depósitos, barras etc) e por ter características intermediárias entre esses dois tipos. STEVAUX (1994) classifica o rio Paraná como assimétrico em seu eixo longitudinal, depositando sedimentos na margem direita e erodindo a margem esquerda. Na margem direita ele é entrelaçado/meandrante e na margem esquerda é reto.

O Canal Cortado (22°45' e 23°S e 53°15' e 53°30'W) está situado na margem esquerda do rio Paraná, planície de inundação do rio Paraná (Fig. 1). O rio Paraná é o décimo maior do mundo em descarga e o quarto em área de drenagem (5,0 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/ano e 2,8 x 10<sup>6</sup>km<sup>2</sup>, respectivamente) (AGOSTINHO & ZALEWSKI, 1996). Tendo sofrido pouca intervenção humana, ele é coberto de mata nos diques abandonados e gramíneas na planície de inundação e antigos canais; mata essa adaptada às condições de grande umidade, e solos de drenagem bastante reduzida, hidromórficos, sendo ainda sujeitos a inundações periódicas. A mata existente é composta por mata ciliar com suas espécies típicas, como Embaúba (*Cecropia* sp) e Ingá (*Inga* sp), FUEM (1993). A planície de inundação formada no local de estudo tem aproximadamente 6000m de extensão por 2000m de largura.

A caracterização climática é formada por dados recolhidos de estações meteorológicas situadas em Umuarama e Maringá. A precipitação média é de cerca de 1500mm anuais (varia de 1200 a 1700mm) e temperatura média é superior a 22°C. As médias do mês mais quente (fevereiro) e mais frio (julho) são de 25 e 18°C, respectivamente. O clima é classificado como Cfa: clima mesotérmico, sem estação seca, com verões quentes, de acordo com o sistema de Köppen (DEFFUNE et al., 1994).

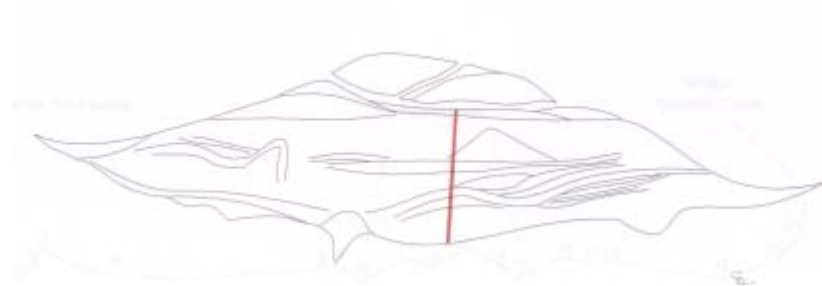


**Fig. 1.** Mapa com a localização do compartimento Canal Cortado, planície de inundação do Alto Rio Paraná.

A vegetação tem sido alterada de forma que as espécies forrageiras permaneçam, mesmo sofrendo com inundações periódicas, para servir de alimento ao gado bovino, que é a forma de exploração zootécnica da região. Essas áreas são homogêneas, no que tange à vegetação.

Como metodologia aplicada a campo, primeiramente foi realizada prospecção geral da área, percorrendo-se os caminhos existentes e efetuando-se o exame das características pedológicas dos diferentes perfis de solos, através de tradagens, correlacionando-as com as variações de relevo, vegetação, drenagem e uso HENKLAIN et al. (1989).

Foi estabelecida uma transeção para estudo, seguindo um dreno aberto pelo proprietário da área em 1985, expondo toda uma linha transversal ao comprimento da barra, indo desde o terraço até a linha d'água, na porção mediana da barra (Fig. 2). Essa transeção foi medida com o uso de um distanciômetro, pelo método do caminhamento e foi levantada seguindo uma numeração crescente, se originando no primeiro ponto adjacente ao canal atual



**Fig. 2.** Localização da transeção de estudo na barra lateral.

do Rio Paraná até o *talus* na parte inferior do terraço. A numeração começa em (1) um e termina em (22) vinte e dois.

A coleta das amostras, seguindo metodologia descrita por LEMOS e SANTOS (1982), oriundas dos diferentes perfis na transeção de estudo, foi efetuada nos meses de menor nível de água no rio Paraná, de julho a outubro, quando o perfil é exposto pela época de vazante e para que os solos possam ser mais bem analisados em todo o seu perfil. O método de estudo determina uma transeção que representa toda a variação de solos existente nessa área de acordo com van der BERG et al. (1987a), indo desde a margem do Rio Paraná até o terraço cujo estrato é o Arenito Caiuá.

