

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – CURSO DE MESTRADO

FABRÍCIO ANIBAL CORRADINI

**PROCESSOS DE CONECTIVIDADE E A VEGETAÇÃO RIPÁRIA DO ALTO RIO  
PARANÁ - MS**

**MARINGÁ - PR**

**2006**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**

**PROCESSOS DE CONECTIVIDADE E A VEGETAÇÃO RIPÁRIA DO ALTO RIO  
PARANÁ - MS**

**2006**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)**

C823p      Corradini, Fabrício Anibal  
            Processos de conectividade e a vegetação ripária do Alto  
Rio Paraná - MS / Fabrício Anibal Corradini. -- Maringá :  
[s.n.], 2006.  
            80 f. : il. color., figs., tabs.

            Orientador : Prof. Dr. José Cândido Stevaux.  
            Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Mestrado  
Área de Concentração : Análise Regional e Ambiental, 2006.

            1. Planície de inundação - Alto Rio Paraná. 2. Pulso de  
inundação. 3. Unidade geomorfológica. 4. Função FITRAS. 5.  
Posição Topográfica. 6. Geomorfologia fluvial. I.  
Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação  
em Geografia. II. Título.

CDD 21.ed. 551.489

**“PROCESSOS DE CONECTIVIDADE E A VEGETAÇÃO RIPÁRIA DO ALTO RIO PARANÁ – MS”**

Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia, área de concentração: Análise Regional e Ambiental.

Aprovada em **20 de novembro de 2006**.

**BANCA EXAMIDORA**

---

Prof. Dr. José Cândido Stevaux  
Universidade Estadual de Maringá  
(orientador)

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria Tereza de Nóbrega  
Membro convidada – UEM

---

Prof. Dr. Paulo Eduardo de Oliveira  
Membro convidada - UnG

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Cândido Stevaux, meu muito obrigado, pela orientação, estímulo e dedicação no desenvolvimento deste trabalho.

A prof<sup>ra</sup>. Msc. Margarida Peres Fachhini pela amizade de todos esses anos.

Ao Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA) pelo apoio necessário para a realização dos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao Prof. Dr. J. J. Neiff e a Sylvina Casco por toda a dedicação, atenção e hospitalidade em CECOAL – Corrientes, Argentina.

Aos colegas: Orlando Rogério Campanini, Neirielli B. Montina, Pollyana Crocetta Biazin, Marta Gaspar Sala, Sidney Kuerten, Aguinaldo Silva, Marcia Bubena, Erickson Hayakawa, Rafaela Harumi pelo apoio.

A Maria de Moraes e José Luiz pela boa vontade em ensinar e ajudar.

A Maurício da Silva pela viabilidade dos equipamentos de topografia e ao apoio.

A Carolina Barros pela paciência, apoio e carinho em todos os momentos.

A minha família, minha gratidão pelo apoio e incentivo.

Meus eternos agradecimentos...

“A vida é como um rio. Enquanto nos movimenta entre a nossa nascente (o nascimento) e o nosso destino (a morte), as paisagens sempre serão novas. Um rio não deixa de correr jamais. Quando tudo a nossa volta fica mais fácil, as águas se acalmam, nos tornamos mais amplos, mais generosos. De repente o rio entra em uma espécie de buraco, e pára de correr com a alegria de antes. Nestes momentos, a única maneira de sair é contar com a ajuda do tempo. Quanto chegar o momento certo, a depressão se enche, e a água pode seguir adiante. No lugar do buraco feio e sem vida, agora existe um lago que outros podem contemplar com alegria. Embora sejamos únicos, em breve seremos muitos. À medida que caminhamos, as águas de outras nascentes se aproximam, porque aquele é o melhor caminho a seguir. Somos um meio de transporte, como o rio, de folhas, de barcos e de idéias. E que nossas águas sejam, sempre generosas...”

**Paulo Coelho**

Ser como um rio que flui (revista Época, janeiro 2006)

## Resumo:

Geralmente grandes rios, como o Paraná, possuem planícies de inundação que são áreas que se alagam com certa frequência, formando ecossistemas específicos que apresentam alta heterogeneidade na distribuição das espécies. As feições geomorfológicas encontradas no relevo ao longo da planície são marcadas por áreas rebaixadas geralmente alagadas todo o ano, áreas de baixio de alagamento periódico, áreas altas, canais ativos e inativos de escoamento, lagoas, pântanos de *crevasses* e paleocanais e têm sua gênese e dinâmica ligada ao regime hidrológico numa escala temporal variável. O Pulso de inundação como a maior força controladora da biota do rio e da planície e associado à topografia do relevo são os responsáveis por diferentes graus de conexão da água do rio com a planície. A idéia central do trabalho é determinar os elementos e os processos de conectividade como controlador abiótico da vegetação na planície de inundação, entre a foz do rio Paranapanema e a parte central do rio Baía, nas imediações do município de Porto Rico – PR. Para tal proposta considerou os dados hidrológicos entre 1964 e 2003 aplicado ao programa PULSO que definiu os atributos da função FITRAS (frequência, intensidade, tensão, recorrência, amplitude e estacionalidade). Julgou-se necessário o levantamento das cotas altimétricas representadas em 5 perfis transversais através de Teodolito (Estação Total) e clinômetro, considerando o nível da água do rio para aquele dia como cota 0 (zero), corrigido a altitude com o zero da régua linimétrica de Porto São José-PR e com a declividade do canal do rio Paraná. Foi proposto um mapeamento geomorfológico da área por fotointerpretação de fotografias aéreas na escala 1:60.000 de maio de 1996, sendo coletado em cada unidade geomorfológica amostra de solos em profundidade de 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm para análise de granulometria e de fertilidade do solo; e considerou o levantamento florístico para a área de estudo o trabalho *stricto sensu* de Fachini (2001). Definiu-se para a planície 6 unidades geomorfológicas e 2 sub-unidades para as ilhas Unidade Planície Alta (UpA); Unidade Planície Baixa (UpB); Unidade de Escoamento (UE); Unidade Planície Alta/Setor Indiferenciado (UpaSI); Unidade Dique Marginal (UDM) e Unidade Mutum, subdividindo esta última em Sub-unidade Mutum-Alto (SuMA) e Sub-unidade Mutum-Baixo (SuMB). Para cada unidade que apresentou diferentes cotas altimétricas, se obteve diferentes valores nos atributos da função FITRAS, permitindo concluir, que o controle do rio Paraná sobre a vegetação é em decorrência da granulometria do solo que define a permanência da água e da posição topográfica das unidades estabelecendo diferentes graus de conexão com o rio Paraná.

**PALAVRAS-CHAVE:** pulso de inundação, unidade geomorfológica, função FITRAS , posição topográfica

## Abstract

Large rivers, like Paraná, generally have floodplains which are areas that overflow with a certain frequency. As a result, they form specific ecosystems which show high heterogeneity in the species distribution. The geomorphological features found in the relief along the plain are marked by lowered areas that are generally overflowed every year, shallowness areas of periodical flooding, high areas, active and inactive discharge channels, lakes, crevasse swamps, and antique channels whose origin and dynamics are linked to the hydrological system in a variable time scale. The flooding Pulse, as the biggest strength which controls the plain and river biota, associated to the relief topography are the responsible factors for different connection degrees between the river water and the plain. This study aims at determining the connectivity elements and processes as an abiotic vegetation controller in the floodplain, between Paranapanema mouth and the central part of Baía river, nearby Porto Rico town in Parana state. For such a proposal, it considered the hydrological data between 1964 and 2003 applied to PULSO program which defined FITRAS function features (frequency, intensity, tension, recurrence, amplitude, stationality). The survey of the altimetric cotes represented in 5 transversal profiles through Theodolite Total (Station) and clinometer was considered necessary. The river water level for that day was considered as cote 0 (zero) and the altitude was corrected with the zero of the linimetric ruler of Porto São Jose-PR and with the declivity of Parana River channel. A geomorphological mapping of the area was proposed using photointerpretation of aero photographs in the 1:60.000 scale of May 1996, and a soil sample was collected at each geomorphological unit at depths of 0 – 20, 20 – 40, 40 – 60 cm for the granulometric and soil fertility analysis; and the floristical survey was considered for the study area according to Fachini's *stricto sensu* work (2001). 6 geomorphological units and 2 sub-units were defined for the plain of the following islands: Unidade Planície Alta (UpA); Unidade planície Baixa (UpB), Unidade de Escoamento (UE), Unidade Planície Alta/ Setor Indiferenciado (UpaSI): Unidade Dique Marginal (UDM) and Unidade Mutum which is subdivided into Sub-unidade Mutum-Alto (SuMA) and Sub-unidade Mutum-Baixo (SuMB). For each unit which showed different altimetric cotes different values of FITRAS function were obtained, thus it was possible to conclude that Parana River control over the vegetation is due to the soil granulometry which defines the water permanence, and the topographic position of the units which established different connection degrees with Parana river.

KEY WORDS: flooding pulse, geomorphological unit, FITRAS function, topographic position.

## ÍNDICE

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>3</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA NO CONTEXTO REGIONAL .....	5
2.2 OCUPAÇÃO HISTÓRICA DO TERRITÓRIO .....	9
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
3.1 FUNÇÃO FITRAS - ( <i>f</i> Fitras) .....	9
3.2 PARÂMETROS QUÍMICOS .....	11
3.3 PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS.....	12
3.4 DISTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO.....	13
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
5.1 MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	23
5.1.1 Unidade Dique Marginal (UDM) .....	23
5.1.2 Unidade Planície Alto (UpA).....	29
5.1.3 Unidade Planície Baixo (UpB) .....	32
5.1.4 Unidade de Escoamento (UE).....	37
5.1.5 Unidade Planície Alto/Setor Indiferenciado (UpSI).....	43
5.1.6 Unidade Mutum.....	44
5.1.6.1 <i>Sub-Unidade Mutum-Alto (SuMA)</i> .....	51
5.1.6.2 <i>Sub-unidade Mutum-Baixo(SuMB)</i> .....	52

5.2 Análise da Função Fitras.....	53
5.3 Dinâmica de Inundação.....	61
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>66</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de vegetação do alto curso do rio Paraná. Último remanescente do rio Paraná não represado.....	3
Figura 2 - Unidades de Conservação do alto curso do rio Paraná.....	4
Figura 3 - Rio Paraná na região de Porto Rico e confluência com rio Paranapanema, entre as coordenadas 22°46'00" S e 53°13'00" W a 22°41'00" S e 53°20'00" W. A. Ilha Mutum; B. Ilha Porto Rico; C. Rio Baía; D. Barras; E. Ilha Japonesa; F. Ilha Carioca. 1:60.000. CBERS, RGB, 2006.....	5
Figura 4 - Interpretação gráfica dos atributos da fFitras. Mod. Casco (2003).....	111
Figura 5 - Distribuição espacial da vegetação (hipotética). Os diferentes estratos vegetativos se desenvolvem de acordo com o relevo sob influência do nível hidrológico do rio.....	18
Figura 6 - Fotos Aéreas da área de estudo. Faixas de cobertura FX 04 e FX 05, Copel, 1:50.000, Set/96.....	19
Figura 7 - Levantamento Topográfico na planície de inundação.....	20
Figura 8 - Coleta de amostra de solo na planície de inundação.....	21
Figura 9 - Levantamento Florístico de Fachini (2001). Com início na margem esquerda do rio Paraná (PR), passando de forma linear pela Ilha Porto Rico, Ilha Mutum, a várzea e o rio Baía. Mod. Fachini (2001).....	22
Figura 10 - Mapa Geomorfológico.....	75
Figura 11 - Perfil 1: Levantamento Topográfico da Planície de Inundação do alto curso do rio Paraná.....	76
Figura 12 - Perfil 2: Levantamento Topográfico da Planície de Inundação do alto curso do rio Paraná.....	77
Figura 13 - Perfil 3: Levantamento Topográfico da Planície de Inundação do alto curso do rio Paraná.....	78
Figura 14 - Perfil 4: Levantamento Topográfico da Ilha Mutum.....	79
Figura 15 - Perfil 5: Levantamento Topográfico da Ilha Mutum.....	80
Figura 16 - Vista da planície para o canal do rio no sentido NW-SE, destacando a Unidade Dique Marginal – ao fundo.....	25
Figura 17 - Vista da planície para o canal do rio no sentido NE-SW, destacando a Unidade Dique Marginal – ao fundo.....	25
Figura 18 - Representação do estrato arbóreo no dique marginal.....	26
Figura 19 - Limite entre Unidade Planície Alto e Unidade de Escoamento.....	30
Figura 20 - Limite entre as Unidades Planície Baixa e Unidade Planície Alto.....	32
Figura 21 - Faixa de transição entre a Unidade Planície Baixo e Unidade Planície Alto.....	34
Figura 22 - Canal de drenagem antropizado na tentativa de drenar a água excedente.....	35
Figura 23 - Unidade de Escoamento. A foto representa que a profundidade do canal mantém uma estreita ligação com o nível da água.....	38
Figura 24 - Unidade de Escoamento entre as elevações do relevo, que compreende a Unidade Planície Alto.....	40
Figura 25 - Unidade de Escoamento representado por paleocanais que se alternam entre as elevações do relevo.....	41

Figura 26 - Margem Direita da Ilha Mutum. Instalação das espécies de acordo com a sedimentologia e nível fluviométrico.....	52
Figura 27 - Composição florística em paleocanal na Ilha Mutum.....	53
Figura 28 - Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 1, representado pela Figura 11.....	55
Figura 29 - Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 2, representado pela Figura 12.....	56
Figura 30 - Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 3, representado pela Figura 13.....	58
Figura 31 - Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 2, representado pela Figura 14.....	60
Figura 32 - Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 4, representado pela Figura 15.....	61

### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Classificação de fertilidade do solo. Fonte: Raij (1987).....	12
Tabela 2 - Parâmetros químicos da Unidade Dique Marginal.....	27
Tabela 3 - Parâmetros físicos da Unidade Dique Marginal.....	28
Tabela 4 - Parâmetros físicos da Unidade Planície Alta.....	29
Tabela 5 - Parâmetros químicos da Unidade Planície Alta.....	31
Tabela 6 - Parâmetros químicos da Unidade Planície Baixo.....	36
Tabela 7 - Parâmetros físicos da Unidade Planície Baixo.....	38
Tabela 8 - Parâmetros físicos da Unidade de Escoamento.....	39
Tabela 9 - Parâmetros químicos da Unidade de Escoamento.....	42
Tabela 10 - Parâmetros físicos da Unidade Planície Alto/Setor Indiferenciado.....	43
Tabela 11 - Parâmetros químicos da Unidade Planície Alto/Setor Indiferenciado.....	44
Tabela 12 - Parâmetros físicos da Unidade Mutum.....	46
Tabela 13 - Parâmetros químicos da Unidade Mutum.....	49
Tabela 14 - Análise da $f$ Fitras pelo software PULSO para o perfil 1, representado pela Figura 11.....	54
Tabela 15 - Análise da $f$ Fitras pelo software PULSO para o perfil 2, representado pela Figura 12.....	55
Tabela 16 - Análise da $f$ Fitras pelo software PULSO para o perfil 3, representado pela Figura 13.....	57
Tabela 17 - Análise da $f$ Fitras pelo software PULSO para o perfil 4, representado pela Figura 14 (Ilha).....	59
Tabela 18 - Análise da $f$ Fitras pelo software PULSO para o perfil 5, representado pela Figura 15 (Ilha).....	59
Tabela 19 - Influência dos níveis fluviométricos do rio Paraná sobre as duas zonas de inundação do sistema rio-planície fluvial. Retirado de Rocha (2002).....	63
Tabela 20 - Influência dos níveis fluviométricos do rio Paraná sobre as duas zonas de inundação do sistema rio-planície fluvial. Corradini (2006).....	63
Tabela 21 - Síntese das unidades geomorfológicas mapeadas e principais características.....	68

## INTRODUÇÃO

Geralmente grandes rios, como o Paraná, possuem planícies de inundação que são áreas que se alagam com certa frequência, formando ecossistemas específicos que apresentam alta heterogeneidade na distribuição das espécies. As feições geomorfológicas encontradas no relevo ao longo da planície são marcadas por áreas rebaixadas geralmente alagadas todo o ano, áreas de baixio de alagamento periódico, áreas altas, canais ativos e inativos de escoamento, lagoas, pântanos de *crevasses* e paleocanais e têm sua gênese e dinâmica ligada ao regime hidrológico numa escala temporal variável. Agostinho *et al.* (1996), numa abordagem mais ecológica, definem que as planícies de inundação são áreas que inundam sazonalmente e estão submetidas a drásticas modificações em suas características bióticas e abióticas, decorrentes do regime de cheias.

Dentre os elementos abióticos que exercem grande influência no ambiente de inundação, o material transportado por um curso de água, sejam dissolvidos, em suspensão ou de fundo, são de extrema importância no sistema, uma vez que contribuem para a sua morfologia e para a dinâmica de manutenção do ecossistema, principalmente pela reciclagem de nutrientes à biota (CHRISTOFOLETTI, 1981). Esses sedimentos transportados pela água do rio estão sujeitos à rugosidade das margens que obstrui o fluxo do canal e favorece o processo de deposição de partículas criando, dessa forma, diferentes e complexos habitats na planície. Os diferentes habitats e feições geomorfológicas formados são também responsáveis pela instalação da vegetação ciliar no que se refere à diversidade, abundância, frequência e ausência das espécies ali encontradas.

Por sua vez a entrada do material transportado pelo canal na planície está controlada pelos pulsos de inundação que constituem as maiores forças controladoras da biota do rio e da sua planície. O conceito de pulso de inundação incorpora as fases de águas altas (potamofase) e águas baixas (limnofase). Pulso pode ser melhor definido quando a água atinge o nível de transbordamento da planície, caracterizando a fase de águas altas, e em seguida com o abaixamento do nível de transborde entrando em águas baixas; tendo por fim a retomada da água até ao mesmo nível de margens plenas.

Outros atributos do pulso de inundação são a frequência, intensidade, tensão, recorrência, amplitude e estacionalidade (JUNK, 1989). As características topográficas da planície determinam diferentes frequências, intensidades e duração das fases de inundação (pulso). Isto estabelece diferentes graus de conectividade com a planície e com o rio. Neiff

(1990) define a conectividade como uma condição de transferência de organismos, matéria e energia entre o curso do rio e sua planície de inundação.

Alguns trabalhos mencionam o pulso como principal controlador da biota do rio e sua planície de inundação (JUNK, 1989; NEIFF, 1990). Posteriormente, inúmeros estudos adotaram a importância da quantificação da variabilidade hidrológica dos rios com o padrão de paisagem e com a organização do sistema biótico, considerando a série histórica Neiff (1995), Junk (1998), Comunello (2001), Junk (2001), Rocha (2002), Casco (2003), Meurer (2004).

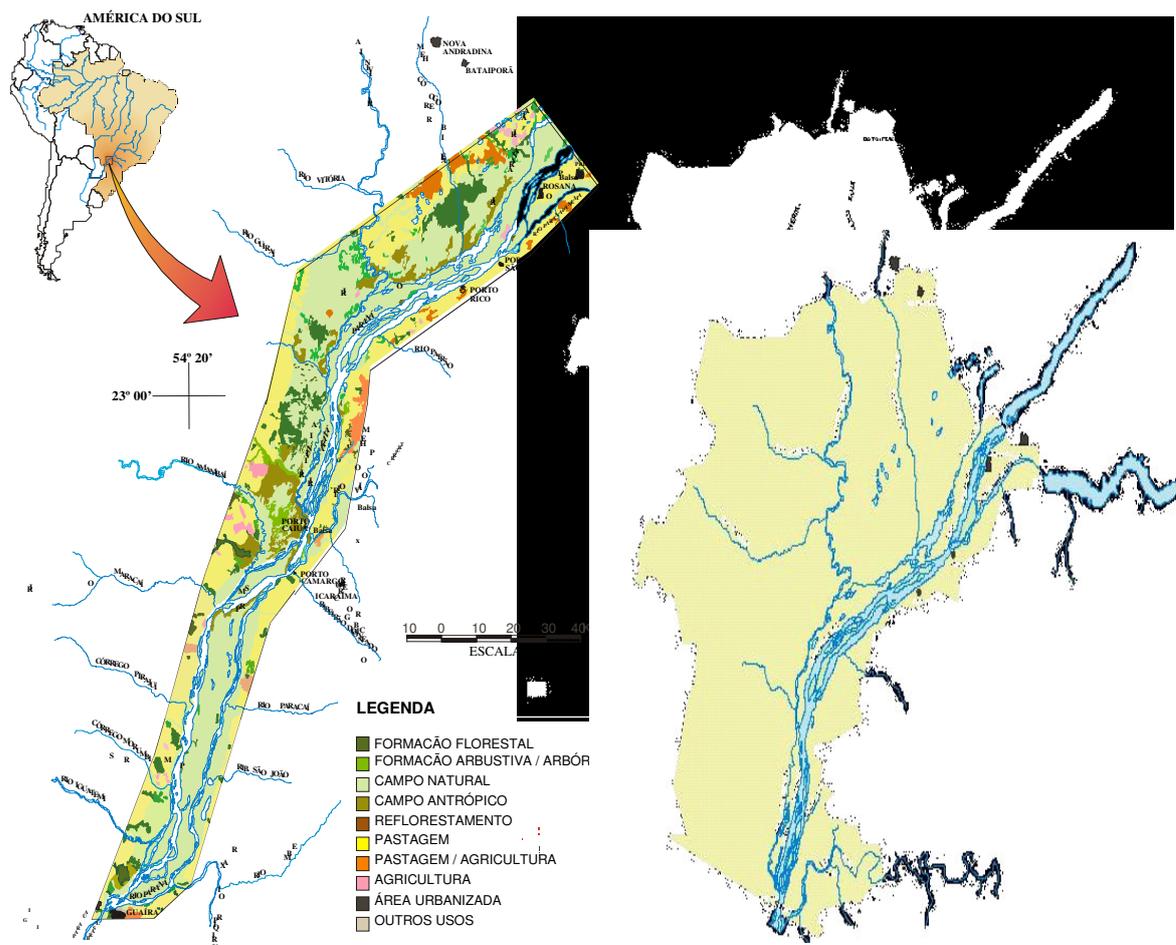
Esta pesquisa busca um melhor entendimento da força do pulso do rio na sua interação com a planície de inundação e na definição da paisagem fluvial e a vegetação como resposta do sistema. A partir da série de dados hidrológicos diários, semanais ou anuais é possível conhecer e estabelecer o número de pulsos e de fases de inundação e de seca, bem como a estação do ano em que ocorreram, a duração e magnitude que alcançaram e a regularidade do regime.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo principal determinar os elementos e processos abióticos de conectividade controladores da vegetação na planície de inundação do rio Paraná em seu alto curso. Pretende também a confecção de um mapa geomorfológico para a área de estudo; o levantamento topográfico da área apresentado em forma de perfis transversais; a interpretação da distribuição das comunidades vegetais; a coleta e a análise da composição textural e química dos solos; a aplicação da função  $f$ Fitas pelo software PULSO em escala temporal, desde 1964 até 2003.

Os resultados discutidos ao longo do trabalho integram o programa Controle Abiótico da Vegetação em Áreas Úmidas (CABAH) financiado pelo “Cooperación Iberoamericana – Programa Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo”, Espanha (CYTED) e Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq).

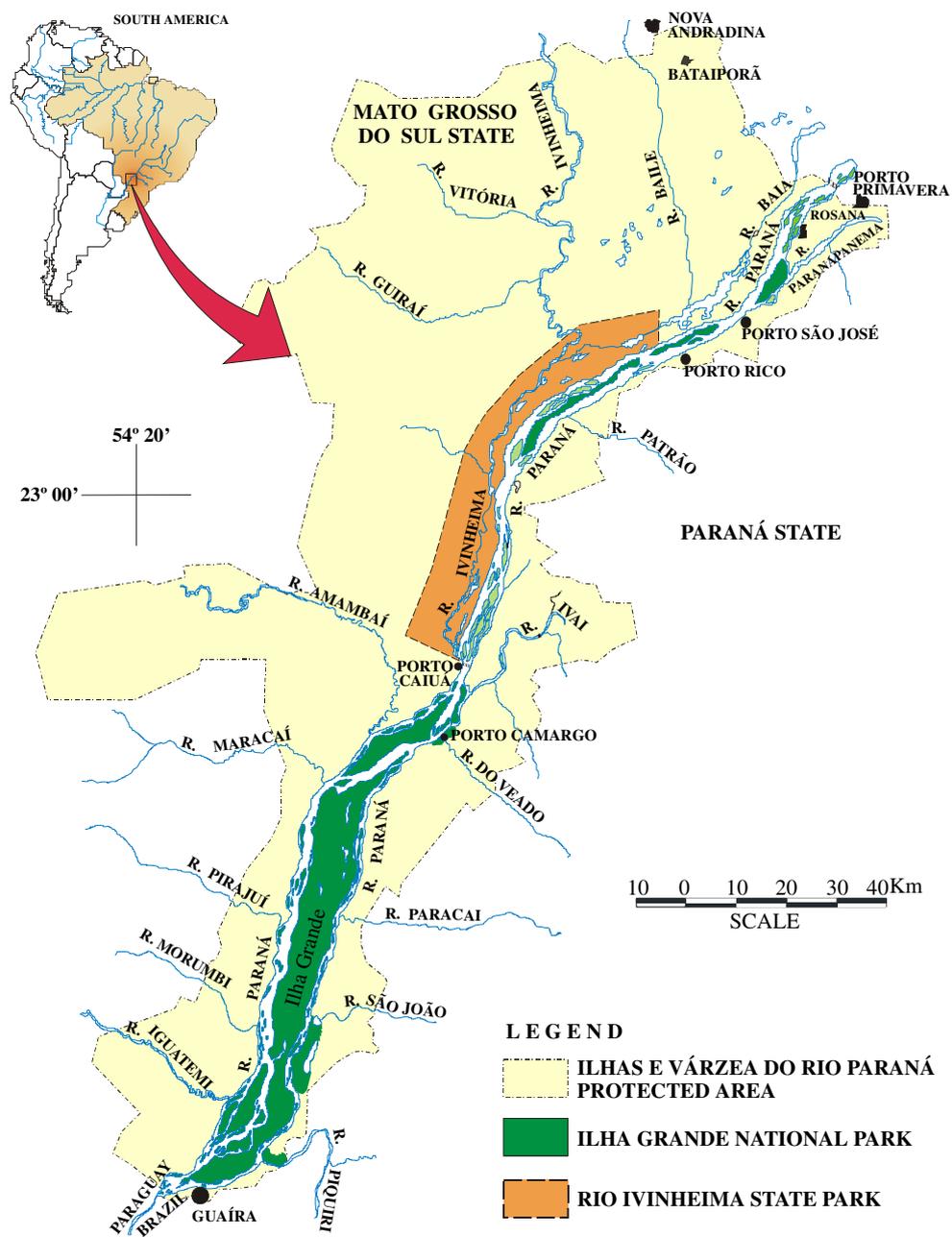
## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No último século passado, todo o canal do rio Paraná foi seccionado com barragens funcionalmente do ponto de vista energético. Ao longo do seu curso a Figura 1 mostra o último segmento não represado do rio. Este integra estudos em longo prazo nas diversas áreas do ambiente.



