



CARACTERÍSTICAS GEOMÓRFICAS DO CANAL E DAS FORMAS DE LEITO DO RIO IVAÍ EM SEU CURSO INFERIOR, ICARAÍMA-PR.¹

Pollyana Crocetta Biazin

*Msc em Geociências pela Universidade Estadual de Maringá
pollybiazin@yahoo.com.br*

Manoel Luiz dos Santos

*Professor Dr. do Departamento de Geografia UEM/PR
mldsantos@uem.gov.br*

Resumo

O rio Ivaí é a mais importante drenagem do Terceiro Planalto paranaense; sua bacia ocupa cerca de 23% da área do Estado. A despeito disso, é muito pouco estudado acerca das suas características hidrodinâmicas e dos sedimentos por ele transportados. Tais conhecimentos, da geomorfologia fluvial, são de suma importância para o planejamento estratégico das bacias hidrográficas. Este trabalho visa estudar a dinâmica sedimentar da carga de fundo no canal do rio Ivaí no seu curso inferior, a distribuição dos sedimentos dentro do canal fluvial e sua variação temporal dentro de um período de 12 meses. Foram estabelecidas quatro seções longitudinais ao canal ao longo de 1.500m de seu comprimento. Estas foram georreferenciadas e levantadas ecobatimetricamente as suas morfologias de fundo, em períodos sucessivos. Na sua foz com o rio Paraná, observa-se a presença de ilhas, indicando clara evidência do importante transporte de sedimentos que se realiza naquela área. As medições batimétricas permitiram caracterizar as formas de leito encontradas no rio Ivaí, enquadradas como dunas, com alturas que variaram de 0,09m a 1,22m e comprimentos de 4m a 47m. Ao longo de todo o período estudado, essas formas persistiram, evidenciando uma baixa mobilidade das mesmas.

Palavras-chave: rio Ivaí, formas de leito, carga de fundo.

Abstract

The Ivaí River is the most important drainage system on the Terceiro Planalto Paranaense (Third Plateau of the Paraná State) and its basin drains 23% of the state area. The Ivaí river sediment transport and hydrodynamics characteristics are yet little studied. Knowledge about Fluvial geomorphology is a must for river basin strategic planning. This work is aimed at studying the sediment dynamics in the Lower Ivaí river channel, the sediment distribution along its channel and its temporal variation within a year. Four longitudinal sections, totaling 1,500m, were made along the channel. These sections were georeferenced and the river bottom morphology was echo-sounded (bathymetry) in successive periods. It is clear that an important sediment transport occurs because there are some islands where the Ivaí River flows into the Paraná River. Some bathymetric surveys helped characterize the shape of the Ivaí River bed. They were classified as dunes and their heights range from 0.09m and 1.22m, and their lengths range from 4m to 47m. The shape of these dunes persisted for the study duration. That is why they can be classified as of low mobility.

Keywords: Ivaí river, riverbed shape, bottom load.

¹ Artigo extraído da dissertação de mestrado de BIAZIN, 2005.

Introdução

O rio Ivaí drena uma das regiões mais ricas e densamente habitadas do estado do Paraná, sendo de suma importância para a economia regional, quer como fonte de abastecimento, quer no fornecimento de sedimentos para a indústria da construção civil. Infelizmente, a despeito dessas características, o rio Ivaí é muito pouco estudado, não existindo estudos detalhados (publicados ou não) sobre seu regime hidrológico e sua dinâmica sedimentar.

A bacia hidrográfica do rio Ivaí abrange uma área de 35.914km², constituindo-se na segunda maior bacia do estado do Paraná. Essas dimensões levam-na a ocupar cerca de 23% do território paranaense, constituindo-se na principal bacia hidrográfica do Terceiro Planalto desse estado. O rio Ivaí estende-se por cerca de 685km, desde suas nascentes, na confluência do rio dos Patos com o rio São João, na divisa entre os municípios de Prudentópolis e Ivaí, no Terceiro Planalto paranaense. A bacia desenvolve-se no sentido geral noroeste, orientando-se para oeste no baixo curso, até sua foz no rio Paraná (MAACK, 1981).

O substrato da bacia hidrográfica do rio Ivaí é constituído, desde a sua nascente até próximo ao seu curso médio,

por uma geologia bastante complexa, drenando vários tipos de rochas sedimentares das formações paleozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná. No curso médio do rio, dominam as eruptivas básicas Cretáceas da Formação Serra Geral e, no curso inferior, o canal fluvial escava os arenitos da Formação Caiuá (MINEROPAR, 2001).