Essa transeção contém desde o dique marginal até parte do terraço em sua parte inferior. Foi utilizada para estudo somente uma transeção, mas de forma que o estudo contenha todos os tipos de solos que porventura existam na área de estudo. Essa área foi mapeada por técnica de aerofotogrametria e foram agrupados os ambientes pedológicos homogêneos e que contivessem entre os grupos diferenças pedogenéticas (LEPSCH, 1991; ASPINALL et al. 1993). Para o uso dessa técnica foi necessário o uso das fotos que estão em escala 1:60.000, realizadas em 1959 e 1970 (Figs. 3 e 4) pelo Governo Federal em convênio com a USAIDS e contou-se ainda com fotos em escala 1:25.000 feitas em 1976.

Este procedimento está de acordo com o preconizado por DANIELS e HAMMER (1993) para avaliação das características geomorfológicas. No caso, o estudo é preliminar para estudos de geomorfologia fluvial.



**Fig. 3.** Foto aérea em mosaico do Canal Cortado em 1970. Escala 1:60000 (Fonte: IBC).



**Fig. 4.** Foto aérea do Canal Cortado em 1959. Escala 1:60000  
Fonte: IBC.



O levantamento do material de origem, caracterizado nos estratos geológicos, é útil para a compreensão dos processos pedogenéticos (SOUZA FILHO, 1993). Isso foi possível por sondagens pelo método do *vibro-core*, descritos por LANESKI et al. (1979) e MAHIQUES et al. (1989) onde amostras indeformadas foram retiradas em profundidade de até seis metros (SOUZA FILHO, 1993; STEVAUX, 1994). A prospecção com a utilização do mangote vibrador (*vibro-core*), não foi possível nos primeiros quatro metros de profundidade devido ao grande adensamento das partículas do material aluvial. Nesses primeiros quatro metros foi utilizado um trado mecânico para a retirada de amostras. A partir dessa profundidade, onde o substrato torna-se mais arenoso, foi possível o uso do *vibro-core* até a profundidade de seis metros.

O passo seguinte foi a avaliação das superfícies geomorfológicas e sua correlação com os estratos geológicos. Após este procedimento, ficou claro o local para a retirada das amostras e o conseqüente barateamento dos procedimentos laboratoriais pela correta avaliação das condições do meio em que se retiraram as amostras.

O levantamento do material de origem que serve de substrato para esse solo, conta com o mapeamento geológico feito em toda a região e serviu de base para a compreensão dos processos (SOUZA FILHO, 1993).

Os perfis de solo foram classificados de acordo com a 7ª Aproximação (classificação norte-americana) e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, obedecendo ao proposto por LEMOS e SANTOS (1982), de acordo com normas do SNLCS (Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos) (EMBRAPA, 1981).

A análise química dos solos seguiu os métodos descritos pela EMBRAPA (1979). A metodologia é a que segue abaixo:

pH	-em solução CaCl <sub>2</sub> 0.01M (1:1), KCl e H <sub>2</sub> O
Al <sup>3+</sup> , Ca <sup>2+</sup> e Mg <sup>2+</sup>	-extração com solução de KCl 1N
P e K	-extração com solução de Merhlich
H + Al <sup>3+</sup>	-solução SMP
C	-Walkley-Black

A análise química seguiu as normas e métodos padrões descritos pela EMBRAPA-SNLCS (HENKLAIN et al., 1989).

Na análise física, a granulometria foi determinada pelo método do densímetro e peneiramento como descrito por STANCATI et al. (1981) e FERNANDES JÚNIOR (1989). Para a execução deste método, foi utilizado um sal dispersante (Hexametáfosfato de Sódio) na quantidade de 45,7 gramas de sal para cada litro de água destilada, em pH variando de 8 a 9, sendo que 125ml dessa solução foram misturados à amostra de 60g de solo acrescentando-se água destilada, em um misturador tipo “batedeira de leite” e devido a textura do material retirado da várzea, foi necessário que o tempo para dispersão no “batedor” fosse de 45 minutos. Após esse tempo, já com a amostra na proveta de 1 litro, procedeu-se à análise granulométrica conjunta. Nessa análise, após a determinação dos diâmetros pelo densímetro, foram utilizadas peneiras para a lavagem do material contido na proveta em peneira MESH 200. O material peneirado após o dessecamento em estufa por 12 horas a 110°C passou então por peneiras de tamanho MESH 30, 50, 100 e 200.

As curvas de granulometria foram desenhadas em papel semi-log, e a partir daí foram inferidas as porcentagens dos diferentes tamanhos de grãos, de acordo com as classes de diâmetro. Estas seguiram o padrão descrito por LEMOS e SANTOS (1982), SNLCS (Sistema Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - EMBRAPA). Para a confecção dos gráficos as classes granulométricas foram transformadas para a escala PHI (f).

As análises química e física dos perfis de solo de cada horizonte existente nos diferentes perfis de solo dos diferentes grupos de solos existentes nessa várzea foram feitas de acordo com as unidades de solo que foram definidas (TIÊ-BI-YOUAN et al., 1983).