**Figura 1** – Mapa de vegetação do alto curso do rio Paraná. Último remanescente do rio Paraná não represado

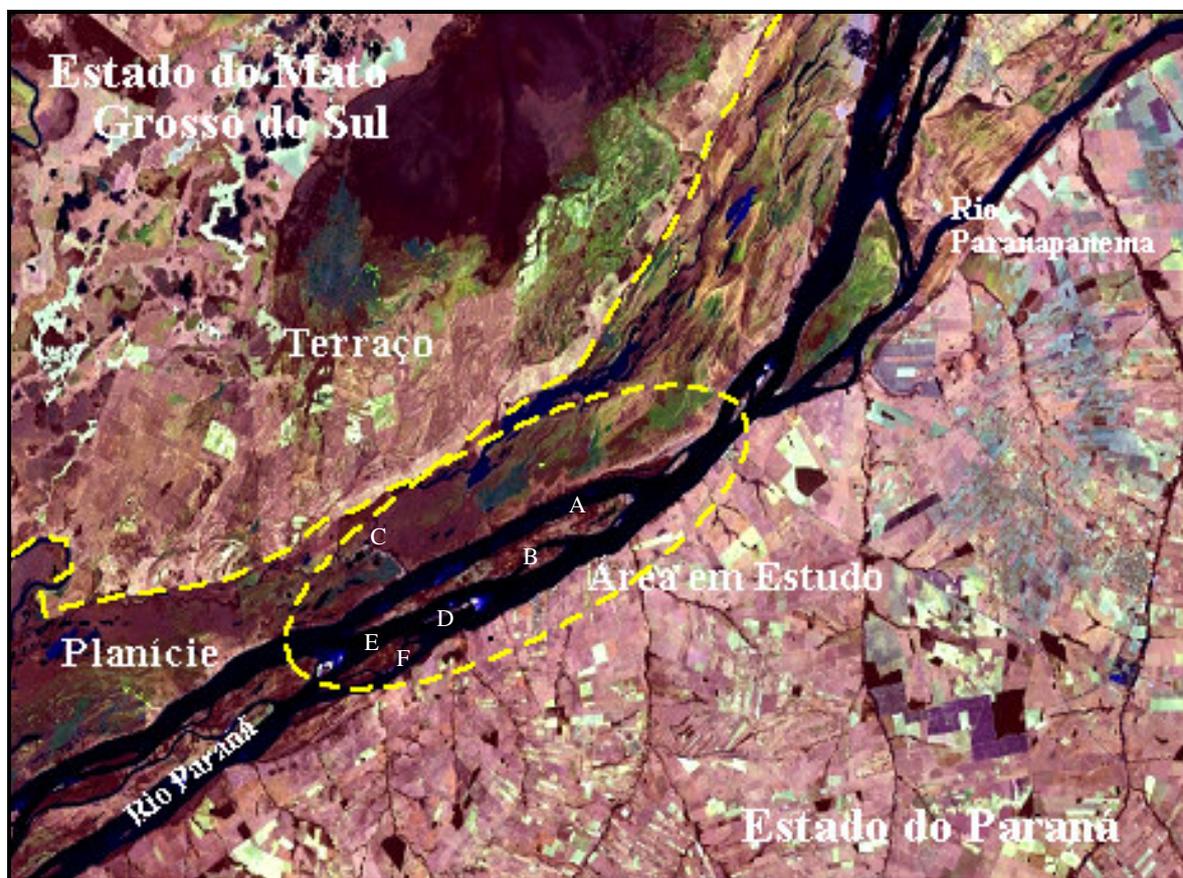
No entanto, este segmento do rio Paraná é o único que apresenta características mais próximas de ambiente natural, ou seja, sem muita interferência da ação antrópica. Conforme representa a Figura 2, este trecho está protegido por unidades de conservação, como o Parque Estadual de Ivinhema, o Parque Estadual de Ilha Grande.



**Figura 2** – Unidades de Conservação do alto curso do rio Paraná

A área de pesquisa está inserida entre a foz do rio Paranapanema e a parte central do rio Baía, mais precisamente entre as coordenadas 22°46'00" S e 53°13'00" W e 22°41'00" S e 53°20'00" W, frente ao município Paranaense de Porto Rico, trecho médio do alto curso do

rio Paraná (Figura 3). Este se localiza nos limites da Área de Proteção Ambiental do Parque Estadual das Várzeas do Ivinhema, iniciado em 1998.



**Figura 3** - Rio Paraná na região de Porto Rico e confluência com rio Paranapanema, entre as coordenadas 22°46'00" S e 53°13'00" W a 22°41'00" S e 53°20'00" W. A. Ilha Mutum; B. Ilha Porto Rico; C. Rio Baía; D. Barras; E. Ilha Japonesa; F. Ilha Carioca. 1:60.000. CBERS, RGB, 2006.

## 2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA NO CONTEXTO REGIONAL

As estruturas geológicas exercem importante papel na distribuição dos depósitos aluvionares e na sua disposição ao longo das calhas. Tais estruturas são resultados de movimentos recentes sofridos pelos blocos compartimentados por alinhamentos estruturais, (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997).

Santos *et al* (1992) caracterizam a margem esquerda com litologias específicas, com arenitos consolidados da Formação Caiuá (Cretáceo), que formam barrancos altos e estáveis de 10 a 20 m de altura que margeiam o rio Paraná, verificando ainda, a presença de pequenas

áreas de várzea. O arenito aflora também no fundo dos vales dos pequenos tributários dessa margem. Os arenitos suprabasálticos (arroxeados) da Formação Caiuá recobrem quase toda a região Noroeste do Estado do Paraná apresentando duas fácies distintas: Porto Rico, inferior, composto por arenitos finos e médios, com estratificação caracteristicamente eólica; e Mamborê, superior, com arenitos finos e evidências de origem flúvio-lacustre (SOUZA-FILHO e STEVAUX, 1997).

A geomorfologia da área é definida por Stevaux (1993), estando a Unidade Porto Rico situada na margem esquerda do rio Paraná, com formas de relevo suave constituído por colinas achatadas com caimento sutil em relação ao rio, com cotas entre 280 e 400 m. A cobertura da unidade é constituída por depósitos coluviais, ligada a pedogênese do arenito de Formação Caiuá.

A Unidade Taquaruçu também denominada de Terraço Alto (SOUZA-FILHO, 1993) está localizada na margem direita do rio Paraná, possui relevo relativamente plano, atingindo altitudes de 250 a 280 m. Esta Unidade é constituída de material predominantemente arenoso, com moderada quantidade de argila. As feições mais marcantes são o conjunto de lagoas, com forma circular ou subcircular.

A Unidade Fazenda Boa Vista também denominada de Terraço Baixo (SOUZA-FILHO, 1993), na margem direita do rio Paraná, apresenta relevo suave e diferenciado, com altitudes de 240 a 245 m, parcialmente cobertas por leques aluviais, marcados por um conjunto de paleocanais. A maior parte fica encharcada, decorrente da proximidade do aquífero, mantido por couraças lateríticas do substrato. Esta unidade é formada por entalhamento do Terraço Médio durante o processo de formação da planície fluvial.

A Unidade Rio Paraná também Planície Fluvial (SOUZA-FILHO, 1993) considera a própria planície de inundação, que se estende por uma faixa de 6 a 12 km e um comprimento de 90 km, ocupando uma superfície plana e a cobertura vegetal é a principal forma de realce das formas de relevo. Destaca-se por apresentar três associações faciológicas de depósitos: sendo cascalho polimítico arenoso, areia estratificada e seixosa e lama arenosa.

A planície aluvial do rio Paraná abrange uma área com duas feições distintas, o Terraço Baixo e a Planície Fluvial, de acordo com Stevaux (1994) que definiu estas feições em unidades geomorfológicas. As características geomorfológicas da região foram também descritas por Santos (1991); Kramer (1998); Fortes (2003) e Kramer (2004).

De forma geral, Souza-Filho e Stevaux (1997) descrevem o rio Paraná como multicanal e com talvegue principal situado junto à margem esquerda. Para jusante de Porto Rico o canal do Paraná (seção únicanal) encontra-se dividido por extensos arquipélagos até as proximidades da foz do rio Ivinhema, onde se apresenta novamente um trecho de canal único. No seguimento estudado o rio Paraná apresenta um padrão de canal anastomosado, onde ilhas vegetadas relativamente longas separam o canal principal em canais secundários de diferentes hierarquias. Além disso, a razão largura/profundidade, nunca inferior a 200 e a ocorrência de barras arenosas centrais e laterais dão ao mesmo tempo um caráter entrelaçado ao canal (STEVAUX & CORRADINI, 2006 *no prelo*).

No trecho da área de estudo o rio Paraná apresenta canais múltiplos, com largura total de 4,5 km e vazão média de  $8.600 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Sua planície de inundação se desenvolve apenas na margem direita com largura de 8 a 10 km de extensão até sua borda, com o terraço Fazenda Boa Vista (STEVAUX, 1994). A margem esquerda é formada por um paredão de 10 a 20 m de altura constituída por arenito cretáceo da Formação Caiuá.

O processo de formação das ilhas é ainda não muito estudado, mas devem ter origem dupla associada à formação de barras centrais e ao desenvolvimento lateral de barras anexadas. Entre as ilhas Japonesa, Carioca, Mutum, Chapéu Velho e Porto Rico encontram-se dois canais principais, dos quais o esquerdo é sempre maior e mais profundo. Inúmeros canais secundários separam as ilhas, permitindo uma configuração de padrão multicanal (SOUZA-FILHO e STEVAUX, 1997). Na área de estudo o rio é dividido em dois grandes braços e um canal menor por duas ilhas maiores, a Ilha Mutum e a Ilha Porto Rico.

A ilha Porto Rico possui forma alongada, com um comprimento aproximado de 2,5 km, largura de 1 km e área de aproximadamente 96 ha. O solo é derivado de sedimentos aluviais, o que provoca, quando sem cobertura vegetal, o desmoronamento de porções do barranco ao rio. Durante o pico das cheias, a ilha é parcialmente inundada. A vegetação é composta basicamente por pastagens nativas e reduzidos capões de mata. As espécies arbóreas são principalmente do gênero *Croton*, *Caesalpinia*, *Inga*, *Ficus*, *Spondias* e *Genipa* (VERÍSSIMO, 1999).

A ilha maior, Mutum, tem cerca de 15 km de extensão, largura máxima de 2 km, e área de aproximadamente de 250 ha. Apresenta a forma alongada típica das ilhas fluviais e suas áreas mais baixas são alagadas pelas águas do rio Paraná durante os períodos de cheia. O solo é do tipo arenoso e recoberto por pastagens, abrigando remanescentes florestais ripários

classificados como sucessionais. Como representantes arbóreos tem-se *Cecropia pachystachya*, *Inga uruguensis*, *Triplaris americana*, *Zygia cauliflora*, *Croton urucurana*, (VERÍSSIMO, 1999).

A área em estudo está inserida em dois grandes domínios vegetacionais, o do Cerrado, no Estado de Mato Grosso do Sul e São Paulo (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2003) e o da Floresta Estacional Semidecidual no Estado do Paraná, com várzeas e matas ripárias como elementos típicos desse ambiente. A distribuição das espécies, entre esses domínios de vegetação está relacionada à rede de drenagem do rio Paraná e de seus afluentes (SOUZA *et al.*, 1997). Cobertura florestal melhor detalhada na Figura 1.

A vegetação não-florestal está representada em áreas de formações pioneiras com influência fluvial que, de acordo com o IBGE (1992), distribuem-se ao longo das planícies fluviais e ao redor das áreas deprimidas das planícies de inundação (pântanos e lagoas). Nos terrenos úmidos e encharcados da planície, ressacos, canais secundários e lagoas, onde ocorre maior sedimentação, encontra-se uma vegetação palustre representada por *Panicum* sp, *Paspalum repens*, *Sagittaria montevidensis*, *Pontederia* sp e *Ludwigia* spp, dentre outras (IBGE, 1992).

EMBRAPA (1981) define a cobertura pedológica para a margem esquerda do rio Paraná como Latossolo Vermelho Distrófico, textura média; enquanto nas várzeas predominam solos Gleissolos. Quanto à margem direita, denomina o solo Aluvial Eutrófico de textura argilosa. Nos conjuntos dos diferentes subsistemas que ocorrem na planície de inundação, os solos são poucos desenvolvidos e possuem textura argilosa, proveniente de sedimentos aluviais não consolidados.

Podem ser encontrados, nas partes que permanecem alagadas boas partes do ano, os solos gleyzados indiscriminados, que incluem o gley pouco húmico, o gley húmico, hidromórfico cinzento e areias hidromórficas. Caracterizam-se pelo excesso de água no perfil, pelo acúmulo de matéria orgânica no horizonte superior ou pela presença de cores cinzentas e mosqueadas nos horizontes inferiores (BARCZYSCZYN, 2001). Kramer (1998) refere-se aos planossolos como solos associados ao relevo plano e de área rebaixada ao longo dos vales fluviais e próxima as lagoas.

Nimer (1997) classifica o clima da região como tropical subquente, úmido, com um a dois meses secos, sendo a temperatura média anual de 20°C e precipitações superiores a 1.500 mm/ano.

## 2.2 OCUPAÇÃO HISTÓRICA DO TERRITÓRIO

De acordo com Agostinho *et al.* (1996) os primeiros focos de ocupação da região noroeste do Paraná tiveram início em 1939 com a fundação da colônia de Paranaíba-Paraná sob o controle do próprio Estado, com distância de 80 km do rio Paraná. Até 1960 o processo de colonização foi marcado por muitos conflitos pela posse da terra, envolvendo migrantes advindos do Estado de São Paulo e do Nordeste brasileiro que plantavam café e algodão. Na metade da década de 1960, o café era cultivado apenas nas pequenas propriedades e o algodão, mandioca e milho eram predominantes nas médias e grandes propriedades. O censo demográfico de 1970 registrou um aumento populacional na zona urbana, aliado à expulsão dos pequenos proprietários, arrendatários e parceiros para dar lugar à prática da pecuária extensiva (ROSA, 1997).

Entre os anos de 1970 e 1980 houve uma diminuição da população na região com o fim do plantio do café e o advento de novas formas de cultivo empregadas. Após a derrubada da mata, se aproveitaria a fertilidade do solo por dois anos na prática de lavoura temporária, sendo que anos seguintes essas áreas viriam a ser ocupada por pastagens, expulsando a população das fazendas, que veio a ocupar as grandes ilhas.

As enchentes de 1982/83 definitivamente expulsaram os ilhéus para os centros urbanos como mão-de-obra ociosa, acarretando em novos conflitos. No entanto, os fazendeiros passaram a usar as ilhas no deslocamento do gado nos períodos de seca quando suas pastagens eram insuficientes (ROSA, 1997). Ainda, Agostinho *et al.* (1996) caracterizam a região como área de conflito entre a população ribeirinha que ao mesmo tempo expulsa e absorve, sendo nas ilhas área de refúgio para essa população, que mantém a agricultura de subsistência.

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 FUNÇÃO FITRAS - (fFITRAS)

A função Fitras é uma nova metodologia na avaliação dos impactos, nas mudanças e adaptações das espécies controladas pelo regime hidrológico. Através da aplicação da fFitras é possível determinar a frequência, intensidade, tensão, recorrência, amplitude e estacionalidade de cada evento de transbordamento de água. Esta função é dada pelo software PULSO, desenvolvida originalmente por Neiff (2001) e atestada por Casco (2003). Neste caso a autora

justifica a heterogeneidade das espécies, o crescimento vegetativo, e o desenvolvimento das raízes na planície do rio Paraná na confluência do rio Paraguai entre as águas baixas e os períodos alternantes de inundação e seca do solo. Explica-se ainda a dinâmica dos sistemas bióticos dos rios, envolvendo análises de fenômenos recorrentes, como as inundações e os períodos de seca e as fases de pulso hidrossedimentológico.

PULSO foi desenvolvido originalmente para explorar algumas relações quantitativas entre as características ecológicas de áreas degradadas como distribuição e abundância de espécies e as diferentes fases de inundação. No entanto, existem diferentes posições topográficas ao longo da planície, o que é possível determinar os atributos da *f*Fitras, tais como índice de intensidade, frequência, periodicidade e duração das fases de inundação e de seca, e o grau de conectividade entre a planície e ao rio. Em relação a esses atributos entende-se por (Figura 4):

*Intensidade*: é definida o conteúdo de água em movimento que passa por um local fixo em unidade de tempo (vazão).

*Frequência*: caracteriza, em um intervalo de tempo, a ocorrência de um mesmo fluxo de certa intensidade. A frequência de ocorrência é inversamente proporcional à intensidade

*Tensão*: é a diferença entre a intensidade máxima e a intensidade mínima atingida em escala temporal.

*Recorrência*: corresponde a probabilidade estatística de um evento de inundação ou de seca em uma determinada magnitude dentro um século ou de um milênio. Este valor é dado pela frequência relativa (Neiff, 1996).

*Amplitude*: pode ser entendido como a permanência da água em cada ambiente, a uma determinada frequência de tempo.

*Estacionalidade*: pode ser entendido também como permanência da água, ou seja, representa uma forma de variação regular ou oscilatória das vazões, com mudanças diárias, sazonais ou seculares, relacionando-se a vazões que se repetem em intervalos regulares de tempo (DESTEFANI, 2005).

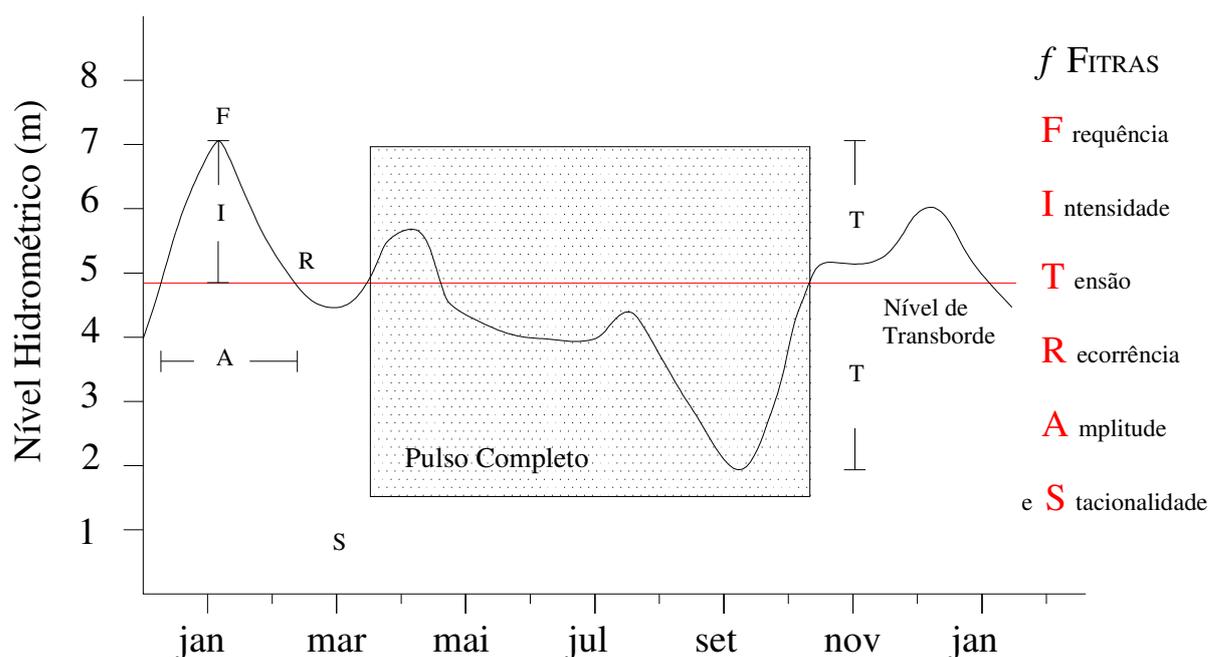


Figura 4 – Interpretação gráfica dos atributos da fFitras. Mod. Casco (2003)

### 3.2 PARÂMETROS QUÍMICOS

Cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) são considerados íons positivos disponíveis no solo, enquanto a matéria orgânica e argila correspondem aos íons negativos. A fertilidade do solo é dada de acordo com a disponibilidade e adsorção iônica entre cátions e ânions.

De acordo com Tomé (1997), o pH em Cloreto de Cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) é sempre inferior que o pH em água. De acordo com sua classificação o solo com pH em água menor que 5,0 é considerado como de acidez elevada, entre 5,0 a 5,9 de acidez média e, de 6,0 a 6,9 de acidez baixa. Para o autor o valor do pH tende a aumentar com a profundidade em condições naturais e ressalta que em solos ácidos a regra torna-se geral, ou seja, o valor do pH aumenta nas camadas mais baixas em comparação com as camadas mais superficiais. Quanto maior a acidez do solo, maior será a disponibilidade dos micronutrientes como o Fe, Cu, Mn, Zn e toxidez por Al. Em contrapartida menor será a presença dos macronutrientes como Ca, Mg e K.

Os teores de matéria orgânica do solo são resultados do balanço entre processos de adição de material orgânico, como restos de plantas e perda na decomposição desses materiais

pelos microorganismos. Nas condições de climas com temperaturas elevadas e alta umidade, a produção de biomassa (elevada adição) tem uma mineralização rápida, que, somada ao preparo anual do solo para seu cultivo, dificilmente apresentará teores elevados de matéria orgânica (TOMÉ, 1997). Sirtoli *et al.* (1999) destaca como regra, que o teor de matéria orgânica deve diminuir com a profundidade. No sistema pedológico, o nível de teor em matéria orgânica é alto, quando superior a 25 gr/dm<sup>3</sup>, médio de 15 a 25 gr/dm<sup>3</sup> e baixo quando atinge valores inferiores a 15 gr/dm<sup>3</sup>.

Outros parâmetros freqüentemente utilizados na interpretação das análises químicas é o cálculo da Soma de Bases (SB) e a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), que juntos definem a saturação por bases (V%). O primeiro indica a soma dos teores de Ca, Mg, K e, ainda, eventualmente Na. O segundo corresponde ao total de cargas negativas que o solo apresenta cuja representatividade se dá pela soma dos teores de todos os cátions presentes (Ca, Mg, K, Na, H + Al). Por último, o cálculo do V% fornece uma idéia do estado de ocupação das cargas da CTC, do total das cargas negativas presentes no solo, e equivale à proporção ocupada pelos cátions úteis (Ca, Mg, K) (TOMÉ, 1997). Este é definido, em porcentagem, pela razão do SB e CTC, sendo um importante dado por ser um indicativo das condições gerais da fertilidade do solo. De acordo Raij (1987), os valores de CTC inferiores a 5,1cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> são considerados baixos, entre 5,1 a 10,4 médios e superior a 10,4 altos.

No que concerne ao V%, pode-se classificar o solo em três grupos de acordo com a saturação por bases e saturação por alumínio (Tabela – 1):

Tabela 1 – Classificação de fertilidade do solo. Fonte: Raij (1987)

Solos eutróficos	Férteis	V% ≥ 50%
Solos distróficos	Pouco férteis	V% < 50%
Solos álicos	Muito pobre	Al Trocável ≥ 0,3 cmol/dm <sup>3</sup>

### 3.3 PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS

O transporte de sedimentos varia tanto em perfil vertical como ao longo do transecto, principalmente em áreas de planície. Esses ambientes são marcados por uma complexa dinâmica que envolve desde a litologia da bacia até o seu uso. As características texturais de um sedimento podem ser quantificadas pela estatística descritiva de sua distribuição granulométrica, associadas a tendências centrais (média e desvio-padrão) e tendências caudais (assimetria e curtose).

A distribuição granulométrica pode colaborar na interpretação dos atributos da *f*Fitras visto que possui uma estreita relação com os dados gerados, por exemplo na permanência da água no solo, além de possuir obter dados de percolação no solo e escoamento.

Assim, o diâmetro médio reflete a média geral do tamanho dos grãos do sedimento, sendo afetado pela fonte de suprimento do material, pelo processo de deposição e pela velocidade de transporte (SUGUIO, 1973). O desvio-padrão é um parâmetro granulométrico de tendência central que fornecerá o grau de seleção dos sedimentos. A assimetria relaciona o diâmetro das partículas, maiores ou menores, representando partículas mais finas ou mais grosseiras. Se a assimetria for negativa, a média será menor e a distribuição se achará desviada para os valores de  $\phi$  menores ou para as partículas grosseiras. Por outro lado se a assimetria for positiva a distribuição se achará desviada para o lado dos valores  $\phi$  maiores ou para as partículas mais finas.

Segundo Suguio (1973) curtose é à medida que retrata o grau de agudez dos picos nas curvas de distribuição de frequência. Essa medida de curtose indica a razão de espalhamento médio das caudas de distribuição em relação ao desvio-padrão. O valor da curtose para uma distribuição normal é 0,67, mas, se a curva for mais aguda que a curva normal, os valores serão menores que 0,67 e, nos casos de curvas menos agudas que as normais, os valores serão maiores que 0,67.

#### 3.4 DISTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO

Este capítulo é considerado de suma importância para entender a distribuição espacial da vegetação na planície de inundação na área de estudo. No entanto, o levantamento florístico não faz parte dos objetivos propostos, mas são *chaves* de entendimento do regime paleohidrológico e hidrológico do rio. As informações apresentadas baseiam-se nas pesquisas desenvolvidas na área pelo Consórcio Intermunicipal para Conservação do Remanescente do

rio Paraná e Áreas de Influência (1996), Campos e Souza (1997), Fachini (2001), Souza e Cislinski *et al* (1996).

Os autores citados acima mencionam que a área do rio Paraná, de modo geral, apresenta ora características de floresta estacional semidecidual e ora de cerrado, sendo considerada como ambiente de transição e com certo grau de instabilidade ou heterogeneidade nos parâmetros ecológicos. De acordo com a classificação do IBGE (1992), áreas de transição são denominadas áreas de tensão ecológica ou ecótonos. Dos diferentes ambientes identificados na composição florística e fisionômica de toda a região do rio Paraná, apontaram-se cinco deles dentro das formações da Floresta Estacional Semidecidual, ao longo das margens e nas orlas elevadas das ilhas, e cinco em Formações Pioneiras de Influência Fluvial, para o interior das orlas das ilhas, em baixios e depressões do terreno. De acordo com o Consórcio Intermunicipal para Conservação do Remanescente do rio Paraná e Áreas de Influência (1996), para o segmento de estudo tem-se a seguinte classificação:

**1) Floresta Aluvial:** presente nas orlas mais elevadas das ilhas, já que mantém a mesma fisionomia e composição das florestas das margens continentais sujeitas a inundações, incluindo espécies madeireiras de alto valor comercial. Foram consideradas como Formações Pioneiras as comunidades vegetais localizadas sobre solos instáveis, como Orgânicos e Podzóis, que predominam no interior das ilhas, variando entre campos, várzeas e formações florestais onde muitas árvores apresentam raízes aéreas, como característica de adaptação às flutuações do nível da água.

**2) Floresta Estacional Semidecidual Aluvial:** é característica da grande depressão pantaneira mato-grossense, sempre margeando os rios da bacia hidrográfica do Paraguai, com espécies adaptadas a inundações ocasionais em função do regime hídrico. No rio Paraná ocorrem ao longo das margens baixas, onde não há paredões, e nas orlas das ilhas, em geral mais elevadas que o interior. São espécies características, a estopeira ou jequitibá, tarumã, sapopema, cedro, ipês, ingás e figueiras. Atualmente, esta formação encontra-se, quase na totalidade, reduzida a capoeiras e capoeirões dominados pela embaúba, com sub-bosque representado pelo pau-de-sangue e taquarais.

**3) Floresta Semidecidual Submontana:** típica de solos mais profundos e enxutos, livres de inundações. As áreas florestadas remanescentes dessa formação vegetal, que não ocorre nas ilhas, estão situadas nas encostas acima dos paredões de arenito das margens continentais do rio Paraná, cujo relevo íngreme dificultou a retirada de madeira.

**4) Formações Pioneiras de Influência Fluvial:** dominantes nas ilhas, referem-se à porção interior das mesmas, onde predominam solos Orgânicos ou Podzóis, tipicamente encharcados. São assim denominadas por tratar-se de comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas ou, então, das depressões alagáveis todos os anos. Dependendo da intensidade e duração das inundações, a vegetação varia desde associações florestais praticamente puras de cedro d'água ou guanandi (*Calophyllum brasiliense*), espécie cuja distribuição vai da Amazônia ao litoral sul do país, até formações campestres também brejosas de composição variada, com plantas herbáceas e arbustivas das famílias *Melastomataceae*; *Malpighiaceae*; *Onagraceae*; *Malvaceae*; *Lythraceae*; *Poaceae* e *Cyperaceae*. Para estas famílias foram encontradas por Fachini (2001) na área de estudo as seguintes espécies: *Leandra* sp, *Mouriri guianensis* Aubl., *Tibouchina* sp; *Heteropteris* sp, *Malpighiaceae* 1; *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) H. Hara, *Ludwigia* cf. *sericea* (Cambess.) H. Hara, *Ludwigia* sp; *Hibiscus cisplatinus* St. Hilaire, *Hibiscus* sp, *Malvastrum americanum* (L.) Tour., *Pavonia communis* A. St. Hil., *Pavonia* sp, *Sida* sp, *Urena lobata* L.; *Cuphea calophylla* Cham.& Schltdl., *Cuphea carthagenesis* (Jacq.) J.F. Mabre., *Cuphea melvilla* Lind. E para as duas últimas famílias, *Poaceae* e *Cyperaceae* todas graminóides. Os ambientes das lagoas interiorizadas, assim como da margem continental, também se encaixam neste grupo, com vegetação ciliar arbórea circundada por campos brejosos de grande extensão.

**5) Formação Pioneira:** ainda que temporárias, as associações vegetais são basicamente herbáceas e colonizam bancos de areia expostos por períodos prolongados. Essas comunidades vegetais estabelecem-se com grande rapidez durante períodos de estiagem e são pouco duradouras, extinguindo-se cada vez que o nível da água volta ao normal.

Campos e Souza (1997) com base na estacionalidade climática dentre as quatro maiores formações vegetais no país, para essa região fitoecológica (área de estudo), destacam-se apenas duas: floresta estacional semidecidual aluvial e floresta estacional semidecidual submontana e ainda formações não-florestais.