O curso inferior do rio Ivaí, com cerca de 150km, estende-se desde o município de Tapira até sua foz no rio Paraná, em Icaraíma. Esse é o único setor onde o rio desenvolve uma planície aluvial. O canal fluvial, no curso inferior, desenvolve um padrão meândrico, fortemente influenciado pela tectônica regional, profundamente encaixado dentro dos depósitos areno-argilosos da planície aluvial. Lateralmente ao canal, desenvolvem-se extensos diques marginais, com cerca de 5m de altura, e na planície aluvial é comum a ocorrência de paleocanais, paleo-ilhas e de terraços (SANTOS ET AL., 2005).

O trecho escolhido para o estudo da dinâmica sedimentar do rio Ivaí está situado no seu curso inferior próximo de sua foz, no município de Icaraíma, região de Pontal do Tigre (Figura 1). O acesso à área é feito a partir da cidade de Icaraíma, por uma estrada vicinal de terra (estrada da Bara), transitável em todas as épocas do ano.

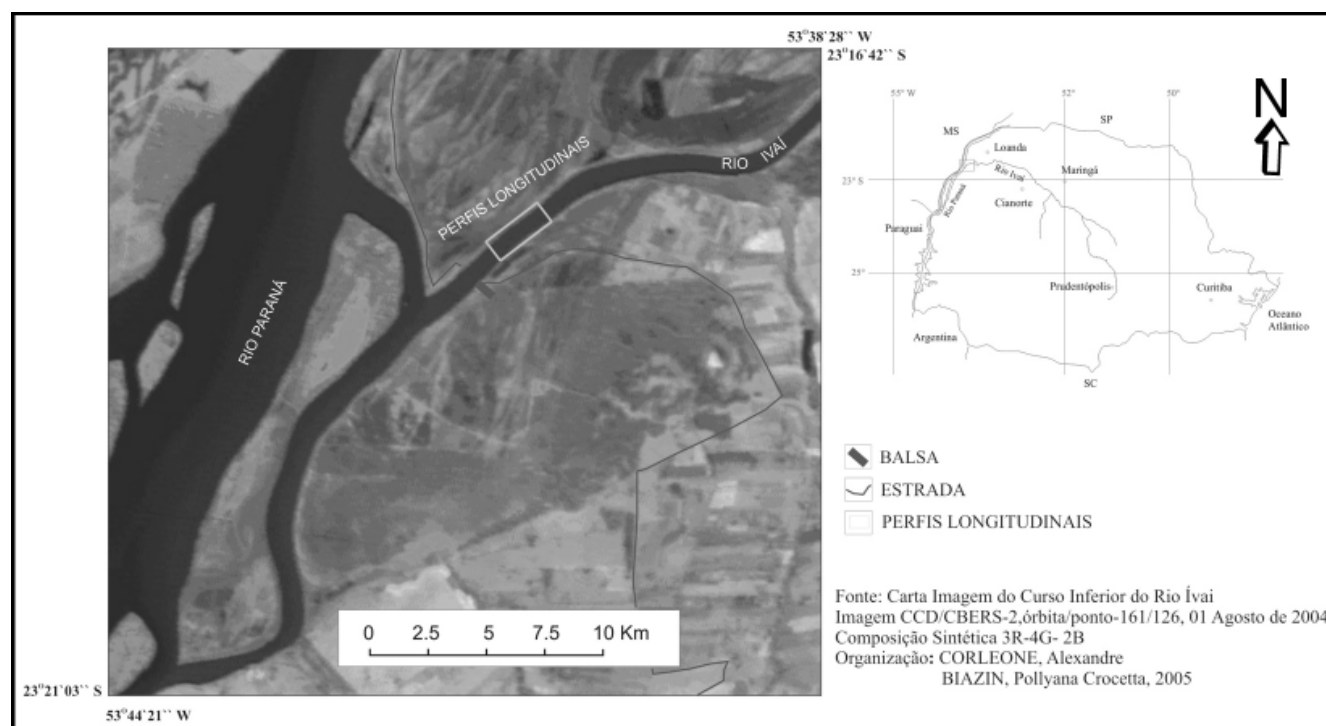


Figura 1 - Localização da área de estudo, no trecho inferior do rio Ivaí.