Para ordenação das variáveis químicas e físicas oriundos das análises de solos foi aplicada a Análise de Componentes Principais (Matriz de Correlação), seguindo método de Kaiser (MANLY, 1986). O teste foi realizado com auxílio do programa Statistica for Windows Versão 5.5.

## Resultados e Discussão

Os resultados da análise química encontrada nos diferentes perfis estudados foram correlacionados com tabelas de níveis de fertilidade do solo para o Estado de São Paulo, descritos por LOPES e GUIDOLIN (1987), para o cálcio, magnésio, potássio, alumínio, acidez potencial, soma de bases (S), capacidade de troca de cátions efetiva (T), saturação de bases, matéria orgânica e fósforo. Sendo assim, os dados obtidos foram:

- Cálcio: de 0,2 a 19,5 mg.100cm<sup>-3</sup> – muito baixa a muito alta
- Magnésio: 0,3 a 12,0 mg.100cm<sup>-3</sup> – muito baixa a muito alta
- Alumínio: de 0 a 8,4 mg.100cm<sup>-3</sup> – nula a muito alta
- Potássio: de 0,1 a 0,68 mg.100cm<sup>-3</sup> – muito baixo a muito alto
- Sódio: de 0,2 a 2,2 mg.100cm<sup>-3</sup>
- Fósforo: de 1 a 42 ppm – baixo a alto
- Acidez potencial (H + Al): de 1,1 a 28,1 – baixa a muito alta
- Soma de bases (S = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>): de 0,7 a 25,1 mg.100cm<sup>-3</sup> – baixa a muito alta
- CTC a pH 7,0 (T = S + Al<sup>3</sup> + H<sup>+</sup>): de 4,7 a 8,7 mg.100cm<sup>-3</sup> – média a muito alta
- Saturação de bases (V = S/T): 2 a 87% – muito baixa a muito alta
- Matéria orgânica: de 0,8 a 16,7%

Observou-se na transeção estudada uma grande variação no teor de alumínio, ocorrendo solos álicos, distróficos e eutróficos, assim como grande variação em todos os nutrientes analisados, exceto para o sódio, que teve concentrações sempre muito baixas.

Os valores de pH em H<sub>2</sub>O em CaCl<sub>2</sub> e em KCl, expressos em meq.100g<sup>-1</sup> ou mg.100cm<sup>3</sup>, variaram de 4,2 a 6,0, de 3,5 a 5,7 e de 3,4 a 5,4, respectivamente: de elevada a fraca, muito ácidos a levemente ácidos e muito baixa a média.

Através da análise granulométrica, verificou-se a existência de sete compartimentos na área de estudo (Fig. 5). Nos locais onde existiram canais, os sedimentos têm textura mais grosseira (areia grossa), porém não apresentam quantidades significativas dessa classe textural. As amostras dos pontos 7 e 20

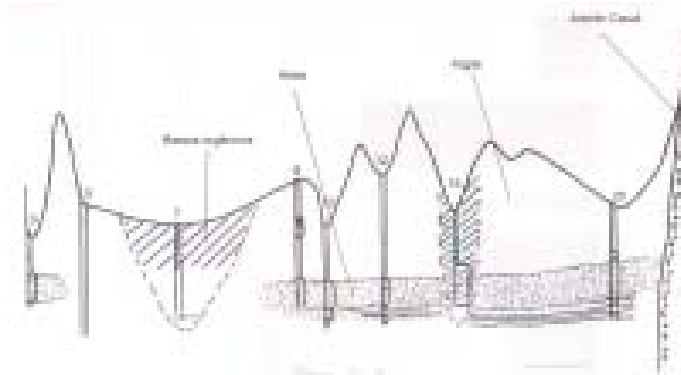


Fig. 5. Pontos de sondagens com os respectivos estratos encontrados

foram perdidas, ambas do horizonte sub-superficial. Não foi possível realizar a leitura do densímetro, devido à grande quantidade de “espuma” formada quando da agitação das amostras na proveta (Fig. 6).

Os resultados apresentados concordam com o proposto por SOUZA FILHO (1994). A planície se divide em três estratos, sendo o inferior mais argiloso, o intermediário de textura mais fina e o superior com textura silto-argilosa. No ponto 7, o paleocanal difere dos demais locais por ter textura mais grosseira.

A análise de componentes principais realizada apresentou 73,65% de explicação da variabilidade dos dados. O fator 1 (38,59%) esteve relacionado com a areia grossa, o pH e a areia fina, positivamente, e com argila e silte, negativamente. O fator 2 (26,89%) associou-se ao cálcio, fósforo, matéria orgânica e potássio, positivamente e o fator 3 (8,17%), ao sódio, negativamente. Os resultados da análise estatística estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Os solos existentes na área de estudo, classificados de acordo com a orientação do CNPS são:



Fig. 6. perfil de Cambissolo.