Na primeira formação, floresta estacional semidecidual aluvial está bem distribuída sobre a planície aluvial e algumas ilhas do rio Paraná, em sua margem direita e nos principais afluentes na margem esquerda. Estas se distinguem em três agrupamentos:

**1) Agrupamento situado em solos altamente hidromórficos:** situados em solos freqüentemente cobertos pelas águas dos rios, permitindo o desenvolvimento das espécies

arbóreas altamente seletivas, formando florestas muito abertas, constituídas de poucas espécies. Estudos de caso realizados por Previdello e Souza *et al.* (1996) apontaram como espécies colonizadoras desses ambientes *Cecropia pachystachya*, *Inga affinis*, *Croton urucurana*, *Colubrina retusa*, dentre outras encontradas.

**2) Agrupamento em áreas mais enxutas e melhor drenadas:** nessas áreas bem drenadas, a vegetação apresenta mais densa onde se sobressaem *Sloanea guianensis* e *Ficus* spp e outras espécies bastante freqüentes compondo o estrato das arvoretas *Rheedia brasiliensis*, *Eugenia* sp, *Guateria* sp e outras. Este levantamento realizado pela Eletrosul (1996) e por Campos e Souza (1997). Souza-Stevaux e Cislinski (1996) identificaram a vegetação de uma área do trecho superior como proposta na avaliação do potencial para reflorestamento, encontrado *Cecropia pachystachya*, *Unonopsis lindmanii*, *Peltophorum dubium*, *Inga affinis*, *Albizzia hasslerii* e outras com exceção de *Sloanea guianensis*.

**3) Agrupamentos situados em áreas sobre diques aluviais:** constituí áreas de diques aluviais formadas por vegetação mais densa, com estratos emergentes superiores a 20 m de altura. O trabalho realizado por Souza-Stevaux *et al.* (1995) efetuado sobre essas áreas foram encontradas: *Sloanea guianensis*, *Cecropia pachystachya*, *Guarea macrophylla*, *Triplaris americana*, *Unonopsis lindmanii*, *Piper tuberculatum*, *Zygia cauliflora*, entre outras.

As formações não-florestais estão representadas pelas áreas de formações pioneiras com influência fluvial que abrigam aos redores de pântanos, lagoas e lagoas. Trata-se de uma vegetação de primeira ocupação de caráter edáfico, que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de solos ribeirinhos aluviais e lacustres. Os autores ainda ressaltam que são formações que pertencem ao *complexo vegetacional edáfico de primeira ocupação*.

Nos terrenos que permanecem maior época do ano alagados encontram-se macrófitas aquáticas flutuantes livres, sendo: *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Paspalum repens*, *Cyperus* spp, entre outras. Já nas áreas de solos úmidos e encharcados, encontra-se uma vegetação paludícola das quais *Sagittaria montevidensis*, *Ludwigia* spp, *Eleocharis elegans*, *Eleocharis* spp, *Hibiscus* sp, *Pfaffia irisinoidea*, além de outras gramíneas e ciperáceas (FUEM.PADCT-CIAMB, 1993).

Em áreas mais enxutas e sujeitas a inundações esporádicas há predominância de vegetação graminosa, podendo encontrar espécies tais como *Panicum prionitis*, *P. mertensii*, *P. maximum*, *Paspalum conspersum*, *Setaria geniculata*, *Cyperus digitatus*, *Pfaffia irisinoidea*, *Lippia alba*, *Solanum orbignianum*, *Euphorbia* sp e outras.

Cabe ressaltar, que a vegetação nos corpos d'água está sob influência da frequência e intensidade, no tempo, e dependem dos fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos, edáficos e hidrológicos.

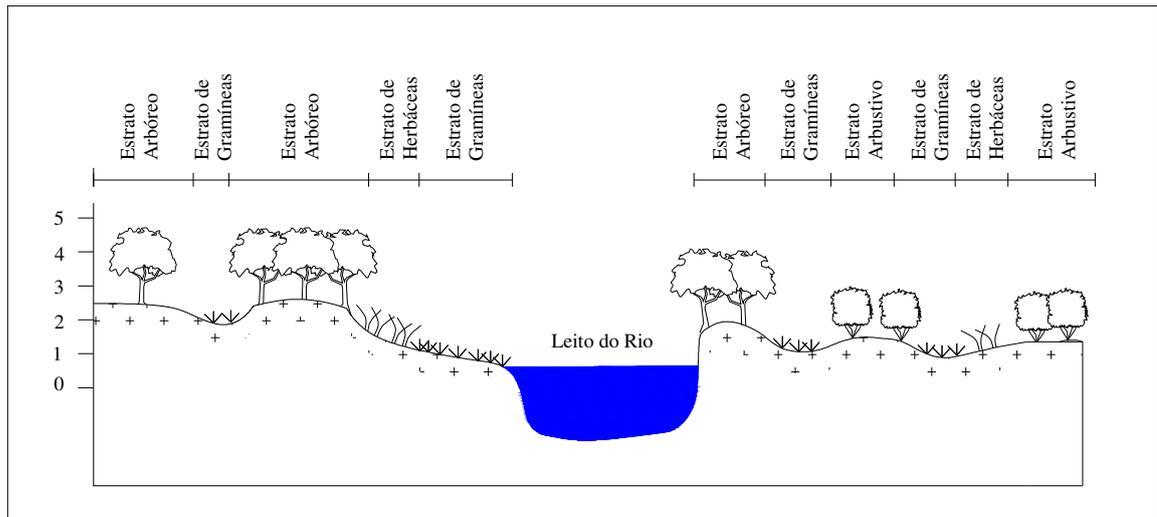
Entretanto, a água no solo que se relaciona com o regime pluviométrico, com a topografia local, incluindo desníveis das margens, com os traçados dos rios e os tipos de solos, é o maior condicionante da vegetação. Sua influência é alterada pela frequência, intensidade e duração das inundações (Figura 5).

Os solos que normalmente são encontrados sob estas formações são formados preponderantemente por um processo denominado de adição e apresentam uma variabilidade muito grande quanto às características químicas e mineralógicas (CORREA, 1998).

No entanto, Fachini (2001) identificou as tipologias vegetacionais, distribuindo-as em transecções fitofisionômicos no sentido transversal ao rio, com resposta das seguintes questões: 1) as espécies quanto à presença, abundância, frequência e ausência; e 2) das unidades geomorfológicas, uma vez que a vegetação desenvolve em resposta a dinâmica do ambiente, podendo trazer valiosas informações para as ciências correlatas.

Os tipos fisionômicos que Fachini (2001) destacou são às pastagens com árvores isoladas, a várzea herbácea, a várzea arbustiva/herbácea e a mata ciliar.

A tipologia das espécies vegetais em diferentes níveis topográficos e o grau de conexão com o regime fluvial, a margem esquerda são composta por forrageiras, predominando *Panicum maximum* e invasoras comuns de pastagens, na presença de algumas nativas da região, tais como *Lippia alba* e *Herreria montevidensis*. Os indivíduos arbóreos isolados são remanescentes da floresta estacional semidecidual submontana, sendo comuns *Albizzia hasslerii*, *Anadenanthera colubrina*, *Lonchocarpus muehlbergianus* e *Machaerium* sp (FACHINI, 2001).



**Figura 5** – Distribuição espacial da vegetação (hipotética). Os diferentes estratos vegetativos se desenvolvem de acordo com o relevo sob influência do nível hidrológico do rio

A vegetação herbáceo-arbustiva pode ser encontrada em todas a planície de inundação, com exceção aos diques marginais. O estrato graminoso, é composto por *Panicum prionitis*, *P. sabulorum* e *Paspalum repens*, entre outras espécies encontradas.

A vegetação ciliar pode ser observada sobre os diques marginais e nas Ilhas que estão sujeitos a alagamentos periódicos. Neste tipo de vegetação Fachini (2001) considerou as espécies típicas da vegetação ciliar para o estrato arbóreo, como *Inga verna*, *Croton urucurana*, *Cecropia pachystachya*, *Nectandra falcifolia*, *Annona coriacea*, *Triplaris americana*, *Piper tuberculatum*, *Celtis iguanaea*. Sendo a sua ocorrência principalmente, nas áreas mais elevadas da ilha *Rollinia emarginata*, *Tabernaemontana catharinensis* e *Zygia cauliflora*.

A várzea arbustiva encontra-se em toda a planície de inundação, com altitude média de 235 m, sobre solos aluviais e hidromórficos, sujeitos a alagamentos periódicos. O estrato herbáceo é composto por gramíneas de espécies nativas e invasoras. O estrato arbustivo tem a *Mimosa pigra*, *Croton urucurana* jovem e algumas trepadeiras *Smilax campestris* e *Paullinia elegans*.

Os demais tipos de vegetação que ocorrem em outros transectos como várzea herbácea arbustiva, pastagem com árvores isoladas estão fora do segmento de estudo por este trabalho, mas que podem ser consultada por Fachini (2001) para maiores complementações.

#### 4 METODOLOGIA

As unidades registradas foram mapeadas de acordo com a metodologia utilizada por Souza-Filho (1993) e Stevaux (1994) para fotointerpretação, que consiste em fotoleitura (aquisição de dados) e fotoanálise (observação das relações entre os elementos obtidos). Foram utilizadas as fotos aéreas de 1996, na escala de 1:50.000 que recobrisse a área de estudo (Figura 6).

Os *overlays* foram rasterizados por meio de dispositivo de *scanner* de mesa, posteriormente georreferenciados no programa AutoCAD. A carta base altimétrica na escala 1:40.000 da Companhia Furnas Centrais Elétricas – 1980 digitalizada pelo *software* CAD, para o levantamento da hidrografia, das curvas de nível e dos pontos cotados.

Outras bases cartográficas foram admitidas como auxílio à Folha Topográfica SF-22-Y-A-V (Loanda) na escala de 1:100.000 (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) e Departamento de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro) e perfis transversais topobatimétricos na escala de 1:10.000 (Eletrosul).



**Figura 6** – Fotos Aéreas da área de estudo. Faixas de cobertura FX 04 e FX 05, Copel, 1:50.000, Set/96

O levantamento topográfico em transecto linear se dá pelo conhecimento da posição topográfica de cada unidade mapeada. E os perfis topográficos na planície amostrados em função do maior número de unidade (Figura 7).



**Figura 7** – Levantamento Topográfico na planície de inundação

A cota 0 (zero) de cada perfil é o nível do rio, sendo corrigido com a declividade do rio Paraná, entre a régua linimétrica, a montante, com 231,8 m de altitude (município de Porto São José – PR) até o ponto inicial de cada perfil. Souza-Filho e Stevaux (1997) consideram para este trecho do rio uma declividade de 7 cm/km.

A leitura da régua linimétrica para aquela data do levantamento topográfico subtraindo com a declividade do rio até o ponto inicial de cada perfil, se tem à altitude para cada cota 0 (zero) de cada perfil.

Para a planície as cotas foram aferidas com teodolito estação total para os perfis 1 e 3 (Figura 11 e Figura 13 - Anexo). O perfil 1 a jusante da estação fluviométrica com 6.071,71 m e declividade de 46,92 cm. O perfil 3 dista da estação fluviométrica com 15.164,64 m e declividade 106,15 cm. Os dados foram corrigidos e amostrados pelo *software* Topograph 98.

Na ilha Mutum, todos os pontos topográficos ao longo do perfil foram georreferenciados e conferidos com clinômetro análogo, estádia, bússola, GPS e trena. Para este perfil mantêm uma distância de 12.945,47 m da régua linimétrica e declividade de 90,62 cm no perfil 5 (Figura 15).

A coleta de amostras de solos baseou-se nas recomendações da Embrapa (1999) e Tomé (1997). Foram retirados, com trado do tipo holandês amostras com 500gr de solo, aproximadamente, de cada ponto de amostragem, e de 20 em 20 cm (0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm). A amostragem em camadas profundas é altamente recomendável em áreas experimentais, pelo fato de muitas vezes mascarar respostas da dinâmica de mobilidade dos nutrientes, além de conhecer o perfil do solo. O trado utilizado e a quantidade de amostras extraídas basearam-se nas indicações da Embrapa (1999), seguindo a mesma classificação

textural para um melhor agrupamento e entendimento dos dados obtidos, conforme apresenta as tabelas de parâmetros físicos ao longo do corpo do trabalho.

A parte física (análise textural) do solo seguiu a metodologia de Suguio (1973), utilizado no Laboratório de Sedimentologia e Palinologia, GEMA – Grupo de Estudos Multidisciplinares Ambiental.

A areia passada por peneiras de diâmetros na escala phi, 0,00 (areia muito grossa, entre 2,0 a 1,0 mm); +1,00 (areia grossa, entre 1,0 a 0,5 mm); +2,00 (areia média, 0,50 a 0,25 mm); +3,00 (areia fina, 0,25 a 0,125 mm) e +4,00 (areia muito fina, de 0,125 a 0,062 mm). Para a argila (0,0039 – 0,0005 mm) e silte (0,062 – 0,0078) utilizou-se o método das pipetas, encontrando maiores detalhes em Suguio (1973).

Nas análises químicas do solo efetuou-se a extração dos elementos de macronutrientes  $H^+$  +  $Al^{3+}$  (acidez potencial),  $Al^{3+}$  (alumínio trocável),  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$ , P, C e o pH em  $H_2O$  e  $CaCl_2$  e micronutrientes Fe, Cu, Mn, Zn, B e S.

Para a determinação das análises químicas adotaram-se os métodos de Embrapa (1999) e Iapar (1992).

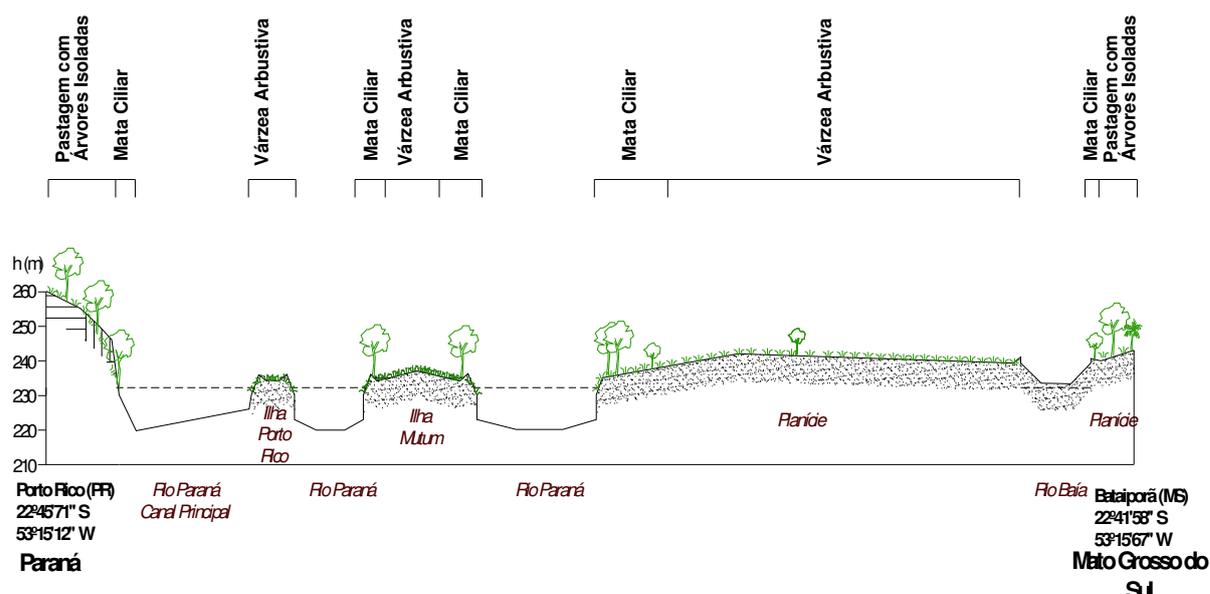


**Figura 8** – Coleta de amostra de solo na planície de inundação

A fisionomia da vegetação considerou o trabalho de Fachini (2001) que apresentou a identificação e a distribuição da vegetação ao longo de três perfis transversais à planície de inundação do rio Paraná, sendo que dois deles cruzaram a área estudada neste trabalho. Todavia os perfis apresentados por essa autora não consideraram a variação altimétrica para a distribuição das plantas, enfatizando apenas o comportamento horizontal da vegetação (Figura 9). O primeiro perfil a montante, tem início na fazenda Bom Futuro (MS) até a margem

esquerda do rio Paraná (PR), passando de forma linear pelo rio Baía, a várzea e as ilhas Mutum e Porto Rico, alocados 11 pontos de amostragem. A segunda transecção teve ponto de partida na fazenda Rio Brilhante (MS) e término a jusante do sítio urbano de Porto Rico (PR), passando a margem direita do rio Baía, a várzea, a foz do rio Baía e as ilhas Mutum, Carioca e do Pacu, com 10 pontos amostrados.

Aos dados hidrológicos, o rio Paraná possui, ao longo do seu curso, 3 estações fluviométricas, sendo para o seu alto curso a Estação Porto São José (22°43'00" S e 53°10'00" W) que mantém os registros de cotas e vazões diariamente desde 1964 a uma altitude de 231,8 m e 11 km a montante do município de Porto Rico, PR. Esta estação opera sob o controle da Divisão de Águas do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) desde 1964 (código 64575003) e pela Itaipu Binacional – Companhia de Produção de Energia Elétrica desde 1985 (código 64575000).



**Figura 9** – Levantamento florístico de Fachini (2001). Com início na margem esquerda do rio Paraná (PR), passando de forma linear pela Ilha Porto Rico, Ilha Mutum, a várzea e o rio Baía. Mod. Fachini (2001)

Os registros hidrológicos foram quantificados pelo *software* PULSO com a função *fFitras*, para inferir o regime de variabilidade em cada unidade de paisagem da planície, mediante a função de pulso. Através dos episódios de pulso para a planície será possível determinar os períodos de transbordamento, a amplitude, intensidade, período de retorno, recorrência, frequência e estacionalidade.

Este método, utilizado por Casco (2003), será aplicado no reconhecimento da fisionomia da vegetação e a sua posição topográfica, para estabelecer a influência local do regime hidrológico sobre a vegetação.

## **5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **5.1 MAPA GEOMORFOLÓGICO**

Na elaboração do mapa evitou-se a inclusão de parâmetros sedimentares e a origem na definição das unidades geomorfológicas. Porém, as definições das unidades geomorfológicas foram baseadas nos aspectos estruturais e texturais da superfície da fotografia aérea, tendo a toponímia embasada pela gênese e variações topográficas aferidas em campo.

O mapa (Figura 10 - Anexo), abrange as ilhas Porto Rico, Chapéu Velho, Carioca, Japonesa, Mutum, o canal do rio Baía e a planície de inundação, como objeto de estudo deste trabalho, abrangendo uma área terrestre total de 70,05 km<sup>2</sup>, aproximadamente. Sendo assim, foi possível destacar 6 unidades e 2 sub-unidades, sendo:

- Unidade Dique Marginal (UDM);
- Unidade Planície Alto (UpA);
- Unidade Planície Baixo (UpB);
- Unidade de Escoamento (UE);
- Unidade Planície Alto/ Setor Indiferenciado (UpaSI)
- Unidade Mutum;
  - Sub-unidade Mutum-Alto (SuMA);
  - Sub-unidade Mutum-Baixo (SuMB).

#### **5.1.1 Unidade Dique Marginal (UDM)**

No mapa geomorfológico (Figura 10 - Anexo) a unidade é representada pelos diques marginais (Figura 16 e Figura 17) e leque de crevasse (*crevasses splay*) em alguns trechos das margens do rio, ocupando uma pequena extensão na planície de inundação e restringe-se a uma estreita faixa orientada, de forma geral, no sentido do fluxo, compreendendo 2,27 km<sup>2</sup> ou 3,24% da sua área.

Sua superfície apresenta mais íngreme a 237,6 m seguindo um suave declínio que acompanha a declividade da calha fluvial até a foz do rio Baía com 236,4 m de altitude (Figura 11, Figura 12 e Figura 13). A outra face tem inclinação suave para o lado da planície, tendo em média 235 m de largura e encontram-se diques marginais ora agrupadas e ora espaçados em centenas de metros, apresentando classe textural que varia em muito argiloso e franco areia muito fina (Tabela 3).

Rocha (2002) define *diques marginais* como formas deposicionais de transbordamento, de textura areno-argilosa, que ocorrem à margem dos canais ativos e inativos do sistema. Destacam-se na paisagem pela posição mais alta e pela presença de vegetação arbórea bem desenvolvida.

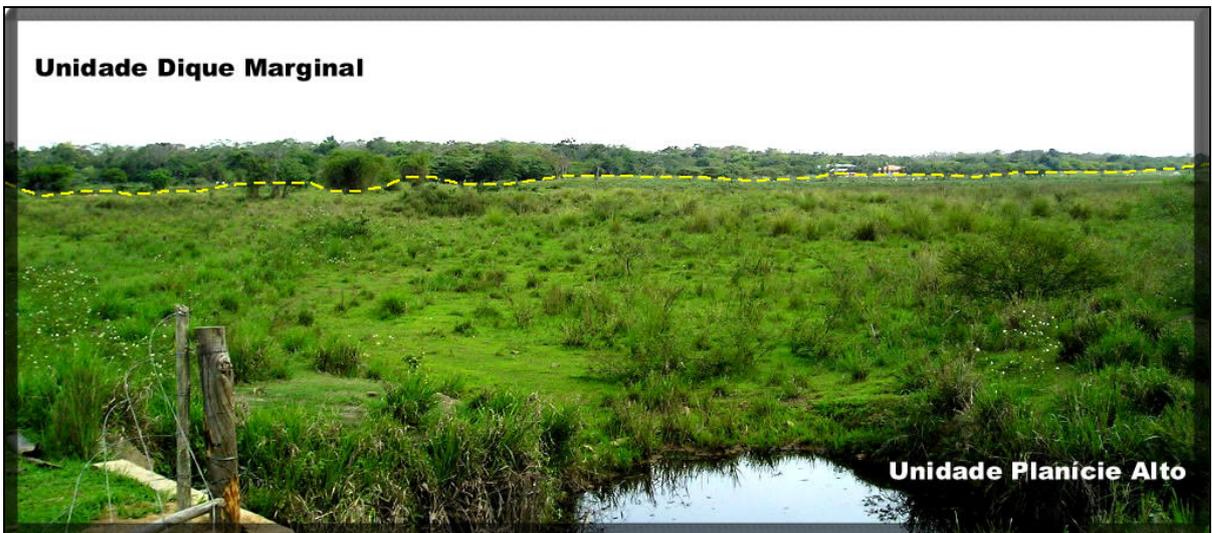
A sua gênese está ligada ao regime anastomosado relictos em sucessão de períodos de cheias, transbordando e perdendo energia por atrito e depositando os sedimentos que são transportados na margem.

Fortes (2003) relata que a seleção dos depósitos ocorre pelo material mais grosseiro (areia fina), alojando-se na superfície mais alta, e os sedimentos mais finos (argila) que escoam com maior facilidade para dentro da planície. O que confere os pontos PL – 1 (Tabela 3), na presença de areia muito fina e PL – 6 com areia fina e areia muito fina.

O dique marginal não condiciona apenas o desenvolvimento da planície aluvial, interferindo na capacidade de transporte de carga do canal, mas quanto maior for à espessura do dique, menor volume de água é transbordado, aumentando com isso a velocidade de fluxo e sua competência (STEVAUX, 1993). O autor propõe uma divisão em termos faciológicos para os sedimentos dos diques em três unidades: 1) unidade basal arenosa; 2) unidade média lamosa, intensamente bioturbada; 3) unidade superior rítmica com granocrescência e espessamento ascendente.



**Figura 16** - Vista da planície para o canal do rio no sentido NW-SE, destacando a Unidade Dique Marginal – ao fundo



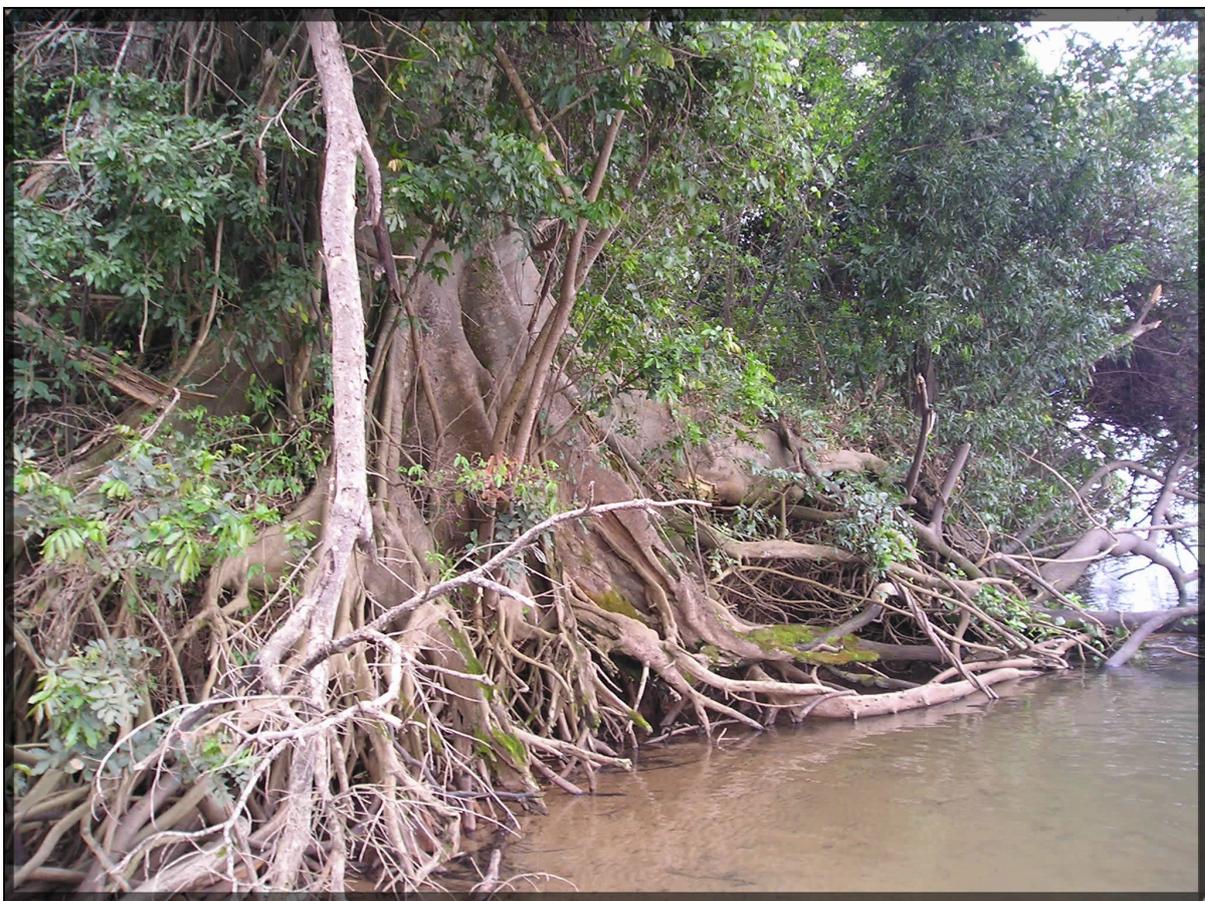
**Figura 17** - Vista da planície para o canal do rio no sentido NE-SW, destacando a Unidade Dique Marginal – ao fundo

Já, Souza-Filho (1993) afirma que seus depósitos estão constituídos por areia fina maciça, areia fina com estratificação sigmoidal, areia com marcas onduladas cavalgantes e argila maciça. São mais espessos que os depósitos do canal na planície.

Os *crevasses* são formados pelo rompimento do dique marginal, em período de águas cheias, facilitando a entrada dos sedimentos suspensos que posteriormente se depositam,

formando com o decorrer dos anos uma nova camada sedimentar. Estes aparecem principalmente a montante da unidade mapeada e se estende até a 2 km à jusante. Outra ocorrência está presente no rio Baía (Figura – 12) em forma de leque mantendo uma forma deposicional constituída por sedimentos colúvio-aluviais superposta aos demais níveis estratigráficos.

Nestes ambientes a formação florestal que se desenvolve ao longo dos corpos d'água denomina-se de floresta ripária ou ciliar (SOUZA, 1998), conhecida em seu porte arbóreo (Figura 18). Na área deste estudo distribui-se em algumas faixas ao longo do rio Paraná e em pelo menos alguma extensão de seus afluentes e nas ilhas, encontrando este tipo de vegetação nesta unidade, podendo variar os estratos florísticos em *crevasse*.