Materiais e Métodos

A dinâmica erosiva e a sedimentar atual foram verificadas através do estabelecimento de perfis longitudinais ao canal e da coleta de amostra de sedimento de fundo e de suspensão, em pontos predeterminados nesses perfis. Para a localização dos pontos e confecção dos perfis foram usados ecobatímetro e GPS.

Foi escolhido um trecho do rio com cerca de 1,5km de comprimento e cerca de 250m de largura. Nesse trecho foram definidos 4 pontos (1, 2, 3 e 4), distribuídos ao longo de uma seção transversal (Figura 2). Cada ponto foi a origem de

uma seção principal ecobatimétrica (seções longitudinais 1, 2, 3 e 4), obtidas com o barco navegando no sentido da corrente. Cada seção longitudinal, portanto, tem 1.500m de extensão. As seções foram escolhidas segundo a geometria do canal, buscando-se um trecho retilíneo. Privilegiou-se essa seção em Icaraíma por estar a cerca de 1km da foz no rio Paraná e também devido à facilidade de acesso e de logística de apoio para os trabalhos de campo. Nesse trecho, foi instalada uma régua graduada, georreferenciada, para se verificar as variações dos níveis da água, nas diferentes campanhas de campo, e assim possibilitar o cálculo das variações morfológicas das formas de leito.

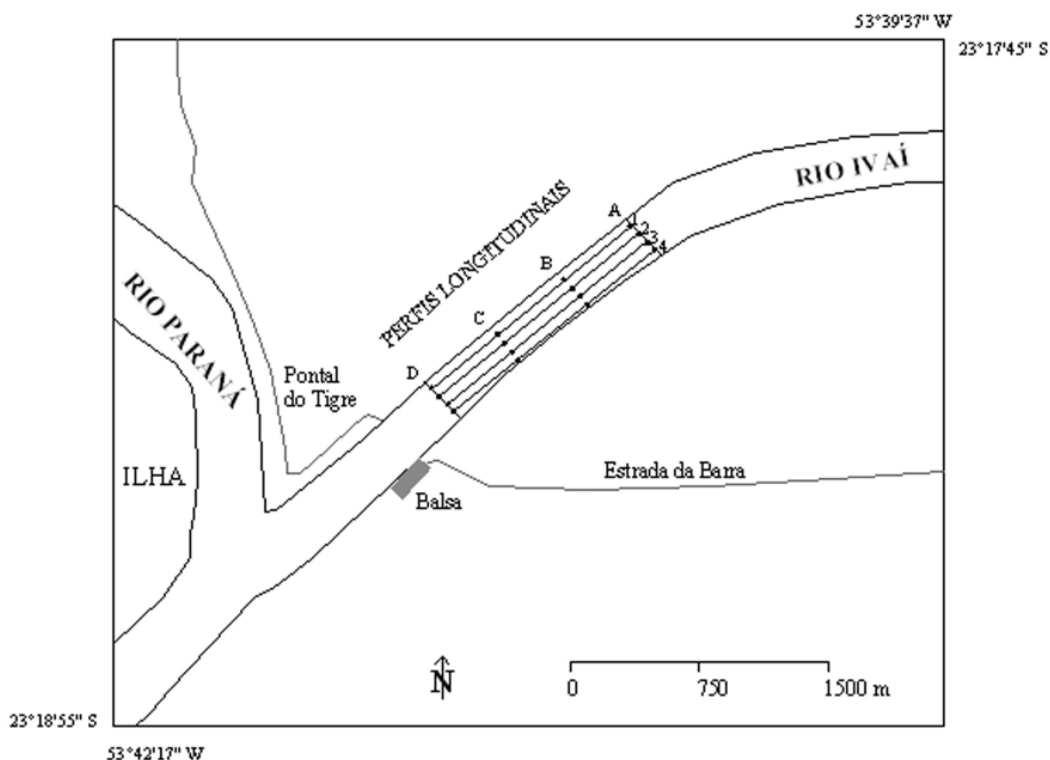


Figura 2 - Localização dos perfis longitudinais e dos pontos de coleta

Para as coletas de dados, nos meses subseqüentes, procurou-se percorrer os perfis levantados no período anterior, com auxílio do GPS. Nesses desses perfis longitudinais, foram marcados pontos a cada 500m. Nesses pontos, foram coletadas a carga de fundo, suspensão e a velocidade de corrente, em diferentes profundidades. Sendo assim, cada perfil longitudinal teve quatro pontos de amostragem, ao longo dos 1.500m.