**Tabela 1.** Número de *Eigenvalues* (fatores), seus valores e porcentagens da variância total e acumulada obtidos na Análise de Componentes Principais.

Fatores	<i>Eigenvalues</i>	% Total da Variância	% Acumulada da Variância
1	5,4032	38,59	38,59
2	3,7644	26,89	65,48
3	1,1433	8,17	73,65

**Tabela 2.** Valores dos coeficientes de correlação das variáveis com os componentes principais 1, 2 e 3 (\* corresponde aos valores mais significativos para cada fator).

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Argila	-0,791914*	0,362788	-0,317347
Silte	-0,787528*	-0,221776	0,142099
Areia fina	0,754603*	-0,309265	0,296233
Areia grossa	0,903345*	-0,007627	0,196600
pH (H <sub>2</sub> O)	0,830085*	-0,178293	-0,254696
pH (KCl)	0,889954*	0,316326	0,190560
pH (CaCl <sub>2</sub> )	0,861054*	0,394013	0,525570
Matéria orgânica	-0,144108	0,741498*	-0,349260
Fósforo	0,076424	0,871605*	0,094858
Sódio	-0,040003	-0,194763	-0,884682*
Potássio	0,223950	0,705363*	0,131544
Cálcio	0,111840	0,928734*	0,049191
Magnésio	-0,069962	0,438925	0,350685
Alumínio	-0,510627	-0,675236	-0,128966

- Gleissolo pouco húmico, A moderado, silto-argiloso álico;
- Gleissolo pouco húmico, A moderado, silto-argiloso eutrófico;
- Cambissolo com A moderado, silto-argiloso álico e
- Gleissolo húmico, A moderado, eutrófico

A seqüência dos solos dentro da barra obedece a um critério: os Cambissolos ocorrem nos diques marginais e os Gleissolos ocorrem na planície, exceção feita ao Gleissolo húmico no dique marginal próximo ao terraço.

A classificação norte-americana (Sétima Aproximação) para os solos encontrados na várzea são Inceptsols e Entissols, existindo sob o regime áquico, com grande quantidade de matéria orgânica e com ambiente fluvial; portanto são os Fluvaquents, os Fluvaquepts e os Humaquept (USDA, 1996).

O estudo pedológico, dentro da visão interdisciplinar e mesmo dentro do escopo do estudo pedológico, requer descrição morfológica, climática e geomorfológica da área de estudo, para a classificação das terras nos sistemas de capacidade de uso.

Esse método de determinação de capacidade de uso é efêmero. Isso decorre do fato da adaptação do mesmo às condições tecnológicas mais recentes. Os dados levantados demonstram que a região deve ser utilizada como área de preservação permanente, quando aplicado o método descrito por LEPSCH (1991), sendo reservada para recreação e proteção da vida silvestre.

Dentre os usos propostos para a área, a extração de plantas medicinais e aromáticas pode ser uma solução. Em anos passados, houve intensa comercialização de produtos oriundos dessa área, a ponto de uma espécie (Ginseng Brasileiro) ter isso praticamente extinta nessa região.

Uma alternativa para a criação de gado bovino é a utilização da várzea como pasto nativo em época de estiagem. Isso ocorre pela existência de maior umidade, mantendo a vegetação mais verde. Porém, em 1996, verificando que não ocorria retorno financeiro com esse tipo de manejo, o proprietário da área simplesmente abandonou os cuidados de roçada e tratamentos culturais na várzea.

Foi tentada a introdução de diferentes espécies e diferentes variedades de capins resistentes ao encharcamento que ocorre durante o período de inundação, porém sem sucesso. Para os pequenos proprietários e produtores familiares, o plantio de milho, feijão arroz e mandioca ainda é alternativa. Porém há grande infestação de plantas daninhas inviabilizando esse cultivo. O risco é grande ao plantar cultura semiperene (mandioca), ou culturas que são mais sensíveis aos teores de água no solo. Com o arroz, devido a falta de técnica desses produtores, as áreas tornam-se imprestáveis após três ciclos de cultivo, devido ao aumento da infestação de plantas daninhas.

A limitação pela baixa fertilidade de algumas regiões das várzeas também é empecilho ao cultivo, havendo grande variabilidade de fertilidade em áreas contíguas. Além disso, a mecanização também é processo difícil, pois os solos são pesados quando úmidos e muito duros quando secos.

Os solos encontrados foram os Cambissolos e Gleissolos. Os Gleissolos têm sérias limitações ao uso OLIVEIRA et al. (1992), devido ao risco de inundação ou alagamentos freqüentes. A drenagem é imprescindível para torná-los aptos a maior número de culturas, pois nas suas condições naturais são utilizados, quando possível, para plantio de arroz, algumas pastagens e olericultura. Nos freqüentemente inundados, somente obras de grande porte como barragens nos rios ou diques marginais, podem diminuir esses riscos.