**Figura 18** - Representação do estrato arbóreo no dique marginal

O pH em água mostra uma variação próxima entre as profundidades, porém segundo Tomé (1997), o pH em água atinge valores inferiores a 5,0, ou seja solos com acidez elevada. O ponto PL – 1 em sua camada superior (0 – 20 cm) e o ponto PL – 9 apresentam solos ácidos, o que confere para PL – 1 (20 – 60 cm) e PL – 6 solos com acidez média (Tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros químicos da Unidade Dique Marginal

Prof. de coleta (cm)	pH		H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mgdm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%	
PONTO PL-1 - Planície											
0 – 20	4,81	4,00	8,22	1,2	2,7	1,7	0	7,37	14	12,6	34,6
20 – 40	5,2	4,3	4,99	1	3,5	2,3	0,2	7,37	7,4	11	54,8
40 – 60	5,24	4,3	5,58	1,1	3,3	2,8	0,2	8,03	5,84	11,8	52,8
PONTO PL-6 - Planície											
0 – 20	5,49	4,44	4,43	1,00	2,45	1,98	0,98	10,23	12,07	9,84	55,0
20 – 40	5,80	4,53	3,49	0,80	1,58	1,41	1,72	11,11	7,01	8,20	57,4
40 – 60	5,79	4,51	3,97	0,85	1,77	1,34	2,12	9,35	7,40	9,20	56,8
PONTO PL-9 - Planície											
0 – 20	4,81	3,81	9,26	1,10	0,85	0,46	0,04	10,12	12,27	10,61	12,7
20 – 40	4,73	3,76	9,98	1,18	1,28	0,81	0,30	10,45	19,69	12,37	19,3
40 – 60	4,79	3,76	11,76	1,25	0,33	0,29	0,05	9,35	7,01	12,43	5,4

A variação do pH na vertical tem um aumento em profundidade (0 a 60 cm) em PL – 1, o que significa condições naturais do ambiente. Para PL – 6 e PL – 9 não segue a mesma regra e mostra a influência antrópica na unidade Dique Marginal.

Para esta unidade verificou CTC média para PL – 6 e alta para PL – 1 e PL – 9. A saturação por bases (V%) indica que em PL – 1 a 0 – 20 cm apresenta característica de solo distrófico, sendo de 20 a 60 cm solos eutróficos com boa disponibilidade dos macronutrientes. Para o ponto PL – 6 solos eutróficos e PL – 9 solos distróficos e álico a 40 – 60 cm de profundidade.

O teor de argila é reduzido quando comparado com as demais unidades da planície. Observa-se que há uma fração inferior a 50% de argila nos pontos PL – 1 e PL – 6, e em contrapartida uma melhor distribuição em areia muito fina e silte chegando em alguns casos a ser superior a 50% de areia muito fina.

A variação da taxa de sedimentação na vertical (em profundidade), quanto à argila, silte e areia, nunca são superiores a 10%. Entretanto, na horizontal (ao longo da unidade) os teores chegam a variar até 52%.

Para o ponto PL – 9 observa-se maior teor de silte e argila, em função da dinâmica local e de proximidade da confluência do rio Paraná com o rio Baía. Independente do ângulo de confluência existe uma particularidade que varia de acordo com a natureza do rio, com a

velocidade dos fluxos e com o material que cada canal transporta. Há ainda a presença maior de vegetação arbórea nas margens de ambos os rios, funcionando como *filtro* e impedindo maior sedimentação por essas frações mais grosseiras (areia fina e areia muito fina).

Tabela 3 – Parâmetros físicos da Unidade Dique Marginal

Prof. de coleta (cm)	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia muito Fina	Silte	Argila	Classificação textural
Porcentagem Acumulada (%)								
Ponto PL-1 - Planície								
0 – 20	0,00	0,26	1,42	4,20	10,92	36,33	46,88	Argila
20 – 40	0,00	0,42	0,68	4,76	10,10	41,39	42,65	Argila Siltoso
40 – 60	0,00	1,54	1,08	2,78	8,70	40,97	44,93	Argila Siltoso
Ponto PL-6 - Planície								
0 – 20	0,00	0,36	1,09	11,83	44,63	18,32	23,77	F.Argilo Arenoso
20 – 40	0,00	0,30	0,10	20,39	43,65	20,39	15,17	F.Are.muito Fino
40 – 60	0,00	0,31	0,82	16,48	52,65	13,32	16,43	F.Are.muito Fino
Ponto PL-9 - Planície								
0 – 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	36,12	62,97	Muito Argiloso
20 – 40	0,00	0,00	0,16	0,21	0,47	35,54	63,63	Muito Argiloso
40 – 60	0,92	1,33	5,05	1,12	0,16	30,30	61,12	Muito Argiloso

Para PL – 1 e PL – 9, o tamanho médio dos sedimentos segue uma uniformidade em perfil vertical em quanto PL – 6 demonstra maior variação. Logo, PL – 6 possui sedimentos muito pobremente selecionados, por isso apresenta maior variação no tamanho dos sedimentos.

De acordo com a escala proposta por Folk e Ward (1957) pode-se afirmar que o local de coleta para PL – 1, além de representar partículas mais grosseiras (areia muito fina) estão sofrendo processos de remoção juntamente com PL – 9 e, ao contrário, com PL – 6 que possui assimetria positiva, ou seja, está em constante processo de deposição.

Os valores assumidos de curtose, PL – 1 e PL – 6 na camada mais superficial apresentaram-se muito platicúrtica e PL – 6 de 20 a 60 cm e PL – 9 mesocúrtica.

São características marcantes para esta unidade pH ácido, toxidez por alumínio trocável médio e muito próximo a alto, solos eutróficos, média a alta capacidade de troca de cátions, média a baixa concentração em geral de matéria orgânica, textura com presença de areia e argila o que condiciona boa drenagem do solo.

### 5.1.2 Unidade Planície Alto (UpA)

Esta unidade tem um valor da área aproximado em 15,30 km<sup>2</sup> ou o equivalente a 21,84%, apresentando um relevo plano e plano-ondulado. As cotas topográficas levantadas para a área representam altitudes superiores a 234,8 m e não passando de 236,8 m em relação ao nível do mar (Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 19).

Esta unidade geomorfológica caracteriza-se por um conjunto de feições morfológicas em níveis altimétricos mais elevados, não permitindo que a atual dinâmica hidrológica inunde a área, salvo em período de vazante extrema do rio Paraná, como a de 1982/83 (DNAEE). O seu escoamento superficial, tanto fluvial como pluvial tem seu fluxo orientado para as áreas rebaixadas.

Com amplitude média de 4,2 m acima do nível do rio, com pontos mais altos a 236, 8 m perfil 1 (Figura 11), 236 m perfil 2 (Figura 12) e 235,2 m perfil 3 (Figura 13). O relevo em maior cota, já é o suficiente para selecionar os depósitos que a compete, visto o predomínio de muito argiloso no perfil 1, com a presença de argila de 0-20 cm, franco-argilo-arenoso 20-40 cm e franco-arenoso-fina a 60 cm, a jusante (perfil – 3), para os pontos que os representam. Esses depósitos estão associados pela decantação de materiais ainda de textura mais fina a montante da planície, enquanto a jusante, à presença de materiais mais grosseiros na fração areia fina (Tabela 4).

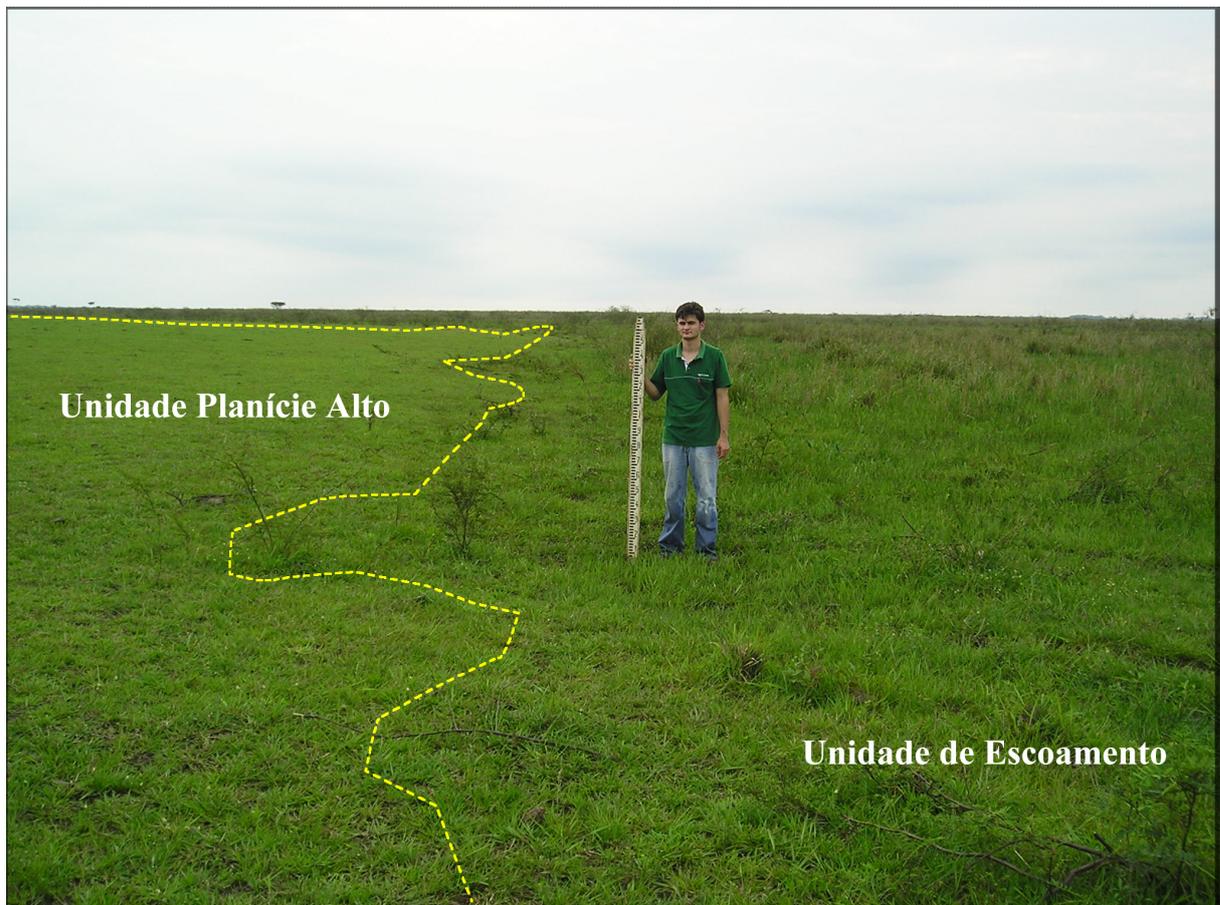
Tabela 4 – Parâmetros físicos da Unidade Planície Alta

Prof. de coleta (cm)	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia muito Fina	Silte	Argila	Classificação textural
Porcentagem Acumulada (%)								
Ponto PL-2 - Planície								
0 – 20	0,00	0,21	0,26	0,44	1,14	30,85	67,12	Muito Argiloso
20 – 40	0,00	0,00	0,00	0,31	0,37	37,40	61,92	Muito Argiloso
40 – 60	0,00	0,00	3,02	0,85	0,91	34,98	60,25	Muito Argiloso
Ponto PL-10 - Planície								
0 – 20	0,30	0,71	4,31	30,04	6,38	8,92	49,34	Argila
20 – 40	0,76	1,32	4,17	41,71	9,97	7,53	34,54	F.Argilo Arenoso
40 – 60	1,76	2,12	8,56	61,36	8,77	4,23	13,20	F.Arenoso Fina

A vegetação associada à planície para esta unidade, Fachini (2001) considera as do tipo várzea/arbustiva. Algumas diferenciações no tipo de espécies da unidade UpA ocorre quando há alterações topográficas, comportamento do regime hídrico diferenciado e mudanças dos depósitos sedimentares.

Os estratos vegetacionais formados influenciam de certa forma no escoamento superficial da água pluvial e fluvial, funcionando estes como processo natural da mobilização dos sedimentos e lixiviação do solo.

O pH em água evidencia um solo de acidez elevada para o ponto PL – 2 e em PL – 10 apenas para a camada superficial, enquanto de 20 a 60 cm acidez média (Tabela 5). É válido ressaltar que solos com acidez elevada aumentam a disponibilidade dos micronutrientes (TOMÉ, 1997).



**Figura 19** - Limite entre Unidade Planície Alto e Unidade de Escoamento

A presença de matéria orgânica apresenta taxa considerada alta tanto para PL – 2 como PL – 10 em 0 – 20 cm; médio teor em PL – 10 de 20 a 40 cm, e para os demais pontos em profundidades baixa presença de matéria orgânica.

Tabela 5 – Parâmetros químicos da Unidade Planície Alta

Prof. de coleta (cm)	pH		H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mgdm <sup>-3</sup>		gdm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%
PONTO PL-2 - Planície											
0 – 20	4,10	3,88	9,06	1,30	0,85	0,81	0,36	12,21	14,61	11,08	18,2
20 – 40	4,63	3,67	14,60	1,20	1,60	0,84	0,25	6,16	8,18	17,29	15,6
40 – 60	4,89	3,74	12,95	1,15	1,53	1,03	0,08	5,72	7,01	15,59	16,9
PONTO PL-10 - Planície											
0 – 20	4,96	3,87	8,60	1,28	0,38	0,29	0,05	6,82	15,16	9,32	7,7
20 – 40	5,01	3,89	8,47	1,30	0,69	0,29	0,03	7,70	14,80	9,48	10,7
40 – 60	5,16	3,95	3,97	1,08	0,51	0,48	0,10	9,68	5,45	5,06	21,5

Quanto aos termos de fertilidade do solo, verifica-se CTC elevada no ponto PL – 2 e média CTC em PL – 10, este último com exceção em profundidade de 40 – 60 cm que apresenta baixa. Em um contexto geral os solos variam de pobres a muito pobres de nutrientes.

Confere para PL – 2 valores superiores a 60% de argila e 30% de silte mantendo uma uniformidade em profundidade, o que segue uma classificação de muito argiloso. O tamanho médio dos sedimentos em 7,62 aponta menor tamanho entre suas partículas.

Embora apresente alta concentração de argila e resistência à erosão, PL – 2 condiz com um ambiente de remoção e de sedimento mesocúrtica e pobremente selecionados. Tais características são decorrentes da topografia, ou seja, estão em patamares mais elevados com declividade suficiente para que ocorra processo denudacionais principalmente de origem pluvial.

PL – 10 comparada com PL – 2, tem uma redução de 17,78% de argila para a camada mais superficial, chegando a 47,05% em 60 cm de profundidade. Verifica-se, neste caso, maior presença de areia fina de ambiente em remoção (0 – 20) e deposicional (20 – 40). Porém seus sedimentos são muito pobremente (0 – 40) e pobremente (40 – 60 cm) selecionados.

O relevo com altitude relativamente alta, distancia-se em média, 3,2 m do nível do lençol freático, com depósitos de textura fina garantindo tempo maior de drenagem e percolação.

Esta unidade possui solo distrófico, teor de matéria orgânica em geral alta e alta CTC, o que confere boas condições de desenvolvimento da vegetação, do tipo subarbustivo, arbustivo e até arbórea.

### 5.1.3 Unidade Planície Baixo (UpB)

Verifica-se a maior área da planície neste estudo, correspondendo a 44,41% com 31,11 km<sup>2</sup> (Figura 10). A caracterização desta unidade (Figura 20 e Figura 21) enquadra-se pela sua toponímia, ou seja, uma unidade geomorfológica baixa com feições distintas marcantes, apresentando além de áreas pouco elevadas, áreas de baixios com a ocorrência de corpos d' água (lagos).

Para esta unidade chamaremos atenção para os corpos d' água já que as demais feições, como ambientes formados por pântanos e brejos será discutido no item 5.1.4. Esta compreende uma área total de 1,71% ou 1,2 km<sup>2</sup> aproximado, distribuído por toda a área de estudo e encontrado em maior parte para a planície e nesta unidade.



**Figura 20** - Limite entre as Unidades Planície Baixa e Unidade Planície Alto

Com a interpolação das fotografias aéreas e com o auxílio de imagem de satélite foi possível identificar na planície de inundação grande quantidade de corpos d'água. Kramer (2004) associa esta tipologia com o comportamento hidrométrico, que imprime flutuações em toda a rede de escoamento. Esta comenta que a literatura que se encontra com maior frequência é sobre lagoas e pequenos lagos, paleocanais e paleomeandros preenchidos ou reativados, pequenos canais de rompimento de diques, sendo todos eles submetidos a grandes oscilações de área, formas e profundidades durante períodos diferenciados.

Kramer (2004) ressalta a importância dos estudos dedicados às lagoas, pois esses compartimentos não estão isolados no ambiente dentro de um subsistema aquático e permitem uma interação com constantes trocas de energia entre os diferentes componentes abióticos e bióticos, sendo um fator importante não só para a dinâmica evolutiva, mas também para o comportamento físico, químico e biológico dos corpos lânticos.

Dada a importância dos estudos das lagoas, Kramer (2004) descreve a morfologia e classifica os diferentes tipos com base na origem e evolução das diferentes unidades geomorfológicas para toda a planície de inundação do alto curso do rio Paraná.

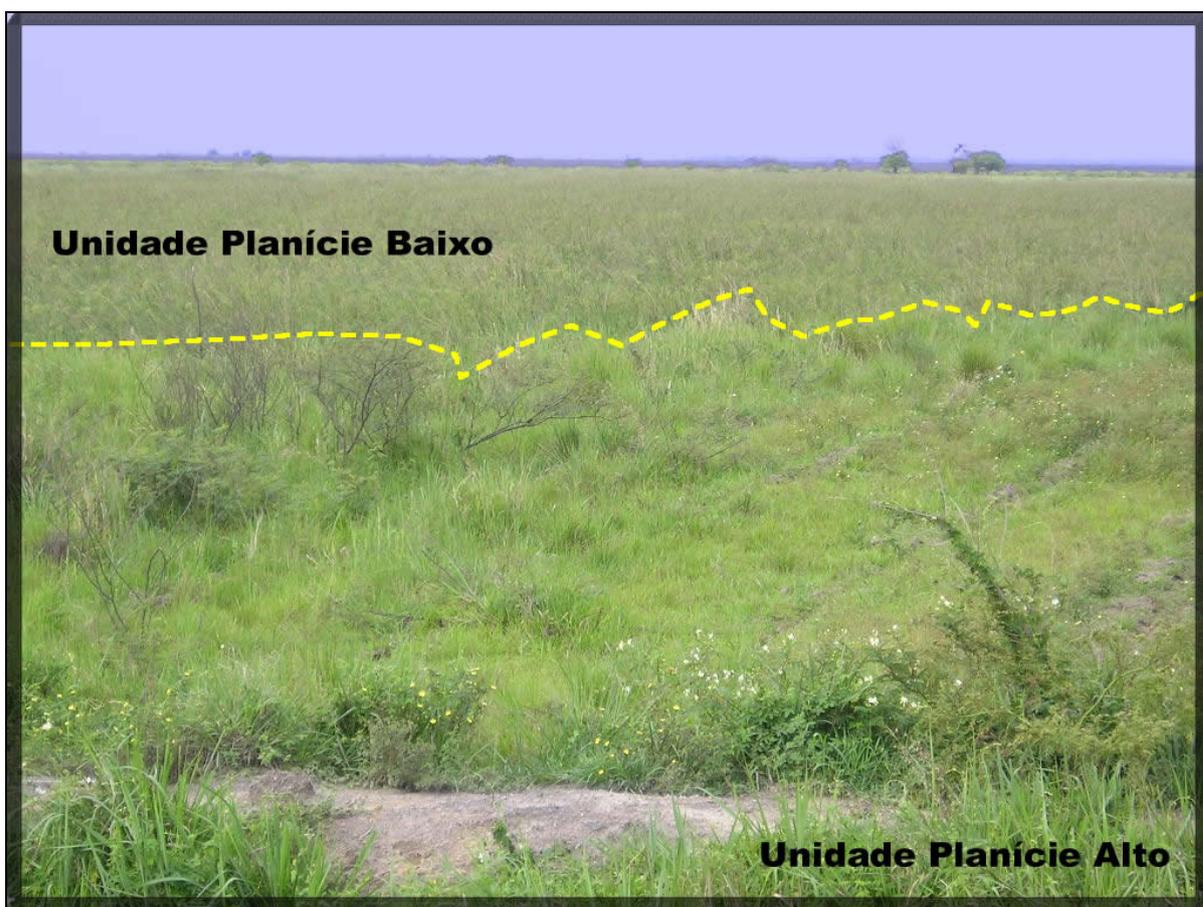
As lagoas apresentam morfologia alongada, sendo algumas com eixo perpendicular e outras com eixo longitudinal ao canal principal com característica circular, pouca profundidade e estabelecem diferentes conexões (conectividade) com o ambiente, sendo melhor estudado por Bubena (2005) as lagoas: Fechada, Pousada das Garças, Porco, Maria Luiza e Gavião.

A vegetação para esta unidade segue a mesma encontrada em algumas unidades, com predominância de herbáceas e algumas espécies arbustivas isoladas. As espécies encontradas estão sob controle da influência da água, seja pela topografia, proximidade com o lençol freático e diferente grau de conexão com outros ambientes.

Apresentam uma altitude para os pontos mais baixos de 234,7 m perfil 1 (Figura 11), 233,8 m perfil 2 (Figura 12) e 233,6 m perfil 3 (Figura 13). Com uma declividade menor de 0,3% o relevo apresenta baixa declividade seguindo a calha fluvial do rio Paraná. Com uma superfície relativamente plana e deprimida mantém o escoamento impedido formando lagoas, pântanos, brejos e canais menores de drenagem abandonados pelo antigo canal anastomosado do rio Paraná.

A UpB apresenta como áreas baixas, onde há o encharcamento do solo pelas más condições de drenagem na maior parte do ano. Esta situação propicia a manutenção de um aquífero elevado cujo afloramento ocorre na superfície terrestre.

Mesmo assim, são áreas que não estão livres da antropização, com a prática da pecuária extensiva e em alguns pontos com o cultivo do arroz nas pequenas depressões do relevo, que limita o uso de implementos agrícolas. Como mostra a Figura 22 canais antropizados para o dreno da água.



**Figura 21** - Faixa de transição entre a Unidade Planície Baixo e Unidade Planície Alto

Observa o pH em água uma variação em profundidade muito próxima conforme a Tabela 6 para os pontos PL – 3, PL – 8 e PL – 11. Para o ponto PL – 3 e PL – 11, esse pH apresenta-se maior em 20 – 40 cm de profundidade, sendo que para PL – 8 tem-se o menor valor nesta profundidade. Verifica-se que é uma área de ocupação antrópica, embora esteja sob influência do lençol freático, com o solo encharcado boa parte do ano.

A presença de matéria orgânica mantém índice médio para PL – 3 e PL – 11 nas profundidades de 0 – 40 cm e PL – 8 apenas a 40 – 60. Ainda para PL – 11 de 40 a 60 cm baixo teor de matéria orgânica. Neste caso o ponto PL – 8 ficou para 0 a 40 cm sem a titulação do carbono em laboratório.



**Figura 22** – Canal de drenagem antropizado na tentativa de drenar a água excedente

O decréscimo da matéria orgânica ao longo do perfil vertical para os pontos PL – 3 e PL – 11, vem confirmar o uso dessas áreas por lavouras agropastoris.

A CTC, apresenta elevada disponibilidade de cátions de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  (soma de bases) no solo, com exceção para PL – 11 em 40 – 60 cm. Porém verifica um V% bastante baixo e  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  de acidez elevado em consequência o solo apresenta toxidez por alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ). Em síntese temos solos que variam de pobres a muito pobres.

Os pontos que definem esta unidade PL – 3, PL – 8 e PL – 11, apresentam valores sempre superiores a 53% de argila. Recebem classificação textural de argiloso a muito argiloso e sempre estão variando entre argila e silte, com fração de areia pouco representativa.

Tabela 6 – Parâmetros químicos da Unidade Planície Baixo

Prof. de coleta (cm)	pH		H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mgdm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%	
PONTO PL-3 - Planície											
0 – 20	4,84	3,63	15,16	1,20	0,80	0,98	0,02	23,65	13,63	16,96	10,6
20 – 40	4,94	3,57	15,16	1,11	0,80	1,34	0,02	31,02	11,68	17,32	12,5
40 – 60	4,81	3,55	14,93	1,20	0,67	1,39	0,02	23,54	13,24	17,01	12,2
PONTO PL-8 - Planície											
0 – 20	4,98	4,15	11,85	1,25	1,09	0,90	0,29	26,51	CONF	14,13	16,1
20 – 40	4,94	4,07	10,51	1,30	1,19	0,87	0,24	27,83	CONF	12,81	18,0
40 – 60	5,00	3,90	10,83	1,25	0,82	0,33	0,04	17,82	10,32	12,02	9,9
PONTO PL-11 - Planície											
0 – 20	4,80	3,83	11,93	1,50	0,69	0,39	0,02	11,99	13,24	13,03	8,4
20 – 40	5,08	3,82	11,50	1,40	0,52	0,39	0,02	6,38	9,15	12,43	7,5
40 – 60	5,06	3,86	5,71	1,25	0,86	0,58	0,01	11,77	6,62	7,16	20,3

Os sedimentos em profundidade possuem uma concentração de argila, com classificação textural de argila e muito argiloso, tanto a variação em perfil vertical como ao longo da unidade, perfil horizontal, uma permanência de solo muito argiloso (Tabela 7).

Para este ambiente da unidade, de um ponto a outro pode variar até 29% na fração argila. São características marcantes: PL – 3 possui tamanho maior de sedimentos em relação a PL – 8 e este menor que PL – 11; apresentam curtose leptocúrtica, muito platicúrtica e mesocúrtica (PL – 3); PL – 8 extremamente leptocúrtica (0 – 40) e muito platicúrtica (40 – 60) e PL – 11 de 0 – 20 cm extremamente leptocúrtica, platicúrtica (20- 60 cm).

Nesta unidade todo o material está em fase de remoção com sedimentos pobremente selecionados em PL – 3 e 0 a 20 em PL – 8, moderadamente de 20 a 40 e muito pobremente selecionado de 40 a 60 cm e PL – 11 está pobremente, muito pobremente de 20 a 60 cm.

São características marcantes pH ácido, toxidez por alumínio trocável alto, solos distróficos e álicos, alta capacidade de troca de cátions, média concentração de matéria orgânica, textura variando de muito argiloso a argila, solo muito mal drenado com processos de gleização.

Tabela 7 – Parâmetros físicos da Unidade Planície Baixo

Prof. de coleta (cm)	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia muito Fina	Silte	Argila	Classificação textural
Porcentagem Acumulada (%)								
Ponto PL-3 - Planície								
0 – 20	0,12	0,10	0,53	0,35	0,77	30,90	67,24	Muito Argiloso
20 – 40	0,00	0,01	0,30	0,36	12,81	32,46	54,34	Argila
40 – 60	0,12	0,05	0,06	0,19	2,72	36,07	60,79	Muito Argiloso
Ponto PL-8 - Planície								
0 – 20	0,62	0,14	0,34	3,09	4,82	11,13	79,87	Muito Argiloso
20 – 40	0,56	0,21	0,25	1,42	1,82	12,90	82,85	Muito Argiloso
40 – 60	0,25	0,16	0,30	16,51	12,66	11,71	58,40	Argila
Ponto PL-11 - Planície								
0 – 20	0,41	0,21	0,36	3,19	0,87	17,90	77,06	Muito Argiloso
20 – 40	0,30	0,13	0,86	17,48	4,60	13,99	62,64	Muito Argiloso
40 – 60	0,00	0,10	0,66	26,08	9,30	9,96	53,92	Argila

#### 5.1.4 Unidade de Escoamento (UE)

Apresenta em seu segmento uma variação topográfica ora baixa e ora elevada entre 234,6 e 236,7 m (Figura 11, Figura 12 e Figura 13), apresentando feições marcantes de canais inativos e abandonados (paleocanais), pântanos e brejos, representados em 3,11% ou 2,18 km<sup>2</sup> de área (Figura 23 e Figura 25).

Essas áreas compreendem canais ativos e semi-ativos, lagoas e baixios alongados associados a paleocanais, e baixios associados à bacia de inundação que em períodos de cheias do rio Paraná, pelo afloramento do lençol freático formando lagos alongados próximos ao dique marginal e na bacia de inundação com formas arredondadas sem limites definidos (SOUZA-FILHO e STEVAUX, 1997).



**Figura 23** - Unidade de Escoamento. A foto representa que a profundidade do canal mantém uma estreita ligação com o nível da água

Os canais ativos são resultados do antigo padrão anastomosado do rio Paraná. Rocha (2002) delimita esses canais, para o segmento do rio alto curso do rio Paraná, pelo sistema rio Baía/canal Corutuba/rio Ivinheima, e pelos canais de ligação do Bahia e Ipoitã. São relativamente estreitos variando de 30 a 60 m, pouco profundos de 2 a 4 m e de baixa declividade no sentido do rio Paraná, o que provoca fluxo lento e contato com várias lagoas.