As coletas de amostras obedeceram um ciclo completo de cheia-vazante-cheia do rio Ivaí, para assim possibilitar a análise da variabilidade anual na oferta de sedimentos e as dinâmicas do(s) talvegue(s) e das formas de leito no canal. A freqüência adotada para a realização dos levantamentos de campo foi aproximadamente de 30 – 40 dias para as situa-

ções de águas médias e se reduziu a 10 - 15 dias nos casos de crescente (TRENTO et al., 1990). Para esse estudo, foram realizadas quatro campanhas de campo, cada uma com dois levantamentos ecobatimétricos, nos meses de dezembro/2003, junho/2004, setembro/outubro/2004 e novembro/2004. A primeira campanha ocorreu em um período com descarga média ($431,53 \text{ m}^3/\text{s} - 664,4 \text{ m}^3/\text{s}$), a segunda foi num período com descarga acima da média anual ($988,86 \text{ m}^3/\text{s} - 777,6 \text{ m}^3/\text{s}$), a terceira foi feita num período de estiagem e cheia ($273,82 \text{ m}^3/\text{s}$). A quarta campanha ocorreu num período de vazante ($678,2 \text{ m}^3/\text{s}$), com levantamentos de dois dias de intervalo para analisar o comportamento das formas de leito num período mais curto.

Segundo Amsler e Prendes (2000), o método empregado para se avaliar o deslocamento de dunas permite medir indiretamente a quantidade da carga de fundo hidrotransportada. O cálculo da carga de fundo (C_f) é obtido pela determinação da altura das dunas e da sua velocidade de deslocamento, ao longo de um perfil longitudinal. As dunas naturais não apresentam uma forma triangular exata, por ter a face de montante mais estendida e com declividade mais suave e a face de jusante mais abrupta e com maior declividade (Figura 3). Para se calcular a altura e comprimento delas, adotou-se um coeficiente de for-

ma, a fim de minimizar os erros advindos dessa variável, no cálculo da carga de fundo, como o utilizado por Martins (2004).

Primeiramente é feita uma caracterização individual das dunas de cada perfil, onde são levantados a altura (H), o comprimento (?) e a profundidade. Como foram realizados levantamentos sucessivos de ecobatimetria, com um intervalo de tempo predeterminado, os perfis obtidos das duas séries de levantamento são comparados e cada duna é visualmente identificada ($L1$ e $L2$), para a medição do deslocamento das mesmas (d) (Figura 3).

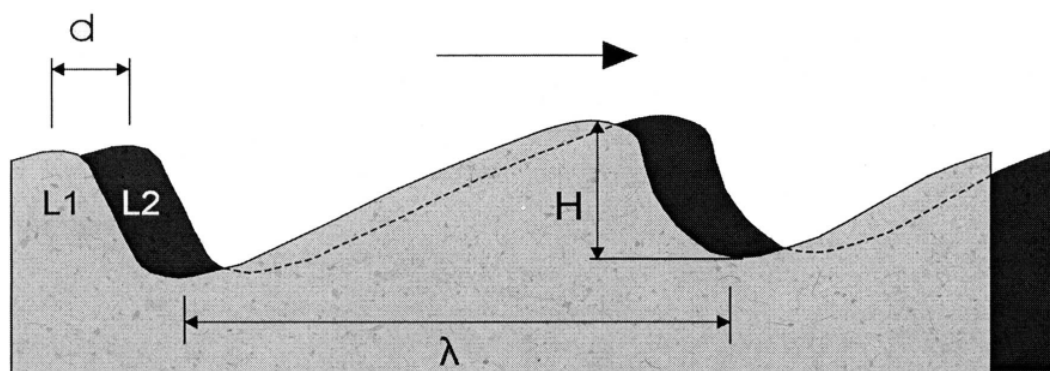


Figura 3 - Modelo de representação para o cálculo do deslocamento de dunas. Fonte: MARTINS, 2004

Resultados e Discussão

A vazão média do rio Ivaí registrada pela estação fluviométrica de Novo Porto Taquara, durante o período estudado, é de $660,82\text{m}^3/\text{s}$. A vazão mínima do período estudado foi de $201,6\text{m}^3/\text{s}$, ocorrida em 02/04/04, e a máxima foi de $4.968\text{m}^3/\text{s}$ registrada em 28/05/04. Esses dados mostraram a grande amplitude no registro das vazões. A cota média registrada, nessa mesma estação, foi de 2,86m, a cota mínima foi de 1,08m e a cota máxima atingida no período estudado foi de 11,58m. Os estudos de Destefani (2005) demonstram que o rio Ivaí não apresenta uma nítida caracterização de períodos de cheia e de vazante, podendo esses regimes ocorrer em qualquer época do ano.