Pelo desenho das formas existentes na transeção de estudo, podem-se visualizar as declividades maiores quando se focam os paleocanais. CRISTOFOLETTI (1980), quando do estudo de formas e processos em geomorfologia fluvial, descreve as diferentes formas dos diques e das planícies de inundação relacionadas a eles. Isso se observa na transeção em estudo. Os canais têm paredes com maior declividade. Na avaliação da transeção evidenciou-se a existência de dois paleocanais. As planícies são associadas a eles. Há deposição de sedimento sobre planícies associadas a paleocanais mais antigos por sedimentos oriundos de paleocanais mais novos.

Essas formas são decorrentes do movimento da água que fluiu pelos canais e também da água que, quando de uma época de inundação ultrapassa a altura dos diques e que pela diminuição de sua velocidade deposita materiais mais finos carregados por ela (SOUZA FILHO, 1993; MENDES, 1984). Pelo estudo dos canais que se encontram dentro da barra lateral na margem esquerda do rio Paraná, pode-se determinar a seqüência com que eles são “construídos”. Pela superposição desses canais, de acordo com a Lei das Superposições (DANIELS e HAMMER, 1993), os mais novos se sobrepõem aos mais velhos. Se não há truncamento devido a falhas verdadeiras, essa Lei se aplica.

Pode-se observar devido a essa Lei, que há um canal que se sobrepõe a todos os outros dentro da área. É o mais novo. Ele se sobrepõe a vários outros canais, mas a dedução do estudo desse fenômeno mostra que, provavelmente, ele deve

ter existido na área como um único ou no máximo como dois canais, sendo que sua movimentação deu origem aos paleocanais existentes na barra.

A existência de um lençol freático sendo alimentado por água de sub-superfície aflorando na base do terraço, em contato com a barra, deu origem ao solo gleizado existente no dique marginal do paleocanal mais próximo do terraço. Nos diques marginais tem ocorrido Cambissolos, porém no dique próximo ao canal ocorre um horizonte gleizado mais próximo da superfície. A água oriunda do lençol freático que corre em direção ao canal atual do rio Paraná satura a parte inferior do perfil do solo. Quando se analisa a consistência dos solos estudados, percebe-se a dificuldade de utilização de máquinas agrícolas. Como o solo é silto-argiloso, em sua maioria, a probabilidade de ocorrência de compactação é grande. FEDATTO (1993) discute a utilização de solo Gleissolo Humico álico para irrigação e drenagem e a dificuldade de uso dessas técnicas em solo silto-argiloso. Esse autor conclui que, quando seco (nos meses de estiagem), esse solo se torna imprestável para mecanização devido ao aumento da dureza. Quando há uma melhora da umidade do solo, ele torna-se muito difícil de se trabalhar devido à plasticidade e à pegajosidade, não sendo recomendado seu uso para drenagem e irrigação.

A descrição morfológica da consistência do solo quando seco, da área estudada, para os perfis silto-argilosos, varia de dura a extremamente dura. Isso implica que o manejo desse solo é limitado quando do emprego de maquinário agrícola. Quando molhado é extremamente plástico e pegajoso o que também limita o uso de máquinas, além de aumentar o risco de ocorrência de compactação pela movimentação dessas máquinas.

A limitação ao emprego de máquinas agrícolas é também significativamente, principalmente quando os solos Gleissolo Pouco Humico e Gleissolo Humico apresentam alta atividade de argila (OLIVEIRA et al., 1992).

Os Cambissolos apresentam grande diversidade (Fig 6), tão grande que torna difícil o exame coletivo e apreciações generalizadas quanto a qualidade e comportamento para o conjunto desses solos, sem especificar os tipos de Cambissolo e sem ter em conta a disparidade de condições de relevo e clima em que são encontrados (OLIVEIRA et al., 1992). A dificuldade de uso desses solos



em planícies aluviais tem restrições ao uso agrícola quando a drenagem é ruim.

A análise química mostra um complexo de solos, havendo nessa área solos eutróficos e distróficos em áreas contíguas. Isso acontece pela ação do rio em eventos passados e no presente, carregando diferentes tipos de sedimentos de acordo com o clima e condições tectônicas predominantes em cada um desses eventos.

Com maior umidade, há a maior dificuldade de decomposição de matéria orgânica. Há um aumento considerável do teor de matéria orgânica junto ao Gleissolo próximo ao terraço. Isso ocorre pela presença de água. Mesmo assim, os processos de decomposição continuam a ocorrer (MITSCH e GOSSELINK, 1993). Sendo assim, esses solos apresentam em superfície níveis mais altos de matéria orgânica. Associados a matéria orgânica, tem-se o aumento do alumínio (em alguns casos) e conseqüentemente a diminuição da saturação de bases, concordando com RIEDER (1984).