Os paleocanais compreendem lentes de areia em meio a areia argilosa e argila, dispostas em canais com poucos metros de espessura. A separação entre os canais é feita por áreas elevadas entre 2 e 5 m (SOUZA-FILHO e STEVAUX, 1997). Os pontos PL – 4 e PL – 5 (Tabela 8) evidenciam teores maiores de areia fina e areia média a argila; e areia fina respectivamente. A Figura 24 mostra canais de escoamento separados por elevações mais altas do relevo e por areno-argiloso, o que verifica a presença de paleocanais.

Tabela 8 – Parâmetros físicos da Unidade de Escoamento

Prof. de coleta (cm)	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia muito Fina	Silte	Argila	Classificação textural
Porcentagem Acumulada (%)								

## Ponto PL-4 - Planície

0 – 20	0,25	2,26	18,21	54,21	10,63	2,76	11,69	Fr.Arenoso Fina
20 – 40	0,35	1,85	19,84	56,82	9,32	2,51	9,32	Fr.Arenoso Fina
40 – 60	0,35	2,47	22,89	56,29	7,65	2,42	7,95	Areia Fina

## Ponto PL-5 - Planície

0 – 20	0,51	1,80	13,54	17,23	3,33	8,72	54,87	Argila
20 – 40	1,85	4,25	20,40	27,90	6,35	7,70	31,55	F.Argilo Arenoso
40 – 60	0,36	3,44	22,73	23,14	4,98	7,44	37,92	Argilo Arenoso

Pelas fotografias aéreas, percebe-se na morfologia dos canais um comportamento de drenagem linear, ramificado, formas não bem delimitadas e interligado por diferentes graus de conectividade.

Em campo, podem-se perceber esses canais aproximadamente com 50 m de largura e centenas de metros, com profundidade bastante variável entre 0,80 a 1,20 m. Pode-se encontrar na planície encobertos em período de água cheia, em ressecamento ou ainda estar em estreita relação com o lençol freático, que aflora em superfície baixa.

Segue-se com uma padronização nos depósitos sedimentares (PL – 4 e PL – 5; Tabela – 8). Ressalta Souza-Filho e Stevaux (1997) que esses canais ocupam parte dos antigos canais que haviam rebaixado o Terraço Médio.

Os canais são ligeiramente retos, sem áreas ou limites definidos, ocorrem nos baixios e pode em algumas situações apresentar formas de corpos d'água. Estes canais semi-ativos ou abandonados Souza-Filho e Stevaux (1997) caracterizam como paleocanais quando encontrados em áreas de inundação, alocados em zonas rebaixadas e por vezes abrigam um corpo d'água. Para esses autores, os paleocanais ocorrem nos baixios da planície fluvial, no terraço baixo do rio Paraná e compartimento do rio Baía.



**Figura 24** - Unidade de Escoamento entre as elevações do relevo, que compreende a Unidade Planície Alto

Em fotos aéreas fica fácil a identificação por estar destituído de vegetação arbórea e em muitos casos estão organizados em um único sentido e de forma linear, de pouca profundidade, funcionando como verdadeiros canais de drenagens em época de águas altas. Podendo formar outros elementos morfológicos mais frequentes na planície, como brejos e pântanos.

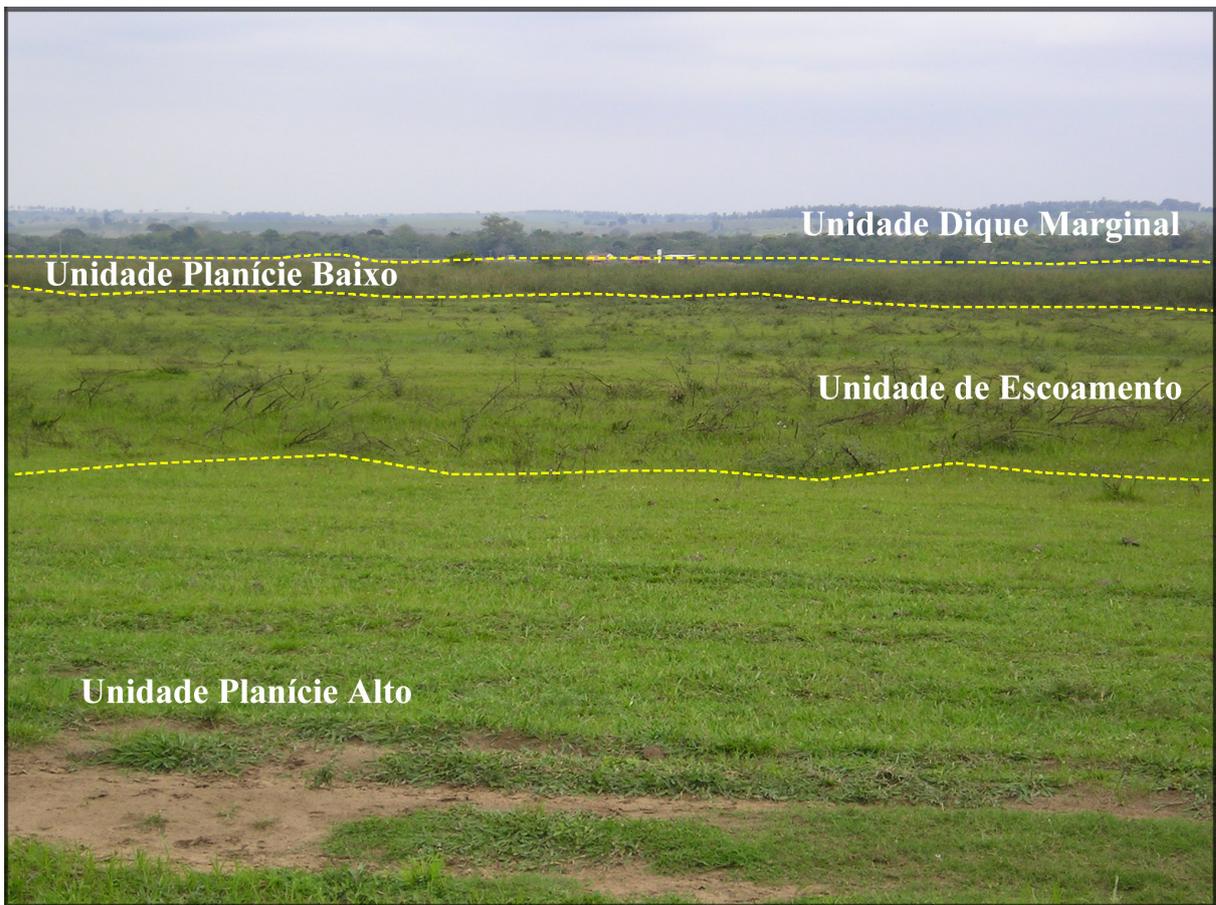
Lizama (1993) define pântanos e brejos como a transição entre ecossistemas aquáticos e terrestres, nas quais pântanos são locais onde árvores são capazes de viver em áreas permanentemente inundadas ou que são inundadas a maior parte do ano e brejos são áreas similares que são dominadas por gramas e juncos (bambu).

Muitos pântanos e brejos são estágios sucessionais desenvolvendo espécies aptas a ambientes terrestres. Esses ambientes são também feições presentes nesta unidade. Descritos por Rocha (2002) os pântanos e brejos ocorrem em áreas baixas e baixios, ficando a maior parte do tempo em fase de ressecamento e transformam em corpos d'água durante as cheias.

São considerados ambientes em fase de terrestrialização ou ambiente transicional (KRAMER, 2004).

A dinâmica morfológica desta unidade é alimentada pelo nível hidrológico, pela relação de conectividade com outros subambientes e pela topografia, mantendo características limnológicas, bióticas e abióticas pela riqueza de formas e ambientes (NEIFF, 1990).

Fachini (2001) considera as áreas rebaixadas de várzea propícias para o desenvolvimento de espécies arbustivas e herbáceas, que podem ser denominadas também como campos de várzea. Sua distribuição está relacionada ao gradiente em relação à superfície com a profundidade em que se encontra o lençol freático, além de estarem sujeitas com inundações periódicas. Essas áreas de difícil drenagem são representadas por este tipo de vegetação podendo ser encontrada pequenos subarbustos distribuídos espaçadamente.



**Figura 25** - Unidade de Escoamento representado por paleocanais que se alternam entre as elevações do relevo

Na área, a cobertura herbácea e arbustiva (FACHINI, 2001), ocorre de forma contínua, podendo ser observadas algumas variações, dependendo da área observada e que podem estar

relacionadas às características do solo, afloramento do lençol freático, período de inundação, frequência de cheias e de incêndios provocados.

São características gerais pH ácido, toxidez por alumínio trocável alto, solos álicos e distróficos, de baixa a alta capacidade de troca de cátions, média teor de matéria orgânica, textura franco-arenoso-fina. Pelo fato de estar em baixas altitudes, o solo é mal drenado com processos de gleização do solo.

Nesta unidade, apresenta como análise os pontos PL – 4 e PL – 5, sendo que o pH em água para PL – 4 maior variação, o que ao contrário ocorre com PL – 5, valores muito próximos. Sua variação segue uma seqüência decrescente de 0 a 60 cm em PL – 4 e alternada para PL – 5, com menores taxas em 20 – 40 cm de profundidade. A acidez está entre média à elevada (Tabela 9).

Tabela 9 – Parâmetros químicos da Unidade de Escoamento

Prof. de coleta (cm)	pH		H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mgdm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%	
PONTO PL-4 - Planície											
0 – 20	5,33	4,15	3,82	1,25	0,41	0,36	0,15	12,32	13,24	4,74	19,4
20 – 40	5,08	4,03	4,10	1,28	0,12	0,25	0,02	10,67	7,01	4,49	8,7
40 – 60	4,99	3,96	6,01	1,20	1,17	0,60	0,10	8,14	3,89	7,88	23,7
PONTO PL-5 - Planície											
0 – 20	5,00	3,88	10,82	1,25	0,82	0,57	0,09	37,07	16,36	12,30	12,0
20 – 40	4,98	3,71	7,92	1,21	1,48	0,75	0,14	9,46	7,79	10,29	23,0
40 – 60	5,04	3,69	8,92	1,50	1,41	0,72	0,03	5,59	8,96	11,08	19,5

Tal variação presume ambiente bem complexo desde a sua funcionalidade no ambiente, como canais de escoamento de água a em diferente uso do solo, ou seja, usado como *bebedouros* para a manutenção do rebanho de gado.

A respeito de matéria orgânica presente no solo segue um decréscimo em profundidade para PL – 4, mantendo médio (0 – 20) e baixo teores para 20 a 60 cm. Já em PL – 5 segue elevada presença de matéria orgânica de 0 a 20; 40 a 60 cm baixa presença e em 20 a 40 médio.

Para estes ambientes, a topografia e os processos geomorfológicos atuantes, exprime baixa CTC e V%, solos distróficos para PL – 5 e álicos para PL – 4. A influência da água na

maior parte do ano, confere a esses ambientes menores taxas de oxigenação e rotatividade de nutrientes e ainda sujeitos a processos de lixiviação do solo.

### 5.1.5 Unidade Planície Alto/Setor Indiferenciado (UpaSI)

Corresponde aproximadamente 4,65% da área perfazendo um total de 3,26 km<sup>2</sup>. (Figura 10). Quando analisada em fotos aéreas, esta reflete coloração mais escura que as demais e de difícil interpretação quanto a algumas variáveis, como a rugosidade e textura.

Sua topografia apresenta valores próximos a UpA (Figura 12 e Figura 13) e ora apresenta altitudes iguais e ora com diferença de 30 a 50 cm.

O estrato predominante da vegetação, embora encontre o mesmo presente na UpA, as espécies aparentam em maior tamanho. Fato este deve estar ligado à sua topografia e à textura de franco-argilo-arenoso que garante boas condições de drenagem.

PL – 7 comparada com PL – 12, tem uma redução de 13,61% de argila para a camada mais superficial chegando a 5% em 60 cm de profundidade. Verifica-se neste caso maior presença de areia muito fina de ambiente deposicional, com sedimentos muito pobremente selecionados (Tabela 10).

Tabela 10 – Parâmetros físicos da Unidade Planície Alto/Setor Indiferenciado

Prof. de coleta (cm)	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia muito Fina	Silte	Argila	Classificação textural
Porcentagem Acumulada (%)								
Ponto PL-7 - Planície								
0 – 20	0,00	0,72	2,10	15,33	30,91	15,22	35,73	Argilo Arenoso
20 – 40	0,20	0,46	1,53	19,68	37,73	13,96	26,43	F.Argilo Arenoso
40 – 60	0,00	0,41	0,26	17,43	51,22	12,42	18,26	F.Argilo Arenoso
Ponto PL-12 - Planície								
0 – 20	0,00	0,65	3,01	55,97	13,15	6,78	20,43	F.Argilo Arenoso
20 – 40	0,00	0,51	2,15	39,99	12,36	11,39	33,61	F.Argilo Arenoso
40 – 60	0,00	0,32	4,15	57,63	10,71	6,66	20,53	F.Argilo Arenoso

Para esta unidade temos pH em água de acidez elevada, PL – 12, e média, PL – 7, conservando ainda características originais do ambiente. Fato este justifica um aumento no pH com o aumento da profundidade (Tabela 11).

Tabela 11 – Parâmetros químicos da Unidade Planície Alto/Setor Indiferenciado

Prof. de coleta (cm)	pH		H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mgdm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%	
PONTO PL-7 - Planície											
0 – 20	5,14	3,97	7,35	1,28	1,13	0,64	0,27	6,60	2,33	9,39	21,7
20 – 40	5,37	4,04	5,38	1,10	0,85	0,54	0,11	7,26	10,90	6,88	21,8
40 – 60	5,54	4,23	3,76	1,15	1,04	0,72	0,01	6,49	5,84	5,53	32,0
PONTO PL-12 - Planície											
0 – 20	4,82	3,85	11,00	1,10	0,18	0,32	0,03	8,03	14,80	11,53	4,6
20 – 40	4,92	3,81	8,60	1,20	0,68	0,58	0,15	7,48	14,02	10,01	14,1
40 – 60	4,99	3,86	5,46	1,21	0,65	0,50	0,16	10,56	8,18	6,77	19,4

Em matéria orgânica diminuem em 0 a 60 cm, PL – 12 sendo a camada mais superficial elevado teor, de 20 a 40 cm médio teor e a 60 cm baixa presença de matéria orgânica. Enquanto para PL – 7, baixo, médio e baixo teor, respectivamente.

Em termos de fertilidade do solo, considera solos álicos mais superficialmente e distrófico em média e baixa profundidade, além de PL – 7. Os valores de CTC médio e pH sempre abaixos, pronuncia o manifesto do Al<sup>3+</sup>.

### 5.1.6 Unidade Mutum

A Unidade Mutum (Figura 10) abrange as ilhas: Porto Rico, Chapéu Velho, Carioca, Japonesa, Mutum e as barras arenosas. Nesta área de estudo em função do seu complexo sistema de evolução, o que configura características peculiares próprias, podemos destacar a Sub-Unidade Mutum-Alto e Sub-Unidade Mutum-Baixo, que apresentam condições geomórficas das UpA, UDM, UpB e UE.

Esta Unidade Geomorfológica é marcada por ilhas alongadas, com idade que varia de seculares a milenares e topografia até 4 m acima do nível médio do rio. As ilhas funcionam como verdadeiras planícies de inundação dentro do canal. Assim, lagoas, pântanos e diques marginais são feições características desses corpos, que são produto de uma complexa evolução de processos de canal e de planície de inundação do rio Paraná.

Stevaux (1993) refere à morfologia das ilhas resultante de processos deposicionais e erosivos, que compõem o padrão fluvial da área. Santos *et al* (1989) destacam dois conjuntos

de depósitos, as barras (submersas e emersas) e as ilhas. As ilhas constituem depósitos que permanecem descobertos em cheias de margens plenas e possuem seu topo ao nível da planície de inundação, enquanto que as barras representam depósitos expostos em níveis inferiores aos de margens plenas (emersas) ou aparecem apenas nos níveis mais baixos do ano (submersas). Este autor descreve os tipos e sua gênese em centrais, laterais e soldamento. As barras centrais apresentam “*foresets*” bem desenvolvidos e superfície plana, sendo constituído por areia grossa estratificada. As barras laterais são planas e constituem de areia fina com estratificação na base e areia fina no topo. Já as de soldamento são semelhantes as laterais, só que ocorrem de forma a fazer a ligação entre duas ilhas, ou de uma ilha com a margem.

As barras laterais e centrais existentes no rio Paraná são facilmente identificadas por fotografias aéreas graças à cor branca exibida e ao destaque de sua morfologia em relação à superfície plana formada pelo nível das águas do rio. Seu depósito, segundo Souza-Filho (1993) são essencialmente arenosas com pequenas porções de argila.

Stevaux (1993) identificou, através dos depósitos, que as ilhas podem ter uma origem mista, a primeira fase de barra arenosa, seguida por uma fase de acreção vertical de planície de inundação.

Na Unidade Mutum, Fernandez (1990) verificou as mudanças no canal fluvial do rio Paraná e os processos de erosão nas margens para a região de Porto Rico. Agrupou três categorias de margens: margens estáveis, de acreção e margens em erosão; das quais verificou-se para as ilhas estas duas últimas.

A margem por acreção é apontada a jusante das ilhas, por possuir pouco declive e encobertos pela vegetação aquática adquirindo barreiras naturais de deposição sedimentológica. As margens em erosão, apresentam recuos constantes, o que vem a formar barrancos voltados para o fluxo do rio com altura de centímetros até mais de 3 m em relação ao nível médio do rio.

Em textura (Tabela 12) a ilha Mutum tem 8,44% na margem esquerda e 30,78% margem direita em média para fração de areia fina e 22,79% em média de areia muito fina na margem esquerda e 54,67% na direita.

Tabela 12 – Parâmetros físicos da Unidade Mutum

Prof. de coleta (cm)	Areia muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia muito Fina	Silte	Argila	Classificação textural
	Porcentagem Acumulada (%)							
Ponto PM-1 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,35	1,39	16,11	25,83	19,51	36,81	Franco Argiloso
20 – 40	0,00	0,07	0,40	4,76	21,56	24,26	48,95	Argila
40 – 60	0,00	0,11	0,31	4,46	20,99	28,87	45,27	Argila
Ponto PM-2 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,07	3,49	1,17	18,23	36,86	40,18	Argila
20 – 40	0,00	2,36	1,42	3,78	16,12	38,58	37,74	Franco Argiloso
40 – 60	0,00	0,03	0,13	0,43	14,41	43,60	41,40	Argilo Siltoso
Ponto PM-3 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,12	0,25	0,57	2,59	36,94	59,53	Argila
20 – 40	0,00	0,20	0,17	0,39	2,10	31,46	65,69	Muito Argiloso
40 – 60	0,00	0,04	0,10	0,26	0,79	36,92	61,89	Muito Argiloso
Ponto PM-4 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,12	0,69	15,99	27,35	20,94	34,92	Franco Argiloso
20 – 40	0,00	0,21	1,02	17,93	34,64	17,53	28,67	Fra.Arg.Arenoso
40 – 60	0,00	0,09	1,03	26,59	41,64	13,18	17,47	F.Are.muito Fino
Ponto PM-5 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	27,73	72,22	Muito Argiloso
20 – 40	0,00	0,07	0,05	0,09	0,23	34,54	65,03	Muito Argiloso
40 – 60	0,00	0,02	0,01	0,04	0,38	37,60	61,95	Muito Argiloso
Ponto PM-6 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,03	0,11	0,23	7,11	47,53	44,99	Argilo Siltoso
20 – 40	0,00	0,04	0,12	0,28	5,81	47,28	46,47	Argilo Siltoso
40 – 60	0,00	0,05	0,11	0,19	3,31	38,30	58,05	Argila
Ponto PM-7 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	35,02	64,48	Muito Argiloso
20 – 40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	33,50	66,08	Muito Argiloso
40 – 60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	35,27	64,29	Muito Argiloso
Ponto PM-8 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,07	0,14	0,29	11,53	38,91	49,06	Argila
20 – 40	0,00	0,05	0,10	0,30	15,59	38,44	45,53	Argila
40 – 60	0,00	2,59	3,25	2,28	19,78	34,99	37,12	Franco Argiloso

Ponto PM-9 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,07	0,12	0,24	4,58	37,91	57,08	Argila
20 – 40	0,00	0,06	0,14	0,20	4,22	37,91	57,48	Argila
40 – 60	0,00	0,06	0,07	0,12	3,98	44,88	50,90	Argila Siltoso

Ponto PM-10 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,06	0,16	0,74	9,00	36,06	53,98	Argila
20 – 40	0,00	0,09	0,20	1,52	23,60	33,49	41,10	Franco Argiloso
40 – 60	0,00	0,10	0,30	8,37	41,44	21,08	28,72	Fran.Arg.Arenoso

Ponto PM-11 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,10	0,56	23,73	45,26	11,17	19,18	F.Are.muito Fino
20 – 40	0,00	0,07	0,51	29,65	58,38	4,60	6,79	Areia muito Fina
40 – 60	0,00	0,12	0,42	17,16	61,19	10,87	10,25	F.Are.muito Fino

Ponto PM-12 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,14	0,57	10,69	36,60	25,95	26,05	F.Argilo Arenoso
20 – 40	0,00	0,08	0,25	3,60	12,17	36,15	47,76	Argila
40 – 60	0,00	0,04	0,12	1,16	4,18	35,48	59,03	Argila

Ponto PM-13 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,45	1,45	2,15	17,02	43,24	35,69	Franco Argiloso
20 – 40	0,00	0,21	0,83	1,77	13,59	39,72	43,88	Argila
40 – 60	0,00	2,42	3,96	5,04	19,01	36,54	33,04	Franco Argiloso

Ponto PM-14 - Ilha Mutum								
0 – 20	0,00	0,09	0,48	26,27	58,14	6,08	8,95	Franco Arenoso
20 – 40	0,00	0,18	0,81	32,61	52,01	5,96	8,42	F.Are.muito Fino
40 – 60	0,00	0,11	0,47	33,48	53,86	4,63	7,46	F.Are.muito Fino

Tal complexidade evolutiva pode ser constatada nas suas formas de relevo que ora apresenta áreas altas e ora áreas baixas, alternando-se sucessivamente o que proporciona às ilhas do rio Paraná uma superfície bastante peculiar que propicia a formação de subambientes bem diferenciados quanto à umidade, textura, vegetação, composição do solo e graus de conexão com o canal principal. O arranjo dessas formas de relevo permite também que haja ambientes deposicionais diferenciados com a formação de sedimentos de dique marginal, lagos e bacia de inundação.

Em profundidade (Tabela – 12) as variações granulométricas de argila decrescem com a profundidade para os pontos PM – 4, PM – 5, PM – 7, PM – 8, PM – 9, PM – 10, PM – 11,

PM – 13 e PM – 14, ao contrário do que ocorre para a maioria dos pontos. Isto é, aumenta com a profundidade PM – 1, PM – 2, PM – 3, PM – 6, PM – 13 e PM – 14.

Uma das principais explicações para tais fatos é que no primeiro caso ocorre intensa intemperização da matéria orgânica e em consequência há maior ciclagem de nutrientes o que contribui maiores teores de argilo-minerais. Enquanto que no segundo caso, o acúmulo nas camadas de argila em profundidade, além de estar associada a sua gênese; a fração textural de silte e areia muito fina em maior quantidade, indicam maior percolação da água fluvial e pluvial distribuindo de forma gradual os argilo-minerais. Nas ilhas, a escala granulométrica está associada com os depósitos de sua gênese pelos processos de agração lateral, vertical e coalescência.

A média registrada para os pontos de coleta da ilha Mutum variou de 3,22 a 8,06. PM – 14 apresentou a menor média para as três profundidades de coleta, o que segue: 3,32; 3,24 e 3,22; que por estar localizada na margem (Figura 15) e receber material tanto do rio quanto do terraço baixo e ou ainda da planície.

Logo, para a ilha Mutum, os pontos localizados entre PM – 5 a PM – 10, apresentaram em sua maioria uma assimetria muito negativa, provavelmente promovida por um ambiente de remoção. Para PM – 4 foram verificados assimetrias muito positivas para as três profundidades de amostras.

Para os pontos PM – 1, PM – 2, PM – 8, PM – 10 e PM – 13 apresentaram de 0 – 20 cm, 20 – 40 cm, 40 – 60 cm, curtosse muito platicúrtica. Em casos isolados como PM – 3, PM – 5 e PM – 12 encontraram-se mesocúrtica. PM – 7 foi o único ponto em que se encontrou curtosse leptocúrtica para as três profundidades de coleta. As muito leptocúrtica foram registradas em PM – 5 de 0 – 20 cm, em PM – 11 de 20 – 40 cm, em PM – 12 de 0 – 20 cm, e 20 – 40 cm e em PM – 14 em todas as profundidades.

Para a ilha Mutum, somente PM – 5 de 0 – 20 cm, pode ser considerado moderadamente selecionado, pois esta entre 0,5 e 1,00 nos valores indicados por Folk e Ward (1957). A maioria dos pontos, com exceção PM – 1, PM – 4 e PM – 13, apresentou sedimento pobremente selecionado, sendo o restante identificado como muito pobremente selecionado.

Para as amostragens da ilha Mutum na profundidade de 40 – 60 cm o  $pH_{H_2O}$  se apresentou mais alto, oscilando entre 5,06 e 6,36, salvo em cinco pontos de coleta pH maior na camada mais superficial de 0 – 20 cm (Tabela 13).

Tabela 13 – Parâmetros químicos da Unidade Mutum

Prof. de coleta (cm)	pH		H <sup>+</sup> + Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mgdm <sup>-3</sup>	gdm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> d m <sup>-3</sup>	%	
PONTO PM-1 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,43	4,87	4,96	0,1	3,58	0,88	0,24	7,15	14,8	9,66	48,7
20 – 40	5,79	5,01	4,43	0,1	5,07	1,06	0,1	3,96	9,74	10,66	58,4
40 – 60	5,83	5,02	4,63	0,15	5,16	0,96	0,04	3,52	9,74	10,79	57,1
PONTO PM-2 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,47	4,78	4,77	0,20	2,65	1,08	0,42	2,20	12,07	8,92	46,5
20 – 40	5,49	4,79	4,96	0,25	3,02	1,10	0,22	1,43	10,51	9,3	46,7
40 – 60	5,49	4,80	4,84	0,20	2,88	1,13	0,05	1,10	8,96	8,9	45,6
PONTO PM-3 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,20	4,66	5,97	0,30	3,98	1,33	0,57	6,05	17,92	11,85	49,6
20 – 40	5,17	4,67	5,71	0,40	4,43	1,40	0,44	4,95	21,42	11,98	52,3
40 – 60	5,42	4,73	4,96	0,30	4,93	1,18	0,39	2,20	11,68	11,46	6,5
PONTO PM-4 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,90	4,56	5,38	0,60	5,20	2,12	0,61	4,07	15,19	13,31	59,6
20 – 40	6,25	4,57	4,99	0,50	4,30	1,52	0,49	2,75	8,18	11,3	55,8
40 – 60	6,36	4,43	4,53	0,50	2,78	0,60	0,22	3,30	3,11	8,13	44,3
PONTO P M-5 - Ilha Mutum											
0 – 20	4,76	4,23	9,54	0,70	5,12	1,59	0,47	6,05	19,86	16,72	42,9
20 – 40	5,02	4,27	7,63	0,50	1,80	1,04	0,17	9,24	8,96	10,64	28,3
40 – 60	5,22	4,34	7,20	0,50	2,25	1,36	0,10	13,09	7,01	10,91	34,0
PONTO P M-6 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,04	4,13	7,08	0,70	1,44	0,76	0,03	16,50	11,68	9,31	24,0
20 – 40	4,93	4,14	7,76	0,40	1,47	0,64	0,04	25,96	10,12	9,91	21,7
40 – 60	5,06	4,34	6,77	0,52	2,07	0,67	0,12	22,11	15,97	9,63	29,7
PONTO P M-7 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,54	4,88	5,38	0,58	4,06	1,52	0,54	5,94	19,48	11,5	53,2
20 – 40	5,47	4,92	4,74	0,25	3,77	1,73	0,47	5,06	11,68	10,71	55,7
40 – 60	5,38	4,84	4,70	0,48	3,11	2,15	0,12	3,63	8,96	10,08	53,4

PONTO P M-8 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,31	4,35	4,14	0,30	2,66	1,62	0,16	3,08	11,69	8,58	51,7
20 – 40	5,13	4,17	4,81	0,80	2,00	1,47	0,10	3,63	7,79	8,38	42,6
40 – 60	5,11	4,02	4,81	0,70	1,39	1,53	0,07	6,60	4,67	7,8	38,3

PONTO PM-9 - Ilha Mutum											
0 – 20	4,57	3,90	6,33	1,00	2,33	1,06	0,32	9,35	18,70	10,04	37,0
20 – 40	4,82	4,11	5,35	0,50	3,01	1,07	0,30	6,38	13,63	9,73	45,0
40 – 60	5,43	4,46	4,61	0,30	3,36	1,31	0,04	6,05	12,07	9,32	50,5

PONTO PM-10 - Ilha Mutum											
0 – 20	4,95	4,39	5,22	0,30	3,55	1,55	0,42	7,70	21,85	10,74	51,4
20 – 40	5,34	4,66	4,77	0,20	3,41	1,53	0,30	7,15	15,58	10,01	52,3
40 – 60	5,40	4,40	3,39	0,20	1,29	0,85	0,22	7,26	3,90	5,75	41,0

PONTO PM-11 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,31	4,46	3,36	0,10	1,88	0,83	0,10	5,06	6,62	6,17	45,5
20 – 40	5,81	4,71	1,91	0,15	0,71	0,24	0,03	6,27	1,17	2,89	33,9
40 – 60	5,93	4,76	2,33	0,10	1,37	0,65	0,02	6,27	2,33	4,37	46,7

PONTO PM-12 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,08	3,86	4,76	0,70	0,74	0,30	0,09	9,13	6,23	5,89	19,2
20 – 40	5,00	3,89	5,30	0,80	1,11	0,50	0,13	11,99	8,96	7,04	24,7
40 – 60	4,98	3,85	7,10	1,00	1,09	0,54	0,12	11,66	8,57	8,85	19,8

PONTO PM-13 - Ilha Mutum											
0 – 20	6,05	5,52	3,14	0,00	4,75	2,74	1,00	17,93	20,93	11,63	73,0
20 – 40	5,71	5,02	4,11	0,03	3,80	2,00	0,55	6,93	14,41	10,46	60,7
40 – 60	4,83	4,01	5,14	0,60	3,55	1,13	0,33	5,61	6,23	10,15	49,4

PONTO PM-14 - Ilha Mutum											
0 – 20	5,92	4,81	2,33	0,30	1,16	0,84	0,04	1,54	2,72	4,37	46,7
20 – 40	5,71	4,82	2,28	0,20	0,96	0,79	0,03	8,03	3,50	4,06	43,8
40 – 60	5,81	5,03	2,07	0,05	0,61	0,66	0,03	13,20	2,72	3,37	38,6

A heterogeneidade da CTC, os baixos teores justificam em valores reduzidos de matéria orgânica como resposta de solos altamente intemperizados como nos pontos PM – 11 e PM – 14. De um modo geral, temos teores de matéria orgânica e CTC que variam de médio

a alto. Em termos de fertilidade, o solo apresenta grande heterogeneidade entre distrófico e eutrófico.