A profundidade média do rio Ivaí, no trecho estudado, foi de 5,95m; a profundidade máxima foi de 9m (em outubro de 2004) e a mínima foi de 3,4m, registrada no mês de dezembro de 2003. O setor do rio escolhido para o presente estudo apresenta um trecho de canal retilíneo com um talvegue sinuoso e deslocado para o lado direito do canal (Figura 4), o que dá uma configuração assimétrica para o mesmo. Na sua foz no rio Paraná, pode-se observar a presença de ilhas e barra de desembocadura, mostrando a interdependência entre os fluxos do rio Ivaí e do rio Paraná. Essa interdependência de fluxos ora promove o barramento das águas do canal secundário do rio Paraná, ora promove o barramento do fluxo do rio Ivaí. O barramento do fluxo

do rio Ivaí pelo rio Paraná facilita a decantação das partículas suspensas, com conseqüente agradação do fundo do canal. O perfil transversal ao canal (Figura 4), mostra a distribuição das velocidades de fluxo obtidas com o uso do Acoustic Doppler Current Profiler – ADCP, em abril de 2008. Comparando-se nesta figura o modelo digital do canal de outubro de 2004 com o perfil transversal ao canal de abril em 2008, percebe-se a agradação do canal no seu setor esquerdo, promovendo uma alteração na morfologia do canal que atualmente se apresenta quase plano.

O transporte dos sedimentos está intimamente relacionado à migração da configuração do leito e ambos resultam do movimento alternado das partículas isoladas. Como essas partículas depositam-se em lugares diferentes no leito, seus períodos de repouso serão diferentes e as velocidades de transporte também. A dispersão dos sedimentos deve-se às diferentes velocidades de transporte dos grãos isolados.

Prent et al. (2001) realizou um estudo que examinou o caráter estatístico das formas de leito e sua correlação com a descarga e a resistência da corrente, concluindo que de modo geral, a altura e o comprimento das dunas aumentam com a vazão e com a profundidade da água, mas permanece constante com o aumento da velocidade. Simons e Richardson (1966) afirmam que a mudança da declividade da superfície da água pode alterar a configuração do leito do canal quando a profundidade da água permanecer constante.