A classificação pela fertilidade determina as condições modificadoras devido a acidez, gleização e toxicidade por alumínio. Esses fatores por si só não refletem toda a complexidade das variações existentes no local. Entretanto, esses parâmetros determinam severos limites para utilização da várzea, avalizando a existência e aplicação do método.

A explicação para a existência de sedimentos bem selecionados (tamanho uniforme em quase toda a transeção) talvez seja pela localização da transeção. Sendo ela na parte mediana, a velocidade da água nesse ponto talvez tenha sido pouco variável em toda essa posição transversal na barra. Isso seria possível se tivéssemos um clima que propiciasse uma deposição rápida e homogênea desses sedimentos.

MENDES (1984) classifica os sedimentos de acordo com seu ambiente de sedimentação em estágios de maturidade textural. Como há apenas quatro classes texturais, de acordo com este autor, esse sedimento é bem selecionado. Os sedimentos do *talus* têm praticamente uma classe textural, já que são oriundos do arenito Caiuá, provenientes de deposição eólica, muito bem selecionada.

Há na planície um notável conjunto de sedimentos em que a granulometria não varia grandemente. No *talus*, os grãos são oriundos do material de origem arenito Caiuá. Nos demais pontos de coleta, há uma notável uniformidade de tamanho dos sedimentos, com apenas quatro classes texturais. Há correlação entre essas classes. Há a interessante associação entre areia fina e argila. Elas são inversamente correlacionadas. Onde existe a deposição de argila há uma sensível deposição de areia fina. Quanto ao silte não houve grande diferença entre os pontos amostrados.

Nas fotos aéreas de diferentes períodos (1953 a 1970), percebe-se um estreitamento do canal. Atualmente, o canal mostra-se completamente tomado por macrófitas (predominantemente *Eichhornia azurea* Kunth). Isso diminui a velocidade da água em superfície e aumenta a deposição das partículas carregadas no canal. No ano de 1996, não foi possível entrar de barco no canal devido a sua pouca profundidade. É grande o desmatamento quando se comparam as duas fotos. Esse fenômeno a montante pode explicar a grande quantidade de sedimentos transportados pelo rio Paraná e o assoreamento em anos anteriores. Outra explicação é a diminuição da velocidade da água do rio pela construção da hidrelétrica de Itaipu.

Na análise de componentes principais as variáveis estudadas apresentaram 75% de explicação dos dados. O primeiro eixo, cuja maior expressão foi a da matéria orgânica, teve como variáveis que foram agrupadas ao seu redor os cátions: potássio, cálcio, magnésio e fósforo. No segundo eixo as variáveis silte, argila e pH estiveram agrupadas. E, no terceiro eixo o alumínio e o sódio. A matéria orgânica é um fator tão importante quanto a granulometria para a determinação da fertilidade do solo segundo essa análise.

FAGERIA et al (1994) constatou que existe uma grande variabilidade no conteúdo de matéria orgânica dos solos de várzea e, em geral, a matéria orgânica diminui com a profundidade do solo. Isso concorda com os dados oriundo do Canal Cortado.

Através da análise estatística há relação entre os elementos cálcio, magnésio, alumínio, fósforo, potássio e porcentagem de matéria orgânica. Com relação ao teor de alumínio, segundo COCHRANE (1989 apud FAGERIA et al., 1994), a

sua saturação é considerada um dos melhores parâmetros de toxidez nos solos tropicais e aproximadamente 60% do teor de saturação de alumínio é considerado tóxico para a maioria das culturas. Na área de estudo, a relação existente entre Al e os nutrientes K, Mg, P e Ca, foi negativa, isto é, quanto o teor de alumínio foi aumentado, diminuíram os níveis desses elementos. Isso concorda com o exposto por FAGERIA et al. (1994) e RIEDER (1984).

Como existem grandes variações na disponibilidade dos diferentes elementos nas áreas de várzea, é necessário um grande cuidado quando da utilização das práticas de manejo, em especial a da fertilização nessas áreas.

A cor, segundo van der BERG et al. (1987b), é uma variável que mostra alta correlação com as características químicas e seu estágio de decomposição tanto quanto a sua quantidade. Na transeção de estudo, a cor indicou a presença de dois compartimentos: o compartimento mais próximo do terraço e o compartimento mais próximo do canal. Os demais foram definidos pela sua textura, pela sondagem e também pela cor.

## Conclusões

A área estudada é inapta para cultivo, com o conhecimento agrícola que se tem atualmente e, para o desenvolvimento econômico da região, a planície de inundação do rio Paraná deve, por conta dos estudos efetuados no compartimento "Canal Cortado", ser destinada a proteção da vida silvestre e recreação.