Contudo, além da vegetação nos seus diferentes portes estão sobre controle e influência do regime hidrológico do rio, ainda há em condições edáficas químicas outro meio abiótico de influência as espécies ali presentes.

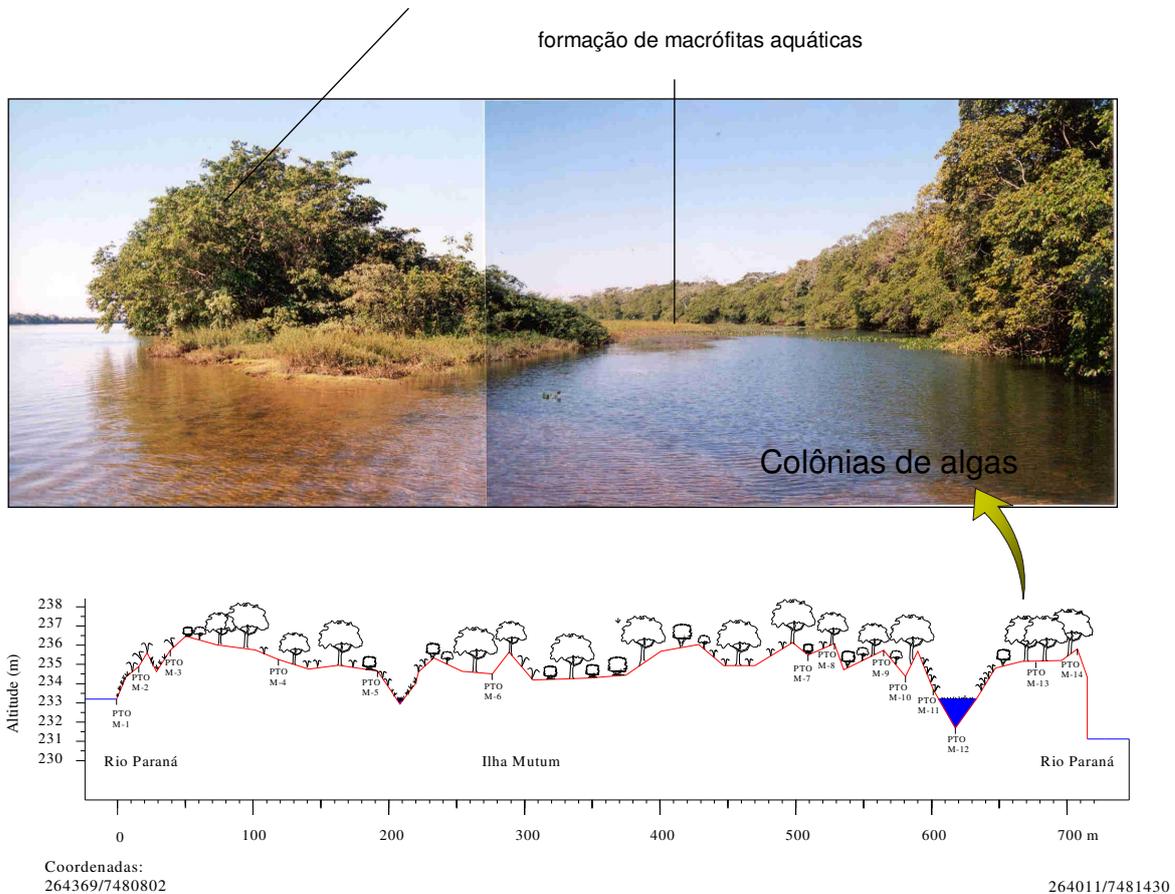
O critério adotado para a toponímia das subdivisões desta unidade, está embasada no gradiente topográfico. Assim, temos:

#### *5.1.6.1 Sub-unidade Mutum-Alto (SuMA)*

Referem-se às áreas de maior altitude e representada com aproximadamente 9,43 km<sup>2</sup> (13,46%), entre 235 a 238 m (Figura 14 e Figura 15), por vegetações ripárias (Figura 26), que acompanham aos longos de corpos d'água (SOUZA, 1999).

São características definidas de pH ácido, toxidez por alumínio trocável baixo, bastante variável a saturação de bases que ora muito baixo e ora média resultando solos distróficos e em alguns pontos eutróficos, média a alta capacidade de troca de cátions, média a alta presença de matéria orgânica, com textura que vai desde altos teores de areia muito fina a argila.

*Inga uruguensis* e *Cecropia pachystachy* (arbóreas), *Croton urucurana*, *Celtis iguanaea* e *Triplaris americana*, além de inúmeras herbáceas.

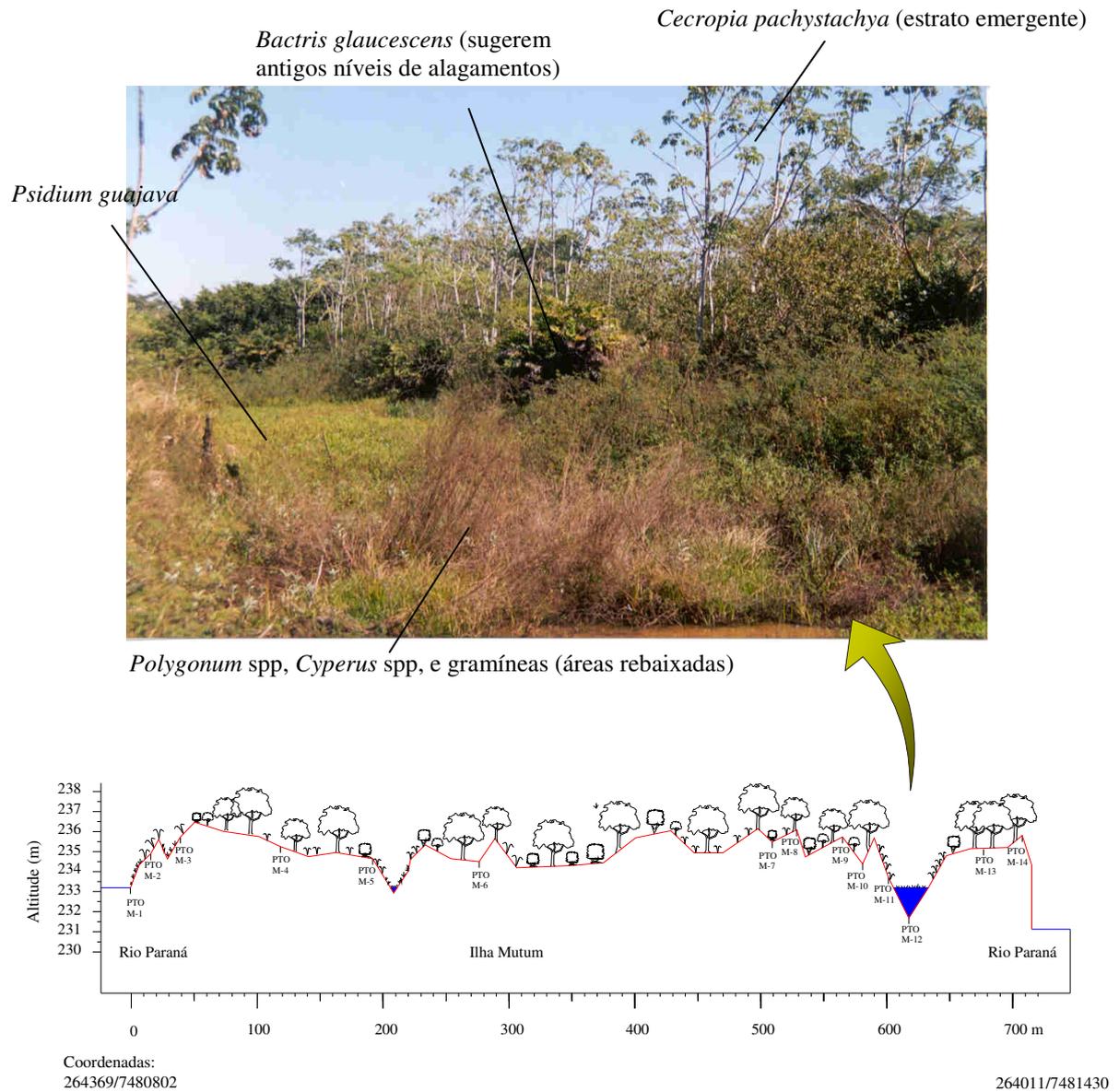


**Figura 26** – Margem Direita da Ilha Mutum. Instalação das espécies de acordo com a sedimentologia e nível fluviométrico

### 5.1.6.2 Sub-unidade Mutum-Baixo(SuMB)

São áreas que abrangem altitudes de 232 a 234 m (Figura 14 e Figura 15), sendo uma área equivalente a 5,30 km<sup>2</sup> ou 7,56%, com feições de lagoas, pântanos e a presença de canais abandonados e semi-ativos (paleocanais) (Figura 27). A vegetação encontrada dentro destes baixios é predominantemente herbácea.

Essas áreas podem ser vistas de acordo com o período e o nível fluviométrico do rio, sendo encoberto nos períodos de vazante maior entre os meses de outubro até janeiro se estendendo até abril em águas altas. Essas áreas são oriundas do controle do nível do rio ao longo do ano, com mudanças nas características morfológicas das margens, erodidas por processos de desmoronamento por cisalhamento (FERNANDEZ, 1990) provocados pelo solapamento progressivo das margens.



**Figura 27** – Composição florística em paleocanal na Ilha Mutum

Características identificadas pH ácido, toxidez por alumínio trocável baixo, em muito baixo a saturação de bases, solos distróficos, média capacidade de troca de cátions, média a alta presença de matéria orgânica, textura franco-argiloso e argila o que condiciona boa drenagem.

## 5.2 ANÁLISE DA FUNÇÃO FITRAS

As diferentes cotas topográficas demonstradas nos perfis da área de estudo, mostram o regime de inundação em cada unidade mapeada. A Tabela 14 indica através da função Fitras quantas vezes a água transbordou pelas margens plenas, com 5,8 a UDM; 5,0 a UpA; 3,3 UE e 2,8 metros a UpB, permanecendo respectivamente 256,48; 159,68; 28,19 e 38,32 de dias que durou a ocorrência entre um evento úmido e outro evento seco.

O nível de transbordamento em cada unidade não teve nenhuma repetição ao longo da série hidrológica analisada, com exceção da UpA que a água chegou 10 vezes na cota de 5,0 metros em 39 anos.

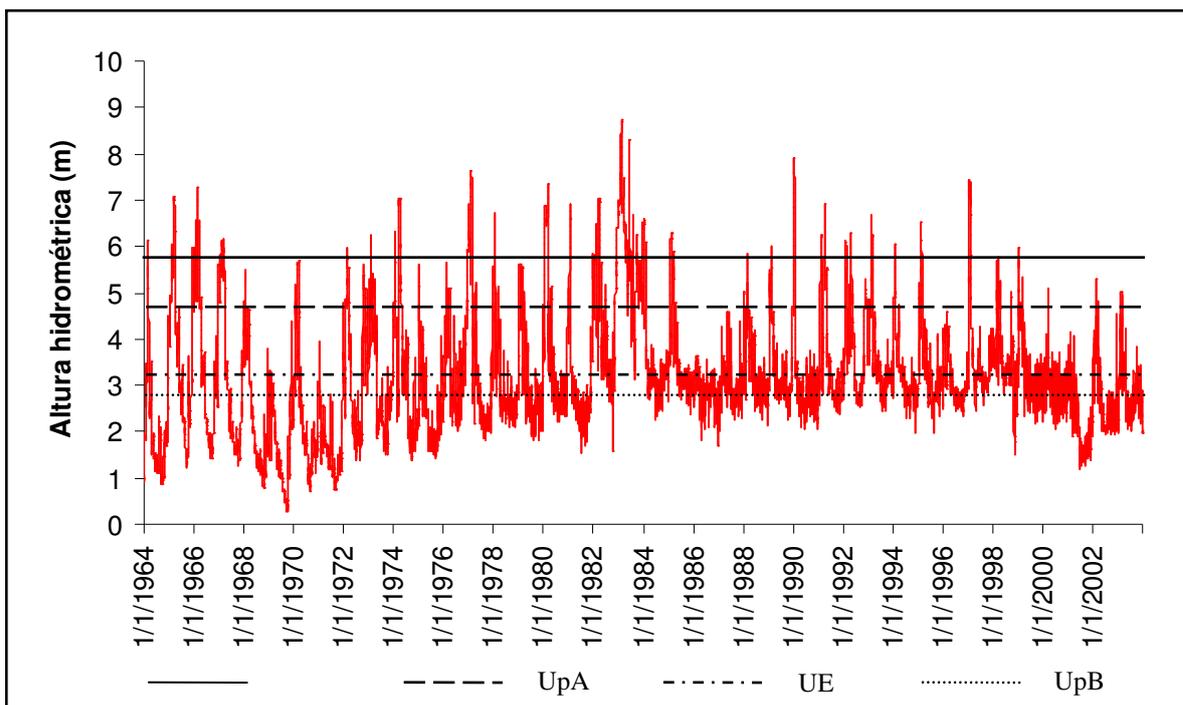
A UDM como posição topográfica mais elevada esteve conectada com o rio durante 743 dias em 39 anos de série, enquanto UpB, a unidade mais baixa, permaneceu 8.906 dias em águas altas (potamofase) e 5.674 dias em águas baixas (limnofase). Em UE esteve 5.153 dias inundados com 380 vezes de conexão e UpA conectou-se com o rio 87 vezes perfazendo um total de 1.498 dias em potamofase.

**Tabela 14** – Análise da fFitras pelo software PULSO para o perfil 1, representado pela Figura 11

	<b>UDM</b>	<b>UpA</b>	<b>UpB</b>	<b>UE</b>
<b>F</b>	47	87	517	380
<b>I</b>	3,2	2,9	1,7	1,96
<b>T<sub>máximo</sub></b>	58,57	64,99	64,99	64,99
<b>T<sub>mínimo</sub></b>	63,11	69,40	69,40	69,40
<b>R</b>	0	10	0	0
<b>A</b>	256,48	159,68	28,19	38,32
<b>S<sub>potamofase</sub></b>	Jan. e Fev.	Jan. e Fev.	Jan. a Mar.	Jan a Mar.
<b>S<sub>limnofase</sub></b>	Mai. a Dez.	Mai. a Dez.	Ago. e Set.	Jul. a Set.

A magnitude dos eventos citados acima é definida como conteúdo de água em movimento que passa por um local fixo em unidade de tempo. Neiff y Poi de Neiff (2002), caracteriza como o cociente entre o número de dias em potamofase e limnofase de cada pulso, na razão do número de pulso, como a intensidade do evento.

Em UE a intensidade do evento chegou a 1,96 metros acima do seu nível de transbordamento enquanto a UDM com menor frequência de cheia, atingiu maiores valores com 3,2 metros e UpA e UpB com 2,9 e 1,7 metros respectivamente.



**Figura 28** – Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 1, representado pela Figura 11

A Figura 28 mostra que em dezembro de 1982 até fevereiro de 1984 foi um período excepcional de potamofase com 224 dias, sendo que os meses de janeiro a março de 1983 permaneceram todos os dias em águas altas e em abril com 27 dias de inundação para toda a planície, seguida por uma fase prolongada de águas baixas de março de 1984 até dezembro de 1989 com 1.798 dias em limnofase. Neste mesmo período foram registrados 2 pulsos de menor ocorrência com duração de 28 dias de inundação.

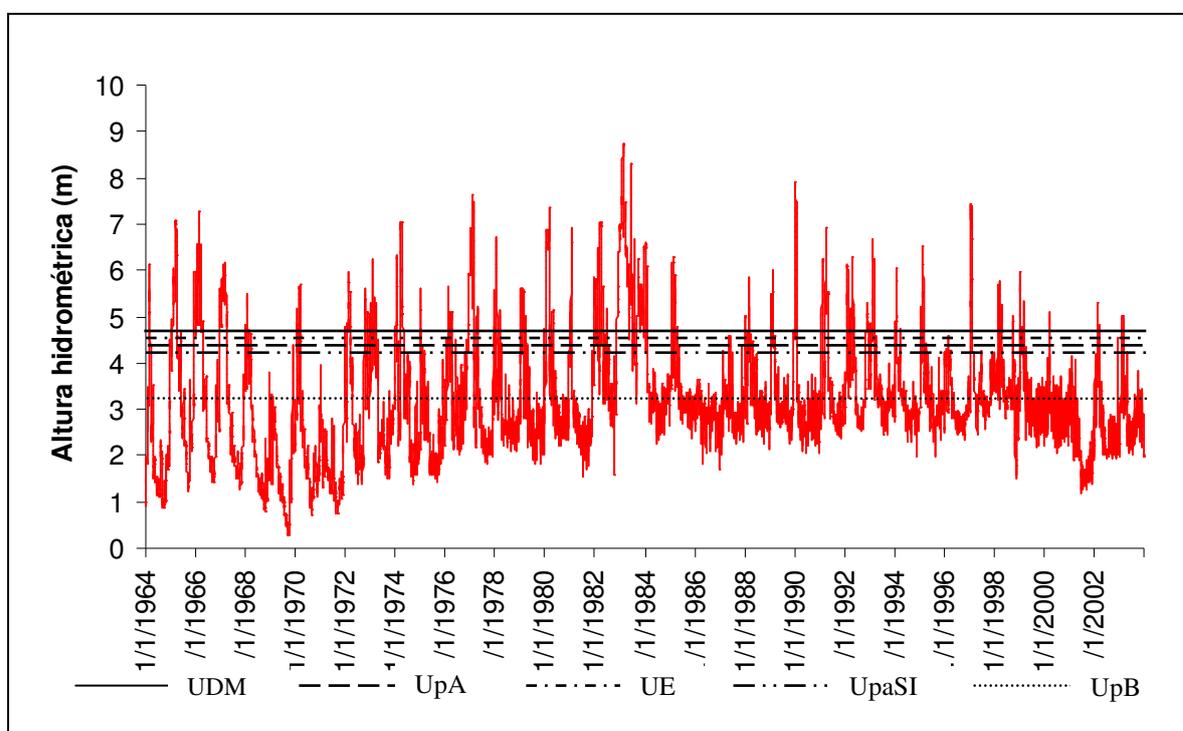
**Tabela 15** – Análise da fFitras pelo software PULSO para o perfil 2, representado pela Figura 12

	UDM	UpA	UpB	UE	UpaSI
<b>F</b>	95	125	476	123	129
<b>I</b>	2,80	2,65	1,84	2,68	2,61
<b>T<sub>máximo</sub></b>	58,66	64,99	64,99	64,99	64,99
<b>T<sub>mínimo</sub></b>	63,11	69,40	69,40	69,40	69,40
<b>R</b>	0	0	0	14	0
<b>A</b>	132,97	114,19	30,61	115,91	110,65
<b>S<sub>potamofase</sub></b>	Jan. e Fev.	Jan. e Fev.	Jan. a Mar.	Jan. a Fev.	Jan. a Fev.
<b>S<sub>limnofase</sub></b>	Mai. a Out.	Mai. a Out.	Jul. a Set.	Mai. a Out.	Mai. a Out.

A Tabela 15 condiz com a fFitras em relação à Figura 12 que mostra o perfil topográfico e as unidades em diferentes patamares altimétricos. O nível de transbordamento (Figura 29) para UDM, UpA, UpB, UE e UpaSI são respectivamente 4,6; 4,4; 3,1; 4,5 e 4,3 metros. A UDM foi inundada 95 vezes que atingiu valores superiores a 4,6 metros e

amplitude de 132,97 dias. Para a mesma a água permaneceu 1.986 dias em potamofase, contra 12.286 dias em limnofase.

Embora tenha a diferença de 0,1 metro entre a UDM e a UE, esta última teve 28 pulsos a mais com 2.117 dias em águas altas. O mesmo segue entre UE e UpA, com 0,1 de altitude a menos para UpA com diferença de 2 pulsos e 1 dia de amplitude o que significou para toda a série, 152 dias de águas altas a mais para UpA. Ao considerar o nível de transbordamento de 4,3 metros para UpaSI permaneceu com 2.419 dias em águas altas com uma lâmina da água com 2,61 metros acima do seu nível de transborde. Para todas essas unidades os meses de maiores números de dias são janeiro e fevereiro em período de águas altas e de maio a outubro com maiores dias de águas baixas.



**Figura 29** – Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 2, representado pela Figura 12

A UpB com 3,1 metros de nível teve ao longo da série histórica 476 vezes que se conectou com a água do rio e com duração máxima entre um período e outro de 30,61 dias, totalizando 6.531 dias com a presença de água, principalmente nos meses de janeiro a março.

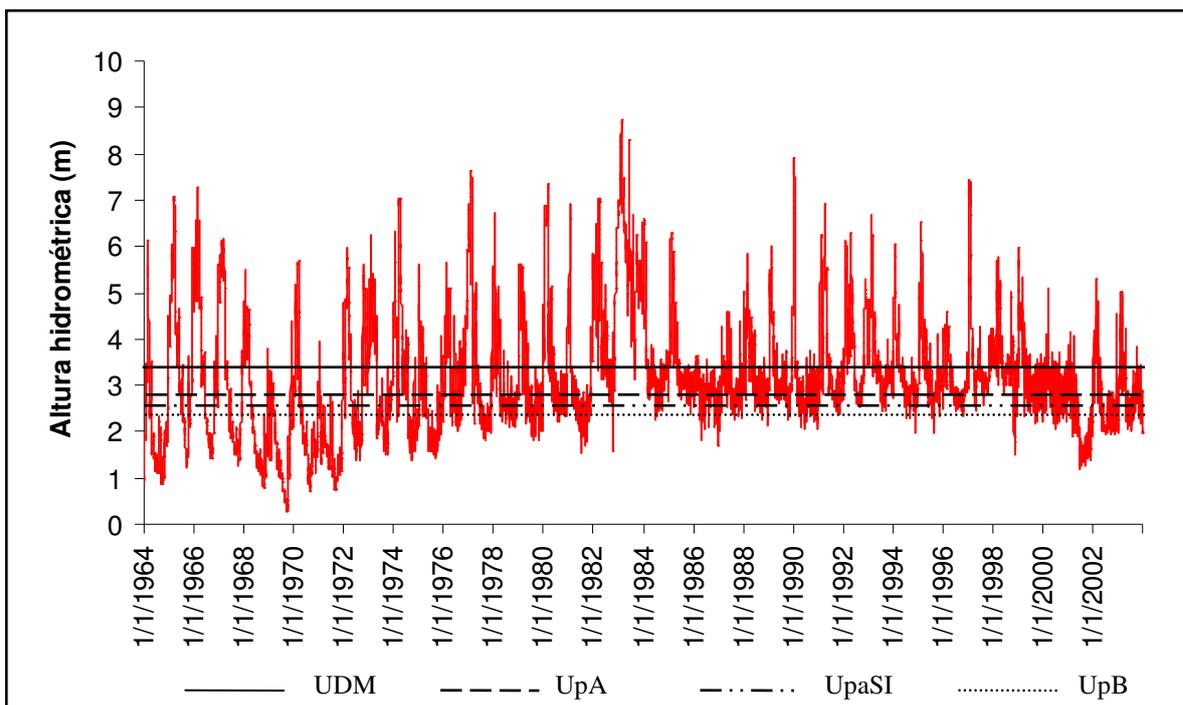
Para todos os níveis de transbordamento, somente a 4,5 metros obteve recorrência de 14 vezes, o que para os demais não tiveram nenhuma recorrência, sendo que em nenhum momento histórico a água atingiu valores de 4,6; 4,4; 4,3 e 3,1 metros.

De acordo com a Figura 30 e a Tabela 16 para as unidades que representam (Figura 13), os níveis de 3,2 para UDM, 2,4 para UpA, 2,1 para UpB e 2,6 para UpaSI, para nenhum dos valores voltou a repetir ao longo da série histórica com recorrência 0 (zero) para todos os níveis e todas as unidades.

Entretanto a UDM está a uma altitude de 236,4 metros em posição topográfica mais abaixo quando comparada à repetição desta unidade a montante identificada nos perfis 1 e 2 (Figura 11 e Figura 12). A esta unidade manteve conectada com o rio 448 vezes com 32,51 dias de duração em um evento e outro. Tal justificativa é decorrente da proximidade desta unidade com a confluência do rio Baía com o rio Paraná. Rocha (2002) e Meurer (2004) apontam uma inversão de fluxo em águas altas, impedindo o escoamento do rio Baía para o rio Paraná, o que ocorre o transbordamento pelas margens do rio Baía.

**Tabela 16** – Análise da fFitras pelo software PULSO para o perfil 3, representado pela Figura 13

	<b>UDM</b>	<b>UpA</b>	<b>UpB</b>	<b>UpaSI</b>
<b>F</b>	448	302	153	431
<b>I</b>	1,89	1,66	1,60	1,67
<b>T<sub>máximo</sub></b>	64,99	64,99	64,99	64,99
<b>T<sub>mínimo</sub></b>	69,40	69,40	69,40	69,40
<b>R</b>	0	0	0	0
<b>A</b>	32,51	48,24	94,35	33,80
<b>S<sub>potamofase</sub></b>	Jan. a Mar.	Jan. a Abr.	Jan. a Abr.	Jan. a Abr.
<b>S<sub>limnofase</sub></b>	Ago.	Jul. a Set.	Ago. e Set.	Ago.



**Figura 30** – Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 3, representado pela Figura 13

Os meses de maior permanência de água na unidade do perfil 3, UDM sempre foi em janeiro com 883 dias, fevereiro com 945 dias e março com 927 dias somando aos outros meses de águas altas um total de 5.807 dias.

A UpaSI teve 431 pulsos completos com amplitude de 33,80 dias para cada evento úmido e seco, e maiores dias em potamofase nos meses de janeiro a abril; e para a limnofase destacou o mês de agosto com 624 dias, um total de 4.291 para águas baixas e 10.291 dias para águas altas.

Na unidade UpA com nível de transbordamento de 2,4 metros foram 302 pulsos com permanência média de cada pulso 48,24 dias com intensidade de 1,66 metro acima do ponto de extravasamento da água para a planície. Este ambiente permaneceu 11.273 dias alagados em 39 anos da série analisada. A estacionalidade da água para o evento de cheia foi de janeiro a abril e para o evento de seca de julho a setembro com 3.309 dias.