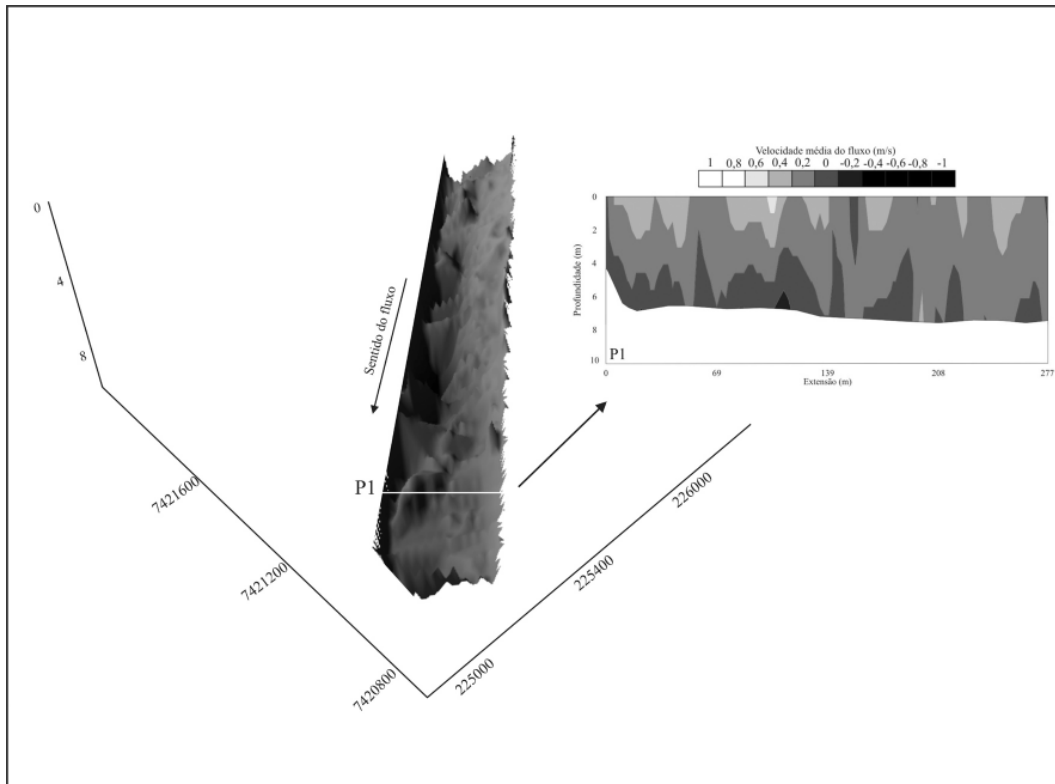


Figura 4 - Modelo digital tridimensional do canal na seção de estudo, mostra o talvegue sinuoso deslocado para a margem direita do canal. Em destaque tem-se um perfil transversal ao canal que mostra velocidades de fluxo próximas a zero em momento de efeito de barramento de fluxo do Ivaí pelo fluxo do rio Paraná.

As formas de leito podem ser classificadas como ondulações, dunas, antidunas. As ondulações (“ripples”) são formas onduladas de pequena amplitude, de dimensões simétricas, com uma relação altura-comprimento de 1:10. Apresentam suaves declividades nas faces a montante (“stoss side”) e fortes declividades nas faces à jusante (“lee side”). Ocorrem com amplo intervalo granulométrico desde silte até areia grossa, em baixa velocidade de fluxo (HARMS et al., 1982).

As dunas são formas assimétricas, com perfil longitudinal semelhante ao das ondulações, apresentando suave declividade para montante e declividade íngreme para jusante. A relação altura-comprimento é maior que as encontradas nas ondulações e o seu intervalo granulométrico é muito variado, de areia fina até areia grossa com pequenos seixos (SANTOS, 1991). Segundo Ashley et al. (1990), as grandes formas de leito têm sua presença e morfologia variável, segundo a força do fluxo, expressada pela velocidade média do fluxo e a velocidade crítica (isto é, o conceito do regime de fluxo). Para Christofolletti (1980) e Mazunber (2003), a amplitude máxima que possibilita o desenvolvimento das dunas é aproximadamente a profundidade média. Sendo assim, as dunas desenvolvem-se pro-

porcionalmente com o aumento da profundidade, até atingirem os valores limites correspondentes à profundidade média. Sob condições de fluxo estável, a altura das dunas é diretamente proporcional à profundidade da água, sendo que a sua altura oscila entre 10% e 20% do valor da profundidade. Harms et al. (1982) afirmam que as dunas podem crescer muito mais em fluxos profundos do que em fluxos rasos, mas seu comportamento hidráulico é similar: elas são formadas nas velocidades de fluxo maiores do que para as ondulações (“small ripples”) e menores do que para as formas planas (“plane bed”).

Segundo Ashley e Chairperson (1990), a ampla variedade das formas de leito é um reflexo dos efeitos como, a canalização (produzindo um efeito de barreira), mudanças do nível d’água e a oscilação dos reversos dos fluxos.

Caracterização das formas de leito

As Figuras 5 a 7 representam a variação longitudinal das formas de leito ao longo dos perfis longitudinais. O quadro menor, inserido dentro do gráfico, mostra o perfil ecobatimétrico georreferenciado das duas campanhas consecutivas e o maior representa os mapas batimétricos.