De acordo com a classificação de terras no sistema de capacidade de uso, toda a área foi classificada como Grupo C, Classe VIII, com subclasses s, a e c; para cada subclasse temos as unidades de uso que são:

- Subclasse s – pouca profundidade e permeabilidade baixa;
- Subclasse a – aquífero freático elevado, risco de inundação, deficiência de oxigênio no solo;
- Subclasse c – ocorrência de geadas.

Pelo método quantitativo (BUOL et al., 1974), a área é classificada como:

- Tipo: A (arenosa), para o *talus*;

- Tipo: AG (textura argilosa a muito argilosa), para toda a barra, exceção feita para o *talus*;
- Condições Modificadoras: a (toxidez por alumínio); h (ácido); g (gleização até 1m de profundidade).

Os solos encontrados na área de estudo, classificados de acordo com as normas da EMBRAPA – CNPS, são: Gleissolo Pouco Húmico; Gleissolo Húmico e Cambissolo. Os solos classificados de acordo com a Sétima Aproximação, o sistema compreensivo de solos, dos Estados Unidos são: Fluvaquents, Humaquents e Fluvaquepts.

Os dados geomorfológicos são coerentes com os dados coletados.

Os solos são hidromórficos e, em sua gênese, os solos dos diques originaram solos com horizonte de subsuperfície incipiente, sendo classificados como Cambissolos ou Fluvaquepts. Os outros solos encontrados são fortemente influenciados pela água, originando Gleissolos Húmico e Pouco Húmico ou Humaquents e Fluvaquents, respectivamente, sendo que há uma forte influência do aquífero freático junto ao terraço e quanto mais distante do terraço, maior a influência da variação do nível de água do rio na gênese do solo. Os Gleissolos ocorreram nas partes mais baixas da área.

A análise estatística evidenciou que os componentes principais das análises efetuadas são a matéria orgânica, as classes granulométricas de menor tamanho (silte e argila): componentes correlacionados. Secundariamente, as classes de textura areia fina e areia grossa, pH em água, pH em KCl e pH em CaCl<sub>2</sub> na determinação das propriedades dos solos. Com a matéria orgânica se associaram os cátions K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, e P (na forma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

A cor foi um importante subsídio para a identificação dos diferentes compartimentos existentes na área. Determinou-se a existência de 7 compartimentos, pela análise das sondagens e outros dados coletados.

A classificação permite inferir que a área de estudo deve ser conservada para recreação e proteção da fauna e flora, sendo imprópria para ser utilizada com qualquer tipo de cultivo, inclusive o de florestas comerciais ou para produção de qualquer outra forma de vegetação permanente de valor econômico, em quaisquer dos métodos utilizados.

## Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A. A. e ZALEWSKI, M. **A planície alagável do alto Rio Paraná: importância e preservação.** Maringá: EDUEM, 1996. 100 p.

ASPINALL, R. J.; MILLER, D. R. e BIRNIE, R.V. Geographical information systems for rural land use planning. **Applied Geography.** v. 13, p. 54-66, 1993.

BERG, M. van der. **Pedological and geomorphological patterns of the alluvial plains of the Ribeira Valley (S.P. Brazil).** 1985. Dissertação (Mestrado) - Agricultural University, Wageningen - Netherlands.

BERG, M. van der; LEPSCH, I.F. e SAKAI, E. Solos de planícies aluviais do vale do Rio Ribeira de Iguape, SP: I. padrões de distribuição. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 11, p. 305-313, 1987.

BERG, M. van der. Solos de planícies aluviais do vale do Rio Ribeira de Iguape, SP: II. Relações entre características físicas e químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 11, p. 315-321, 1987.

BUOL, S. W.; SANCHES, P. A.; CATE, R. B. & GRANGER, M. A. Classificación de suelos en base a su fertilidad. In: ALVARADO, A e BORNEMISZA, E. **Manejo de suelos en la America Tropical.** Raleigh : North Caroline State University, 1974. p. 129 - 144.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo : Edgard Blücher, 1980. 188 p.

CURI, N.; RESENDE, M. e SANTANA, D. P. **Engenharia da irrigação.** Lavras : ESAL, 1987. p. 60-107.

DANIELS, R. B. e HAMMER, R. D. **Soil geomorphology.** New York : John Wiley, 1993. 235 p.

DEFFUNE, G. DEVAIR, J. D.; GALVANI, E. e AVANCINI, M. Classificação climática e índices de aridez para Maringá - PR, de 1976/1992. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 12, p. 3-27, 1994.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1981. 107 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de método de análise de solo da EMBRAPA**. Rio de Janeiro, 1979. 10 p.

FAGÉRIA, N. K.; BARBOSA-FILHO, M. P. & ZIMMERMANN, F. J. P. Caracterização química e granulométrica de solos de várzea de alguns estados brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 2, p. 267-274, 1994.