Em UpB, o segmento mais baixo de toda a planície com nível de transbordamento de 2,1 metros obteve ao longo da série 153 pulsos com duração média de 94,35 dias e com intensidade não mais que 1,60 metro. Embora esta unidade seja mais baixa e com menor número de pulso completo, ela manteve 12.284 dias inundada, contra 2.301 dias em limnofase, destacando o mês de agosto e setembro.

**Tabela 17** – Análise da fFitras pelo software PULSO para o perfil 4, representado pela Figura 14 (Ilha)

	<b>SumA</b>	<b>SumB</b>
<b>F</b>	29	63
<b>I</b>	3,31	1,40
<b>T<sub>máximo</sub></b>	53,69	61,06
<b>T<sub>mínimo</sub></b>	58,25	65,54
<b>R</b>	0	25
<b>A</b>	378	219,68
<b>S<sub>potamofase</sub></b>	Jan. a Mar.	Dez. a Abr.
<b>S<sub>limnofase</sub></b>	Mai. a Dez.	Jun. a Out.

**Tabela 18** – Análise da fFitras pelo software PULSO para o perfil 5, representado pela Figura 15 (Ilha)

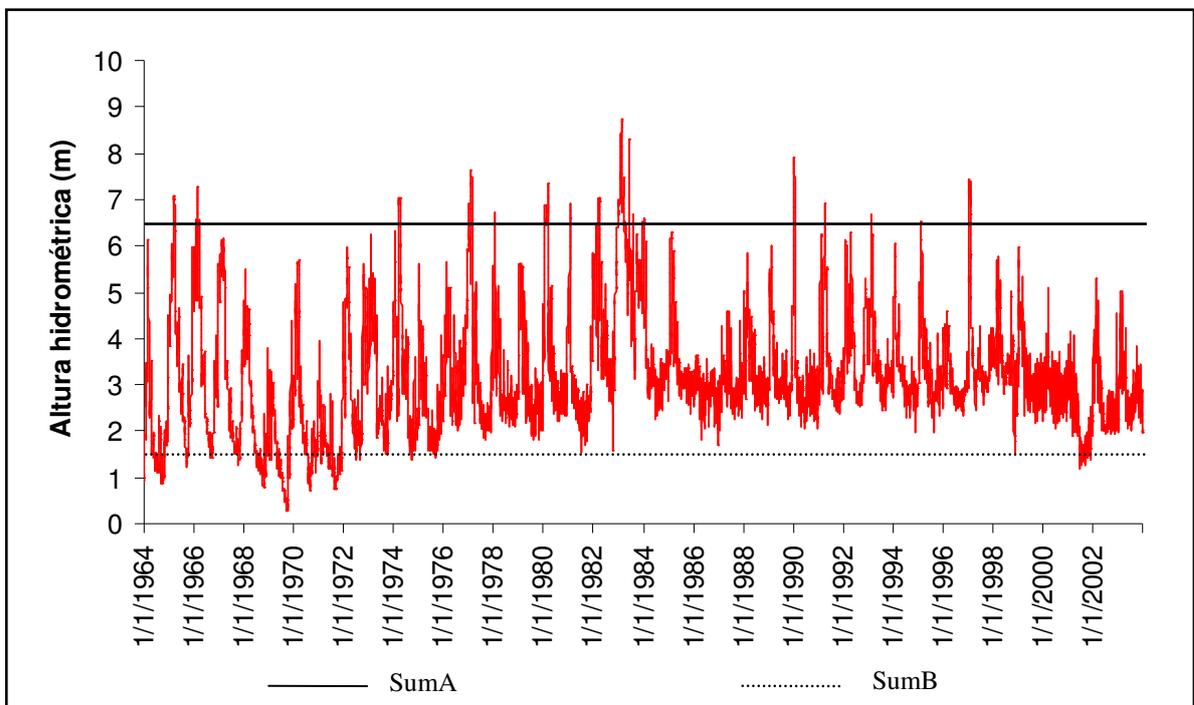
	<b>SumA</b>	<b>SumB</b>
<b>F</b>	111	-
<b>I</b>	2,75	-
<b>T<sub>máximo</sub></b>	64,99	-
<b>T<sub>mínimo</sub></b>	69,40	-
<b>R</b>	0	-
<b>A</b>	128,43	-
<b>S<sub>potamofase</sub></b>	Jan. a Mar.	-
<b>S<sub>limnofase</sub></b>	Mai. a Dez.	-

A Tabela 17, Tabela 18, Figura 31 e Figura 32, referem-se às unidades identificadas na ilha. Para a SumA com nível de transbordamento de 6,2 a montante (Figura 14) e 4,6 a jusante (Figura 15) mostram 29 e 111 vezes de conexão com o rio Paraná e permanecendo com 378 e 128,43 dias de duração em uma fase ou outra. A lâmina da água não passou de 3,31 e 2,75 metros de altura dos seus níveis de transbordamento. Ao contrário do nível de 4,6 com 1.986 dias de águas altas, no perfil 5 (Figura 15), o perfil 4 (Figura 14) permaneceu de janeiro a março em águas altas 1.345 dias.

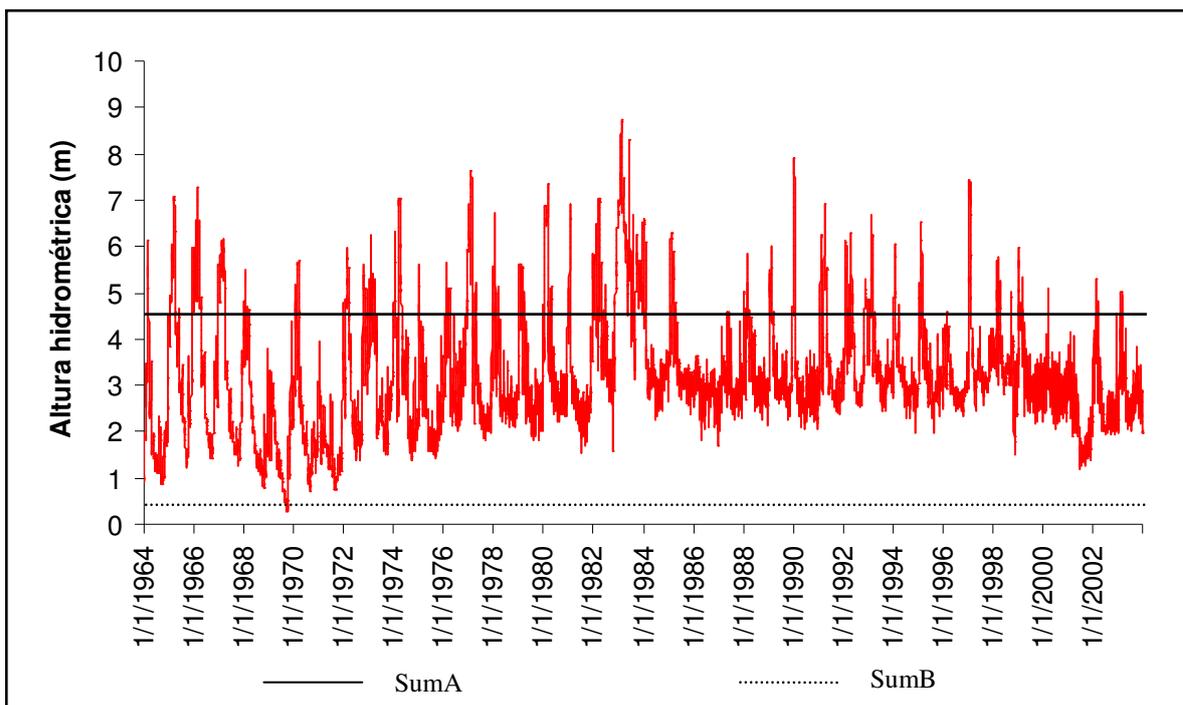
A SumB com nível de transbordamento para a Tabela 17 e Figura 31 de 1,5 metros perfazeu um total de 13.068 dias em potamofase, estando apenas 773 dias em fase de águas baixas. Confere ainda para este nível 63 pulsos ao longo de toda a série, com 25 vezes de recorrência somente para este nível. A Tabela 18 e Figura 32 com 0,5 metros, o programa apresentou erros o que impediram o cálculo da fFitras. Porém em análise ao gráfico (Figura 32) percebe que não tivemos a ocorrência de muitos pulsos e permaneceu o maior período inundável. Como mostra a Figura 27, as vegetações instaladas são herbáceas e gramíneas como extrato emergente e algumas espécies de macrófitas. Este tipo de vegetação possui ciclos curtos de existência, aproximadamente 5 anos no ambiente. O gráfico mostra que neste

ambiente para toda a série a vegetação se recompõe de 5 em 5 anos tornando-a independente da importância dos pulsos de inundação. Para este ambiente fica sujeito a mais de 14.000 dias na presença de água durante toda a série o que condicionará sempre este tipo de extrato de vegetação.

A área de estudo, de acordo com Junk (1989) uma ATTZ - Área de Transição Terrestre e Aquática e segundo Medri *et al* (2002) são áreas alagadas responsáveis por mudanças físico-químico e biológico, que influencia na disponibilidade dos minerais dos solos, diminuição de trocas gasosas entre o solo e o ar, acúmulo de gases como  $N_2$ ,  $CO_2$  e  $H_2$ , aumento do pH, entre outras modificações.



**Figura 31** – Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 2, representado pela Figura 14



**Figura 32** – Nível de transbordamento e os pulsos no perfil 4, representado pela Figura 15

A função Fitras observada para a série só pode ser aplicada quando há o conhecimento do nível de transbordamento da água para a planície, o que pode afirmar para as áreas de planície um sistema complexo de funcionamento. Assim, para a área considerou os diferentes níveis altimétricos de entrada de água do rio Paraná para a planície. Nota-se que neste sistema pode-se ter ainda a entrada de água por fluxo lateral, pelo escoamento pluvial convergido e impedido na UpB e ou na UE, pelas margens do rio Baía e principalmente pela oscilação do freático.

### 5.3 DINÂMICA DE INUNDAÇÃO

Considerando que a planície fluvial do rio Paraná apresenta ambientes com graus de conectividade diferenciados com o rio Paraná, podendo destacar diversos (sub) ambientes, como as lagoas de várzea, lagoas conectadas, canais secundários, entre outros. Estes tendem a regular, ou equilibrar o nível hidrométrico, como se fossem o prolongamento e funcionamento do canal principal de escoamento. Outra alteração que se refere ao controle de descargas sobre os débitos diários para a planície são os pulsos, sendo de grande interesse ecológico, pois pode estar causando *stress* em águas altas ou em águas baixas nas comunidades do meio em que ali habitam.

Os índices discutidos no item anterior mostram a função Fitras para os diferentes (sub) ambientes. Considerando desde que o reservatório de Porto Primavera foi fechado em novembro de 1998, a barragem passa a controlar a vazão do rio e em consequência toda a hidrodinâmica do rio em dois períodos: pré-barramento e pós-barramento. A frequência de pulsos mínimos e máximos teve características distintas de alteração no regime pós-barramento, sendo os pulsos de mínimos fluxos deixaram de ocorrer com frequência e os pulsos de máximo fluxo passam a ocorrer com maior assiduidade.

A frequência com que ocorrem os pulsos é importante nos processos de conectividade e desconectividade entre os diversos habitats e os canais fluviais. Sua ocorrência desencadeia uma série de processos geomórficos (sedimentação) e ecológicos (acessibilidade de espécies diferentes) entre os corpos aquáticos.

Rocha (2002) elaborou uma projeção com zonas de inundação, tendo por base a frequência espaço-temporal dos processos hidrológicos e geomórficos e encontrou três diferentes zonas, dos quais, para este estudo, abrange duas:

Zona de Inundação do Rio Paraná: (ambientes da calha e ilhas do rio Paraná) tais ambientes são diretamente influenciados pelas características físicas e bióticas dos canais principais do rio Paraná. Os processos devem ser interpretados de acordo com as características locais do ambiente associadas com o controle hidrodinâmico do rio Paraná.

Zona de Inundação do Rio Baía: (ambientes da planície fluvial/sistema anastomosado) em tais ambientes, há uma certa complexidade nos processos hidrodinâmicos que controlam os ecossistemas locais. Nesta área são importantes os refluxos causados pela elevação do rio Paraná, as precipitações locais e o fluxo dos córregos de baixa ordem.

O emprego de tal hierarquia vem a facilitar as zonas de abrangência de cada sistema hidrológico, demonstrando as áreas atingidas e os ambientes gerados pela conectividade hidrodinâmica. Os resultados obtidos por Rocha (2002), são apresentados na Tabela 19 de acordo com os níveis fluviométricos obtidos pela réqua linimétrica da estação fluviométrica de Porto São José.

**Tabela 19** – Influência dos níveis fluviométricos do rio Paraná sobre as duas zonas de inundação do sistema rio-planície fluvial. Retirado de Rocha (2002)

Local	Nível da Água e Processo Hidrodinâmicos		
	< 350 cm	> 460 cm	> 700 cm
<b>Z. I. Paraná</b>	Nível d'água do lençol freático pode abaixar além do fundo da maioria dos corpos aquáticos temporários no interior das ilhas e Planície Fluvial.	Influência sobre os ambientes associados às barras atuais e canais secundários. Lagoas abertas podem passar a canais secundários.	Trasbordamento para as ilhas e planície fluvial, com fluxo sobre as superfícies. Intensificação da mobilização de formas de leito e de processos erosivos nas margens.
<b>Z. I. Baía</b>	Influência do nível da água dos corpos aquáticos pelo lençol freático, idem a ZIP. Provável predominância de fluxo para jusante na saída. Processos locais influenciados pelas chuvas locais e pequenos Tributários.	Intensificação da influência do fluxo sobre as lagoas e elevação nos níveis de água dos corpos aquáticos e do canal. O fluxo para jusante pode restringir ao canal Curutuba.	Trasbordamento para a planície fluvial, com fluxo sobre as superfícies. Típica mistura das características físico-químicas das águas provenientes da várzea e do rio Paraná

Em um estudo comparativo com os níveis de entrada de água na planície e na ilha Rocha (2002) e com Corradini (2006), temos a seguinte representatividade (Tabela 19 e Tabela 20).

**Tabela 20** – Influência dos níveis fluviométricos do rio Paraná sobre as duas zonas de inundação do sistema rio-planície fluvial. Corradini (2006)

Local	Nível da Água e Processo Hidrodinâmicos		
	< 200 cm	> 320 cm	> 590 cm
<b>Z. I. Paraná</b>	Nível d'água do lençol freático pode abaixar além do fundo da maioria dos corpos aquáticos temporários no interior das ilhas e Planície Fluvial.	Influência sobre os ambientes associados às barras atuais e canais secundários. Lagoas abertas podem passar a canais secundários.	Trasbordamento para as ilhas e planície fluvial, com fluxo sobre as superfícies. Intensificação da mobilização de formas de leito e de processos erosivos nas margens.
<b>Z. I. Baía</b>	Influência do nível da água dos corpos aquáticos pelo lençol freático, idem a ZIP. Provável predominância de fluxo para jusante na saída. Processos locais influenciados pelas chuvas locais e pequenos Tributários.	Intensificação da influência do fluxo sobre as lagoas, paleocanais e elevação nos níveis de água dos corpos aquáticos e dos canais. Trasbordamento para a planície fluvial, com fluxo sobre as superfícies.	Área inundada até os limites da UpB.

De acordo com os gráficos de pulso, para o período de pós-barramento não tivemos períodos de potamofase (águas altas). Vale destacar que em um único registro de 31 de janeiro de 2005, percebeu-se o aumento máximo de cheia 6,75 m, porém não é considerado um pulso completo, tendo um extravasamento relativamente baixo, sem causar implicações no ambiente. É válido lembrar que a oscilação fluviométrica diariamente está relacionada com o fechamento das barragens para atender a demanda do Estado de São Paulo do ponto de vista energético.

A oscilação do nível fluviométrico pela barragem gera conseqüências antes não vista a sua jusante. Pode-se perceber atualmente a formação de *piping*, como indicador de aumento do nível do rio e abaixamento de forma rápida desestabilizando os sedimentos de margem com facilidade.

Para a fase de limnofase, teremos uma série de implicações no ambiente, sob a ótica de ecologia. Possivelmente durante esta fase o solo é rapidamente colonizado pela vegetação herbácea e lenhosa que extrai nutrientes desde a profundidade do solo e transloca primeiramente as plantas e em seguida incorpora aos horizontes superiores do solo com as folhagens. Quanto maior a frequência e duração da limnofase maior o favorecimento e a acumulação de matéria orgânica.

Os bancos de areia ou barras formadas pela atual forma do leito estão estreitamente ligados com esta fase. As herbáceas vão se colonizando nestes ambientes, e para sua adaptação exigirá um crescimento suficiente para que elas não fiquem totalmente submergidas na próxima inundação. Quando o período de águas baixas tem longa duração com uma certa frequência e tensão (diferença de ano para ano), pode colonizar em várias posições topográficas, e ainda criar maiores nichos e com maior quantidade de espécies. Isto se deve por configurar áreas de transição terra e água.

Quanto maior frequência e duração de águas baixas, o solo determina condições favoráveis para a colonização e permanência de plantas arbustivas e arbóreas na planície e quanto à seca mais duradoura, muitas espécies arbóreas sofrem com a caída das folhas e chegam a abortar seus frutos (Neiff e Poi de Neiff, 1990).

A distribuição da vegetação apresenta diferentes características que variam com a disponibilidade de água na superfície. Logo, alguns trabalhos mencionam as mudanças estruturais da vegetação na presença ou ausência de água por um período prolongado, como Drew (1991), Medri & Correa (1985), Medri (2002).

O solo seco aumenta a heterogeneidade das paisagens e também a heterogeneidade interna de cada paisagem, aumentando a riqueza das espécies e bioformas. Por exemplo às raízes de espécies arbóreas, especialmente as mais jovens, invertem maior energia em produzir raízes nos horizontes de solo abaixo dos 50 cm de profundidade. A avifauna, acondicionados com a maioria das espécies requerem obrigatoriamente o solo descoberto de água (MEDRI & CORREA, 1985).

Uma vez que a água atinge a superfície e tem permanência por mais de 10 dias, a vegetação ciliar e principalmente as dos trópicos começa a desenvolver adaptações morfológicas, anatômicas e metabólicas como medida adaptativa ao novo ambiente. Algumas das conseqüências dos ambientes alagados é a redução da taxa de oxigênio afetando diretamente a sobrevivência, o crescimento e o metabolismo das plantas (MEDRI, 2002).

Uma das adaptações anatômicas e morfológicas na presença de água por mais de 30 dias, as plantas passam a desenvolver lenticelas e a formação de aerênquima que são adaptações que podem facilitar a difusão do oxigênio da parte aérea para as raízes (MEDRI, 2002). Outra adaptação tolerante a inundação é quanto a produção de raízes adventícias.

A deterioração das raízes primárias é afetada por ação dos microorganismos, formando as raízes secundárias do tipo adventícias. As novas raízes formadas contêm mais aerênquima do que aquelas do sistema primário, aumentando significativamente o diâmetro da base dos caules sendo funcional na absorção de O<sub>2</sub>, água, nutrientes, auxílio na produção de hormônios de crescimento para garantir maior sustentabilidade a planta (DREW, 1991).

Drew (1991) afirma que o alagamento pode levar a uma redução no crescimento da raiz e da parte aérea, provocando muitas vezes, redução na razão raiz/parte aérea, reduzindo a massa e o seu comprimento, caracterizando o ambiente com plantas superiores de forma diferenciada entre as espécies. Medri & Correa (1985) registraram que espécie *Joannesia princeps* morre em 90 dias de alagamento e a *Spathodea campanulata* tem uma diminuição do comprimento de caules e raízes.

As modificações morfológicas e anatômicas auxiliam na oxigenação das raízes e na liberação de compostos tóxicos diminuindo os danos provocados pelo alagamento, até mesmo da liberação de Fe e Mn que podem ser tóxicos para as plantas quando ao aumento da absorção pelo desequilíbrio das funções de metabolismo na presença do prolongamento em potamofase (DREW, 1991).

O desenvolvimento do sistema vascular ocorre em plantas sujeitas a *stress* hídrico a produção de tecidos xilemáticos para as espécies que compõem a vegetação ciliar, sendo *Croton urucurana* não apresentou nenhuma variação, enquanto *Inga striata* apresentaram vasos mais estreitos. Ao contrário ocorre para as plantas de solos hidromórficos (MEDRI, 2002).

Medri (2002) na avaliação da vegetação ciliar em resposta ao alagamento da bacia do rio Tibagi (PR) chegou-se à conclusão que *C. xanthocarpa* submetidas por um período de 60 dias apresentam redução nas folhas e nos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e dos micronutrientes Cu, Zn, B e Mn. *C. gonocarpum* com permanência em potamofase por 80 dias apresentam uma redução apenas dos macronutrientes N, K, Ca e Mg, salientando que estas mesmas espécies tem ocorrência na planície de inundação do rio Paraná.

De acordo com o autor o K é essencial para a abertura estomática, assim como N, P, Ca, Mg, Cu e Mn são importantes para a fotossíntese. A redução da nutrição das folhas e das folhas esteja relacionada com as reduções na condutância estomática e na taxa fotossintética líquida. Os mesmos podem ocorrer em *C. xanthocarpa* e *Tabebuia avellanedae* presente na área.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As definições das unidades geomorfológicas foram baseados na estereoscopia dos pares de fotografias aérea quanto aos aspectos estruturais e texturais da superfície, tendo a toponímia embasada pela gênese e pelas variações topográficas aferidas em campo. Assim, sugere-se a identificação de 6 unidades e suas principais particularidades (Tabela 21).

Das análises químicas deu-se ênfase aos macronutrientes, visto que os micronutrientes estão disponíveis de acordo com a acidez do solo, ou seja, quando atingir  $pH_{H_2O}$  menor que 5,0 estes ficam em maior disponibilidade; os teores de matéria orgânica estão entre médio e alto; CTC apresentou para a ilha uma heterogeneidade entre médio e alto o que para planície manteve alto.

Os parâmetros granulométricos analisados se mostraram com as seguintes características: as frações são pobremente e muito pobremente selecionados e estão em ambientes de remoção, variando sedimentos de muito platicúrtica a leptocúrtica para a ilha, enquanto esta última para a planície apresentou maior heterogeneidade, com denominações de

muito platicúrtica, platicúrtica, mesocúrtica e extremamente leptocúrtica respectivamente, seguindo estas ainda sobre os mesmos pontos diferenciações nas profundidades.

As amostras apresentaram condições adequadas de fertilidade propiciando bom desenvolvimento das espécies que compõem a floresta estacional semidecidual. Os fatores abióticos determinantes como clima, condições de fertilidade, classe granulométrica que rege a circulação hídrica, posição do relevo estão sob controle hidráulico do rio Paraná.

O software PULSO, pela função Fitras, mostrou o controle hidrológico de toda a planície, tanto aos fatores bióticos como os abióticos. Fato este evidenciado pela permanência da água nas diferentes unidades mapeadas, controlando o aparecimento das espécies vegetais específicas a cada (sub) ambiente.

O software utilizado demonstrou-se bastante operacional para os objetivos deste trabalho, embora tenha apresentado a necessidade de alguns ajustes; estes ajustes implicariam em resultados mais precisos.

Lembrando que para cada perfil representado pela sua figura correspondente foram criadas tabelas que relacionam cada unidade com os atributos da função Fitras.

Contudo, o controle abiótico do desenvolvimento, presença e crescimento dos estratos vegetais se dá em primeira instância pelo regime fluvial do rio Paraná, em segunda ordem pelas posições topográficas e pela classe textural do solo, influenciando conseqüentemente na instalação de microorganismos e avefauna.

A entrada de água não ocorre necessariamente e simultaneamente na mesma unidade, sendo que essa entrada de água no sistema não ocorre apenas por transbordamento das margens planas mas também por *crevasses*, leques aluviais, canais de escoamento e lagoas, sendo que estes estão em distintas posições topográficas.

No caso do rio Baía ocorre uma inversão de fluxo com o aumento da vazão do rio Paraná. Essa inversão faz com que ocorra um transbordamento na planície do rio Baía.

Os itens aqui discutidos e a metodologia utilizada são resultados pioneiros. Fica ainda a sugestão de uma continuidade abordando outros fatores tais como hidrossedimentologia, controle de inundação, aplicação na ecologia, dentre outras vertentes de pesquisa.

Tabela 21 – Síntese das unidades geomorfológicas mapeadas e principais características

	Nível Topográfico	Estratos Vegetativos	Feições Geomorfológicas	Gênese	Fertilidade do Solo	Classificação Textural
Unidade Dique Marginal	236,8 a 237,6 metros	- arbóreo	- Leques em crevasse; - Dique marginal	- antigo padrão de canal anastomosado	- Eutrófico/distrófico/álico	- Muito Argiloso/Franco Areia Muito Fino
Unidade Planície Alto	234,8 a 236,8 metros	- várzea/arbustiva	- Relevo plano e plano ondulado	- antigo padrão de canal anastomosado	- Distrófico/álico	- Muito Argiloso/Franco Argilo Arenoso
Unidade Planície Baixo	233,6 a 234,8 metros	- herbácea/arbustiva	- Lagos - Relevo plano e deprimido - Bacias de inundação	- antigo padrão de canal anastomosado	- Distrófico/álico	- Muito Argiloso/Argila
Setor Indiferenciado	233,9 a 234,4 metros	- arbóreo/arbustivo	- Relevo plano e plano ondulado	- antigo padrão de canal anastomosado	- Álico/distrófico	- Franco Argilo Arenoso/Argila
Unidade Canal de Escoamento	234,6 a 236,7 metros	- campos de várzea	- canais inativos - paleocanais	- antigo padrão de canal anastomosado	- Álico/distrófico	- Franco Arenoso Fina
Unidade Mutum	231,9 a 236,5 metros	- arbóreo	- canais inativos - relevo ondulado - lagos	- fase de barra de canal para fase de ilha (agração lateral e vertical)	- Distrófico/eutrófico	- Argila/Muito Argiloso

## 7 REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A.A. et al. *A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação = Upper Paraná floodplain river: importance and preservation*. Maringá, PR: Eduem. 1996.

BARCZYSCZYN, O. *Paleossolos na planície de inundação do rio Paraná: caracterização e interpretação paleoambiental*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, SP. Dissertação de Mestrado, 2001. 83p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Nossa mata toda vida*. Brasília, DF, [2003?]. 62 p., il.

BUBENA, M.R. *Lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná – Sistema Baía*. Monografia de Qualificação. Universidade Estadual de Maringá. Maringá (PR), 2005. 57p. Inédito.

CAMPOS, J.B; SOUZA, M.C. Vegetação. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM: Nupélia, 1997. p.371-394.

CORRADINI, F.A. Mapa Geomorfológico da Planície de Inundação. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia. Dissertação de Monografia. 2004. p. 53.

CASCO, S.L. *Poblaciones vegetales centrales y su variabilidad espacio-temporal en una sección Del Bajo Paraná influenciada por el régimen de pulsos*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste. 2003. 1-189 y anexos.

CHRISTOFOLETTI, A.A. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: : Edgard Blücher, 1981.

COMUNELLO, E. *Dinâmica de inundação de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do alto rio Paraná*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá (PR), 2001. 41p.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA CONSERVAÇÃO DO REMANESCENTE DO RIO PARANÁ E ÁREAS DE INFLUÊNCIA. (Coripa). *Zoneamento Ecológico – Econômico das APA's Intermunicipais de Ilha Grande, PR*. Curitiba: Senagro, 1996. vol.1.

CORREA, G.T. *Formações vegetais associadas à cursos fluviais*. Monografia de Qualificação. Universidade Estadual de Maringá. Maringá (PR), 1998. 43p.

DESTEFANI, E.V. *Regime hidrológico do rio Ivaí*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá (PR), 2005. 94 p.

ELETROSUL. *Ilha Grande – A vegetação da área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Grande (PR/MS)*. – (Levantamento na escala 1:250.000). Florianópolis. 1996. 52 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – *Serviço Nacional do Levantamento e Conservação dos solos*. Mapas de Solos do Brasil: 1:5.000.000.000. Rio de Janeiro, 1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – Centro nacional de Pesquisa de solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: EMBRAPA, Produção de Informação. 1999. 412p.

FACHINI, M.P. *Fitofisionomia e Levantamento Florístico em Transectos na Planície de Inundação do Alto rio Paraná (PR e MS)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá (PR), 2001. 62p.

FERNANDEZ, Oscar Vicente. *Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico, PR*. Dissertação (mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro – SP, Inédito, 96, 1990.

FOLK, R.L. & WARD, W.C. *Brazos river bar: study in significance of grain size parameters* *Journal of sedimentary petrology*, 1957, 27: 3 – 26.

FORTES, E. *Geomorfologia do baixo curso do rio Ivinheima, MS: uma abordagem morfoestrutural*. Tese de Doutorado IGCE-UNESP. Rio Claro (SP), 2003.

FUEM.PADCT/CIAMB. 1993. *Estudos ambientais na planície de inundação do rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipu – março de 1992 a fevereiro de 1995*. Maringá. V.3, p. 461 – 493. (Relatório Final do Projeto – apoio PADCT/CIAMB).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 1992. *Classificação da Vegetação Brasileira*. Veloso et al.. Secretaria de Coordenação e Planejamento. Convênio com o Governo e a Fundação IBGE.1992.

JABUR, I. C. & SANTOS, M.L. dos. *Revisão Estratigráfica da Formação Caiuá*. *Boletim de Geografia - UEM*. Ano 2, nº 2. Maringá, 1984.

JUNK, W.K.; BAILEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian special Publications on Fishery and Aquatic Sciences. In: Dodge D.P. (es.). *Proceedings of the International Large River Symposium*, 106: 110-127, 1989.

JUNK, W.K. A várzea do rio Solimões-Amazonas: conceitos para o aproveitamento sustentável e seus recursos. *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros*. 1998. 1-24.

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

KRAMER, V.M.S. *Unidades morfológicas e corpos d'água da planície de inundação do rio Paraná*. Tese de Doutorado PPGEAAC-UEM. Maringá (PR), 2004.

LIZAMA, M.L.A. *Interações entre ambientes aquáticos continentais e organismos*. Monografia de Qualificação. Universidade Estadual de Maringá. Maringá (PR), 1993.

*Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária. Organizador Fábio César de Silva. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

*Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade*. Londrina – PR, IAPAR, 1992. 40p. Ilust. (IAPAR.circular 76).

MEURER, M. *Regime de cheias e cartografia das áreas inundáveis no alto rio Paraná, na região de Porto Rico - PR*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá (PR), 2004.

NEIFF, J.J. Fluctuaciones anuales en la composición fitocenótica y biomassa em lagunas isleñas del Paraná Médio. *Ecosur*, 3(4): 153-183. 1975.

NEIFF, J.J. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*, 15 (6): 424-441. 1990.

Neiff, J.J. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 167-180. Alemanha. 1996.

NIMER, E. Clima. In: *Geografia do Brasil*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Vol. 3, Rio de Janeiro, 1977. p. 51-89.

PREVIDELLO, M.E.; Souza, M.C.; Romagnolo, M.B. 1996. Análise da estrutura da mata ciliar em área de colonização natural, ilha Mutum, rio Paraná, mun. De Taquaruçu, MS. In: Congresso Nacional de Botânica, 47., 1996, Nova Friburgo, RJ. *Resumos dos trabalhos apresentados...* Nova Friburgo, RJ: Sociedade Botânica do Brasil. P. 200.

RAIJ, B.V. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas, SP: Fundação Cargil, 1987.

ROCHA, P.C. *Dinâmica dos canais no sistema rio-planície fluvial do alto rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico (PR)*. Tese de Doutorado. UEM. PPGEAAC, Maringá (PR), 2002. 169p.

ROSA, M.C. Processo de ocupação e situação atual. VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Editores). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, PR: EDUEM/Nupélia, 1997. p. 371-394.

SANTOS, L.M. dos; FERNANDEZ, O.V.Q. & STEVAUX, J.C. Aspectos morfogenéticos das barras de canal do rio Paraná, na região de Porto Rico, PR.

ABEQUA. Congresso Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2, Rio de Janeiro, 1989.

SANTOS, M.L. *Faciologia e evolução de barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico (PR)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP), 1991. 125p.

SANTOS, M.L. *et al.* Minerais pesados nas barras arenosas do rio Paraná em Porto Rico (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, 1992. p. 310-311.

SIRTOLI, A.E. *et al.*. II Curso de Extensão Universitária “*Diagnóstico da Fertilidade e Manejo dos Solos Agrícolas*”. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos, Projeto Solo-Planta, 1999.

SOUZA, M.C.; CILINSKI, J.; ROMAGNOLO, M.B. Levantamento florístico. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Editores). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá (PR). EDUEM/Nupélia., 1997. p. 343-368.

SOUZA, M.C. *Estrutura e composição florística da vegetação de um remanescente florestal da margem esquerda do rio Paraná (Mata do Araldo, município de Porto Rico, PR)*. UNESP. (Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, área de Biologia Vegetal), Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista, 1998.

SOUZA-FILHO, E.E.; STEVAUX, J.C. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curitiba, Ivinheima. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM: Nupélia, 1997. p.3-46.

SOUZA-STEVAUX, M.C.; CILINSKI, J. Vegetação de uma área do trecho superior do rio Paraná e seu potencial para reflorestamento. In.: Seminário Regional de Ecologia, 8., 1996, São Carlos, SP. *Caderno de resumos...* São Carlos: UFSCar, 1996. P. 97.

SOUZA-STEVAUX, M.C.; ROMAGNOLO, M.B.; PREVIDELLO, M.E. Florística e fitossociologia de um remanescente florestal às margens do rio Paraná, município de Porto Rico, PR. In.: Congresso Nacional de Botânica, 46., 1995, Ribeirão Preto, SP. *Resumos dos trabalhos apresentados...* Ribeirão Preto: Sociedade Botânica do Brasil. 1995. p. 325.

SOUZA-FILHO, E.E. *Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR)*. São Paulo, 1993. 214 p. (Tese de Doutorado) – IG-USP.

STEVAUX, J.C.; CORRADINI, F.A.; FACHINI, M.P. Controle Geomorfológico da Distribuição da Vegetação Ripária do rio Paraná (Parte I): Unidades Geomórficas da Planície de Inundação. 2006. *No prelo*.

STEVAUX, J.C. *O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, PR)*. São Paulo, 1993. 235 p. (Tese de Doutorado) – IG- USP.

STEVAUX, J.C. The Uper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. *Quaternary International*, 21:143-161. 1994.

STEVAUX, J.C.; SOUZA-FILHO, E.E.; JABUR, I.C. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM: Nupélia, 1997. p.47-72.

SUGUIO, K. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

TOMÉ, J.B. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba, RS: Agropecuária, 1997. 247p.

VERÍSSIMO, S. *Influência do regime hidrológico sobre a ictiocenose de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 1999. 90p.

## **ANEXOS**

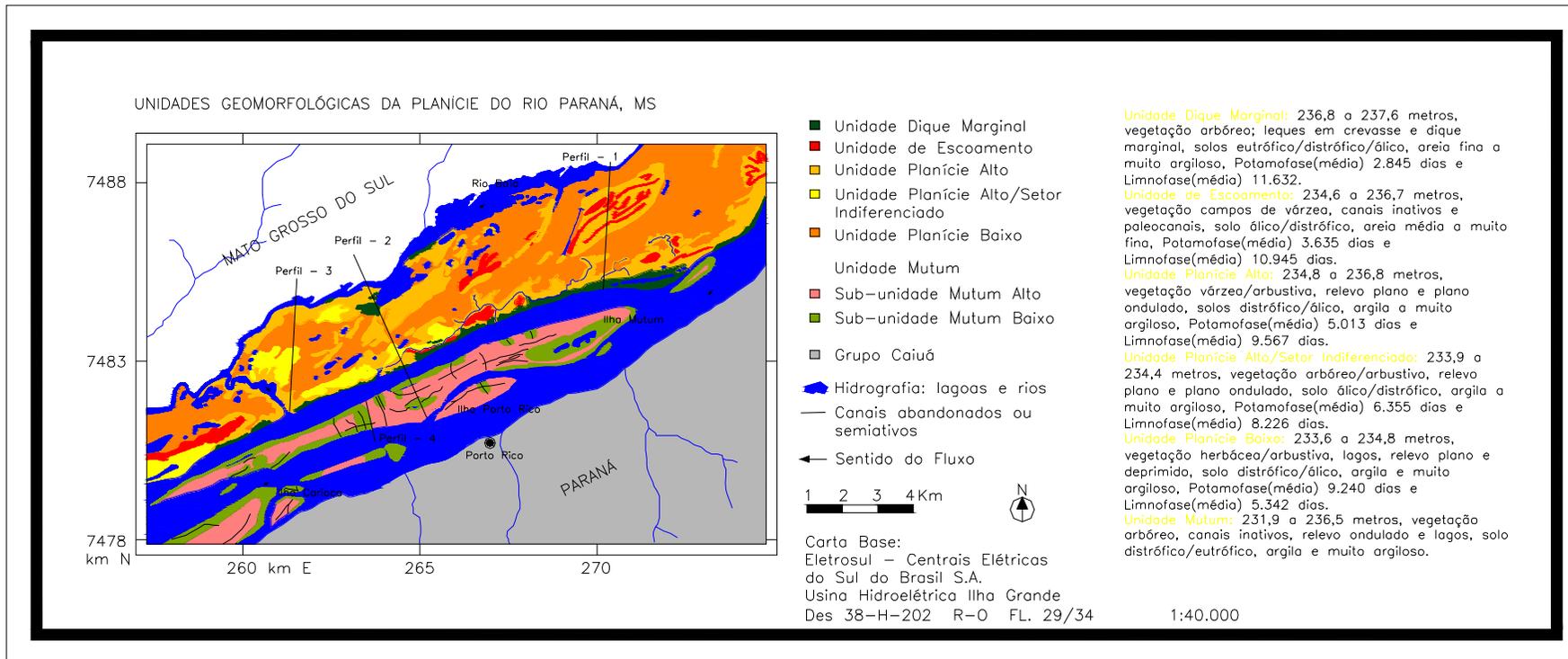


Figura 10 - Mapa Geomorfológico

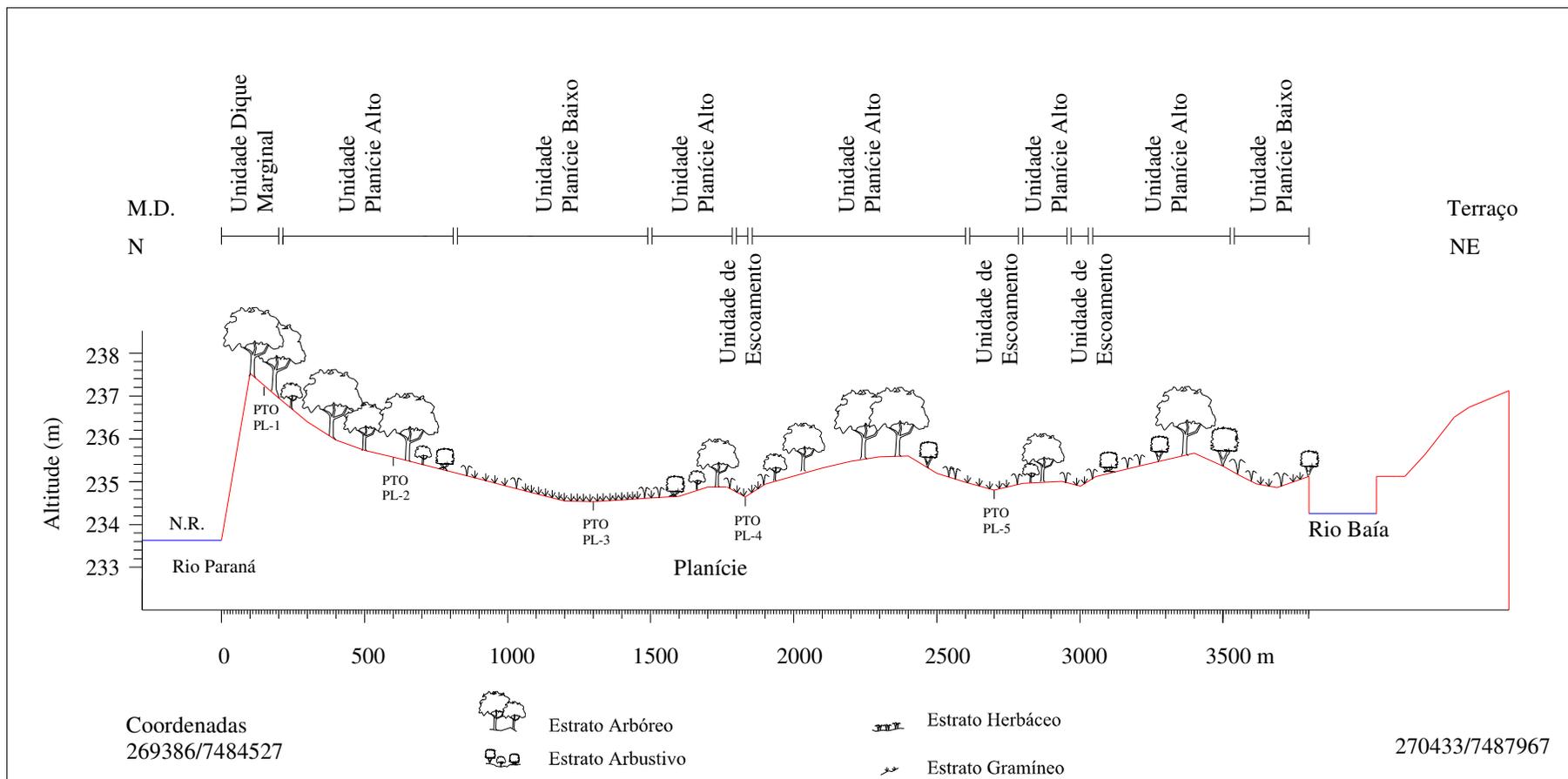


Figura 11 - Perfil 1: Levantamento Topográfico da Planície de Inundação do alto curso do rio Paraná

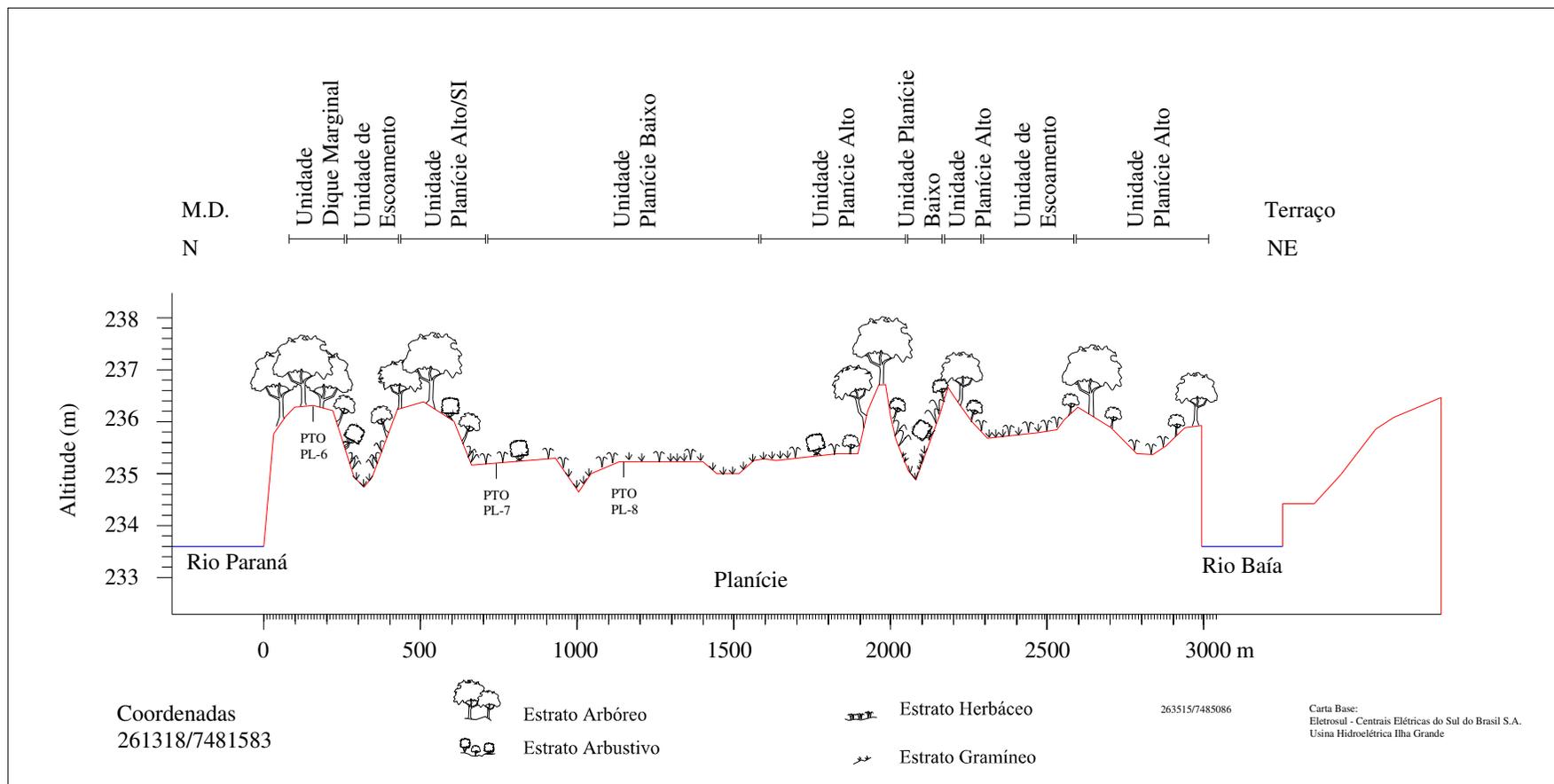


Figura 12 - Perfil 2: Levantamento Topográfico da Planície de Inundação do alto curso do rio Paraná.

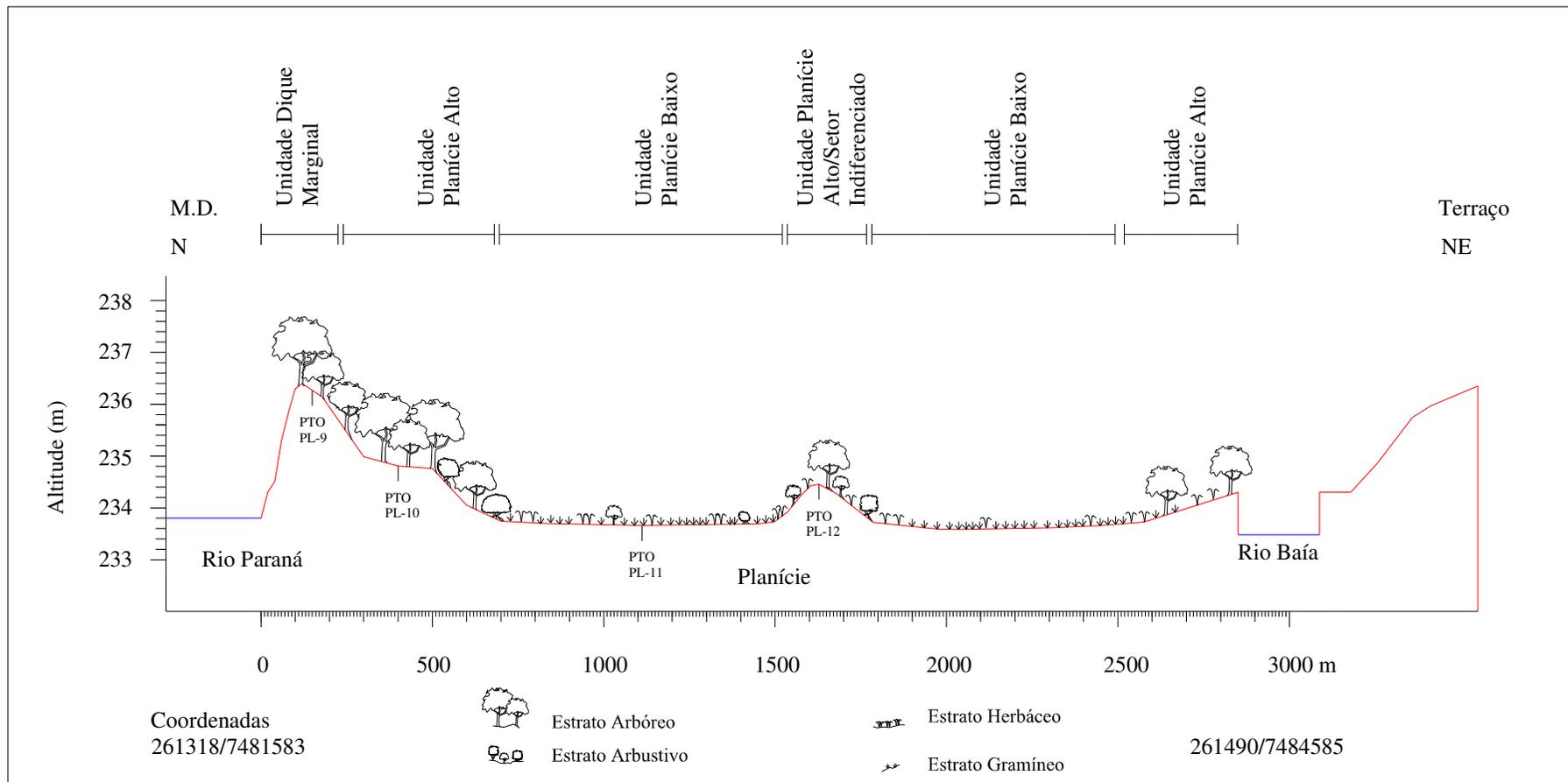


Figura 13 - Perfil 3: Levantamento Topográfico da Planície de Inundação do alto curso do rio Paraná.

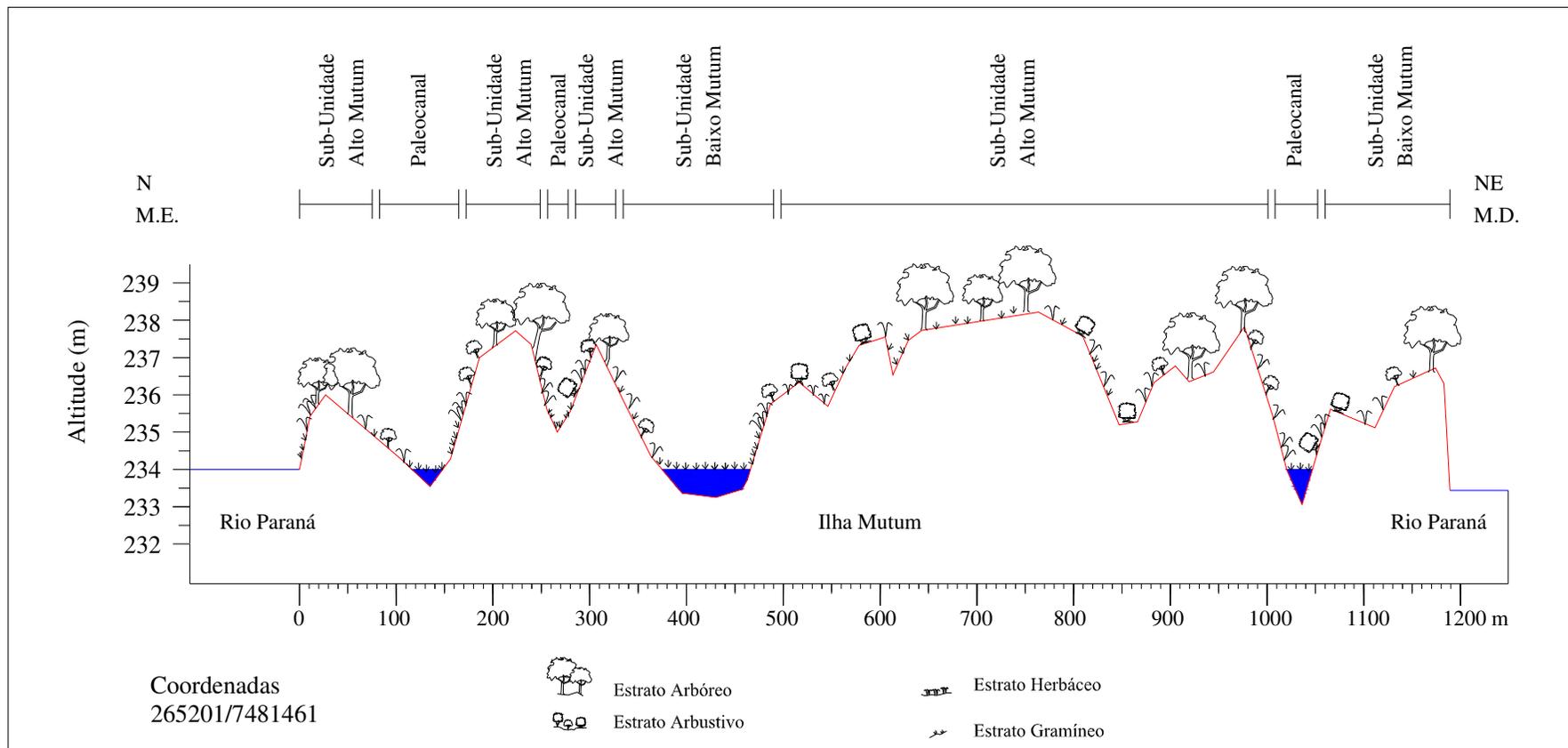


Figura 14 - Perfil 4: Levantamento Topográfico da Ilha Mutum

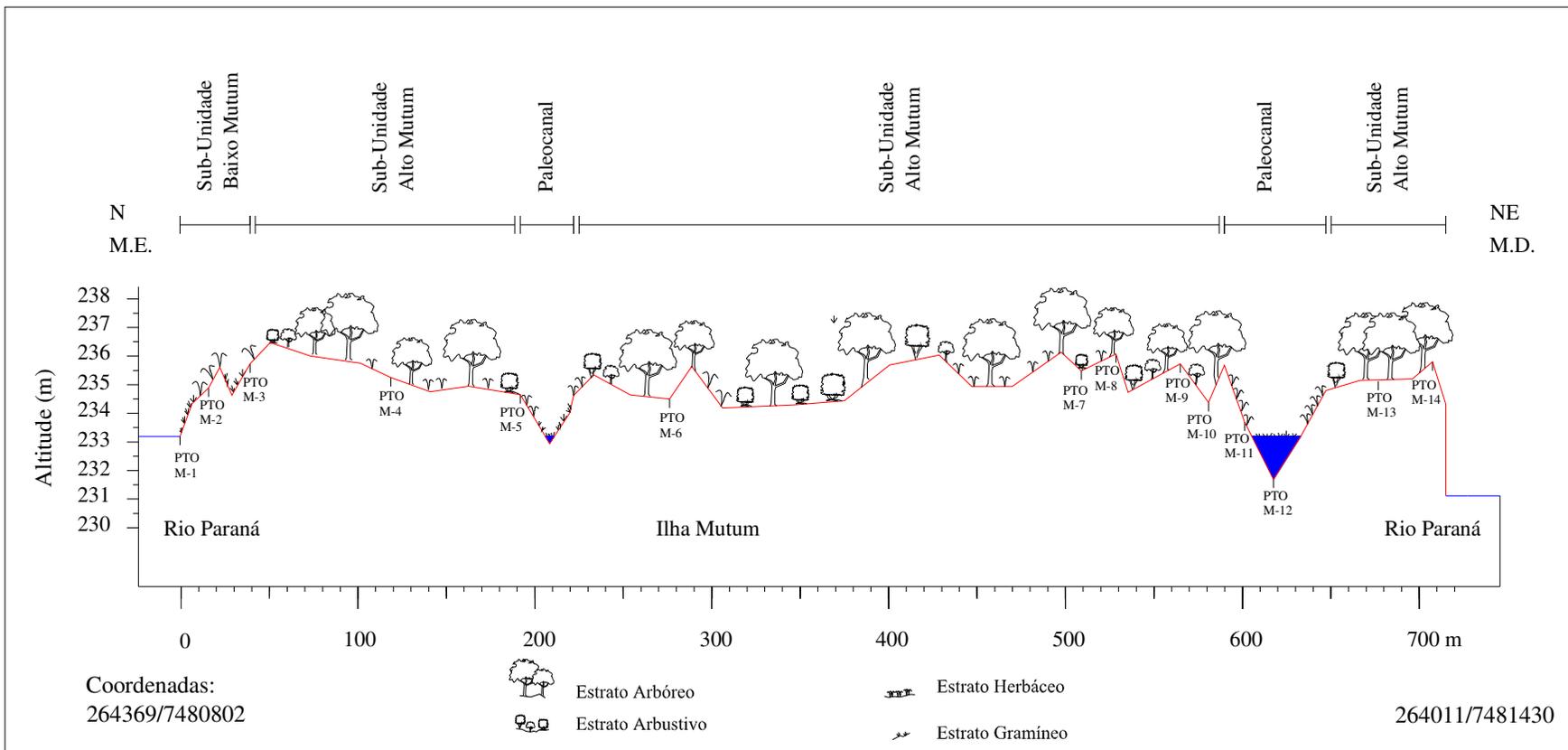


Figura 15 - Perfil 5: Levantamento Topográfico da Ilha Mutum