FEDATTO, E. Construção e revestimento de drenos com auxílio de subsolador tipo torpedo em solo Glei-humico álico. São Carlos : USP, 1993. Tese (Doutorado) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo.

FERNANDES-JÚNIOR, J. L. Efeito da defloculação no ensaio de granulometria de alguns solos em obras viárias no Estado de São Paulo. São Carlos: USP, 1989. 150 p. Dissertação (Mestrado) - USP.

FUEM. Relatório anual do projeto “Estudos ambientais da planície de inundação do rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipu”. Maringá : UEM, 1993.

HENKLAIN, J. C., Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do Estado do Paraná. Londrina : IAPAR, 1989. 160 p.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B. & SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, v. 106, p. 110-127, 1989.

LANESKY, D. E.; LOGAN, B. W.; BROWN, R. G. & HINE, A. C. A new approach to portable vibracoring underwater and on land. *Journal of Sedimentology and Petrology*. v. 49, n. 2, p. 654-657, 1979.

LEMOS, R.C. & SANTOS, R. D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas: SBCS/SNLCS, 1982. 45 p.

LEPSCH, I. F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

LOPES, A. S. & GUIDOLIN, J.A. Interpretação de análise de solos: conceitos e aplicações. São Paulo : ANDA, 1987. 64p.

MAHIQUES, M. M.; TOLENTINO, C. V. & VILALTA, L. E. Desenvolvimento do testemunhador a vibração portátil. Boletim do Instituto Oceanográfico., São Paulo, v. 37, n. 1, p. 75-79, 1989.

MANLY, B.F.J. Multivariate statistical methods. London : Chapman & Hall, 1986. 215p.

MENDES, J.C. Elementos de estratigrafia. São Paulo : EDUSP, 1984. 566p.

MITSCHE, W.J. & GOSSELINK, J.G. Wetlands. New York : Van Nostrand Reinhold, 1993. 722p.

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K. & CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil: Guia auxiliar para o seu reconhecimento. Jaboticabal : FUNEP, 1992. 201p.

PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J. L. & LEPSCH, I. F. Relação solos geomorfologia em várzeas do Rio Moji-Guaçu (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 4, p.181-187, 1980.

PRADO, H. Manual de classificação de solos do Brasil. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 197 p.

RAMALHO FILHO, A & BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Brasília : SUPLAN/MA/SNLCS/EMBRAPA, 1995. 65 p.

RIBEIRO, L. P.; SANTOS, D. M. B.; LIMA NETO, A. I.; SOUZA NETO, L. R.; BARBOSA, M. F. & CUNHA, T. J. F. Levantamento detalhado dos solos,

capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de Plasticultura da Universidade Federal da Bahia/Politeno em Cruz das Almas (BA). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 119, p. 105-113, 1995

RIEDER, A. Características químicas, físicas e físico-hídricas de solos de algumas várzeas de Mato Grosso. Santa Maria : EMATER, 1984. 170 p.

SOUZA-FILHO, E. E. Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (M.S.) e Guaíra (Pr.) São Paulo. São Paulo : USP, 1993. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. Feições do sistema anastomosado pré-atual do Rio Paraná. *Anais do 38º Congresso Brasileiro de Geologia*. Balneário de Camboriú, 1994. p. 407-409.

STANCATI, G.; NOGUEIRA, J. B. & VILAR, D. M. Ensaio de laboratório em mecânica dos solos. São Carlos : Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 1981.

STEVANUX, J. C. The upper Paraná river (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. *Quaternary International*. Great Britain, v. 21, p. 143-161, 1994.

TIÊ-BI-YOUAN, M.; SAKAI, E.; LEPSCH, I. F. & CHAUVEL, A. Caracterização e classificação de solos da Formação Pariquera-açu (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 7, p. 183-190, 1983.

TORRADO, P.V.; DEMATTE, J.L.I. & SPAROVEK, G. Apostila do curso de conservação e manejo de solos. Piracicaba : CALQ. 1995.

USDA. Keys to soil taxonomy. Washington DC, 1996.

VIEIRA, L. S. Manual da ciência do solo: com ênfase aos solos tropicais. São Paulo : Agronômica Ceres, 1988. 464 p.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. & VIEIRA, M. N. F. Solos: propriedade, classificação e manejo. Brasília : MEC/ABEAS, 1988. 154 p.



VOHRA, B.B. Problems related to coordinated control and management of land and water resources - some perceptions derived from the indian experience. In: LUNDQVIST, J ; LOHM, U. ; FALKENMARK, M. Strategies for River Basin Management: Environmental Integration of Land and Water in a River Basin. Dordrecht, Kluwer, 1985. Cap 2, p.63-71.

**Embrapa**  

---

**Algodão**



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