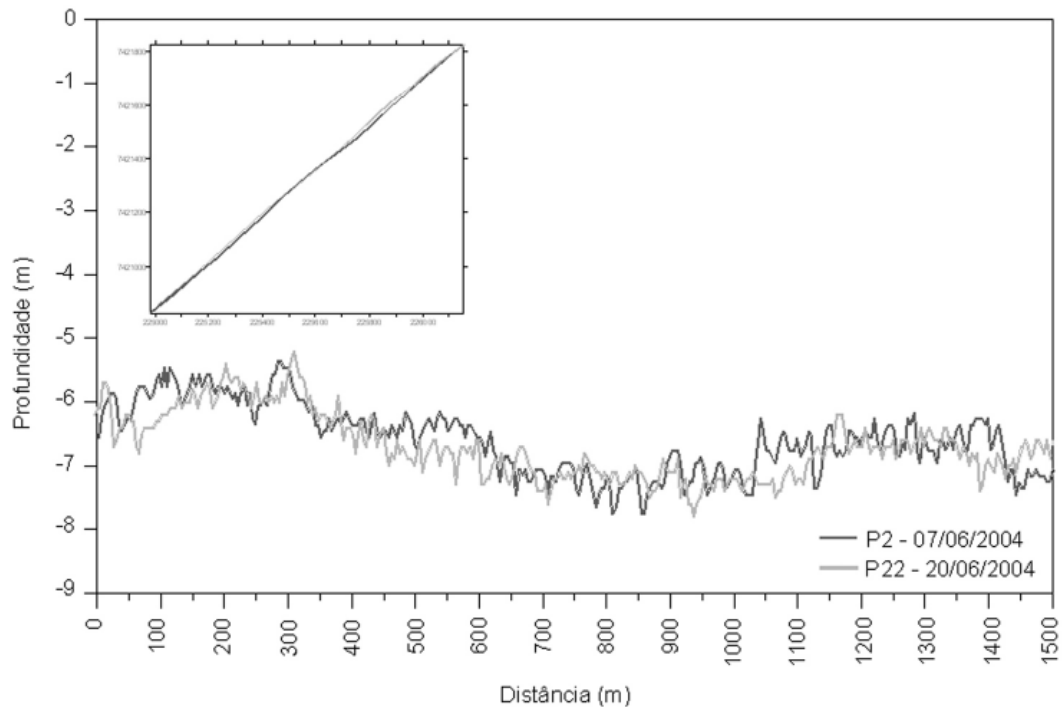


Figura 5 - Perfil longitudinal do rio Ivaí, segunda campanha (perfil 2).

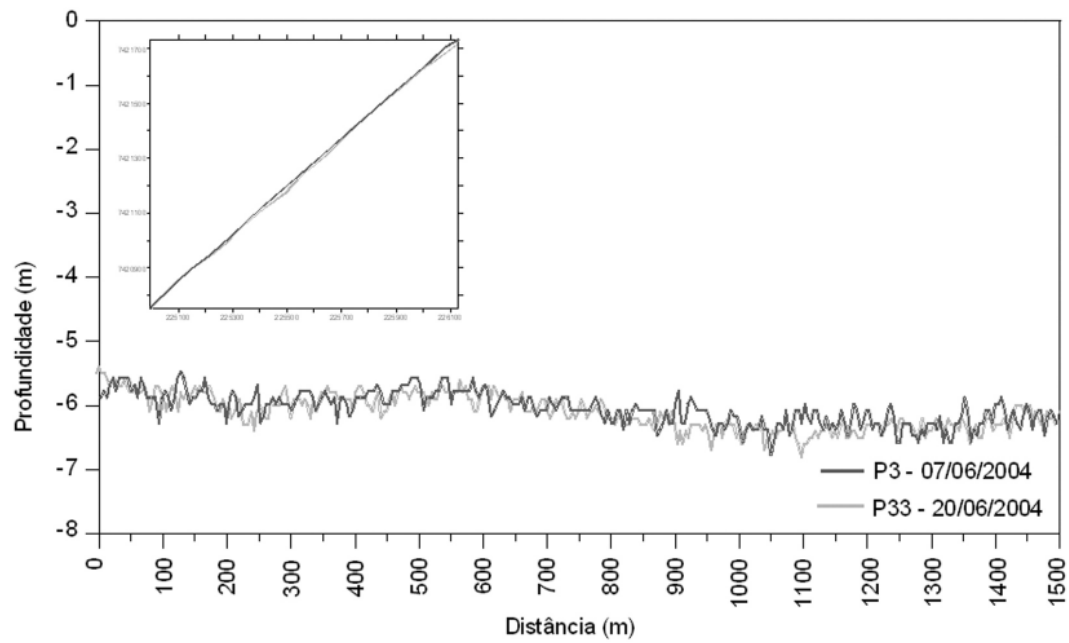


Figura 6 - Perfil longitudinal do rio Ivaí, segunda campanha (perfil 3).

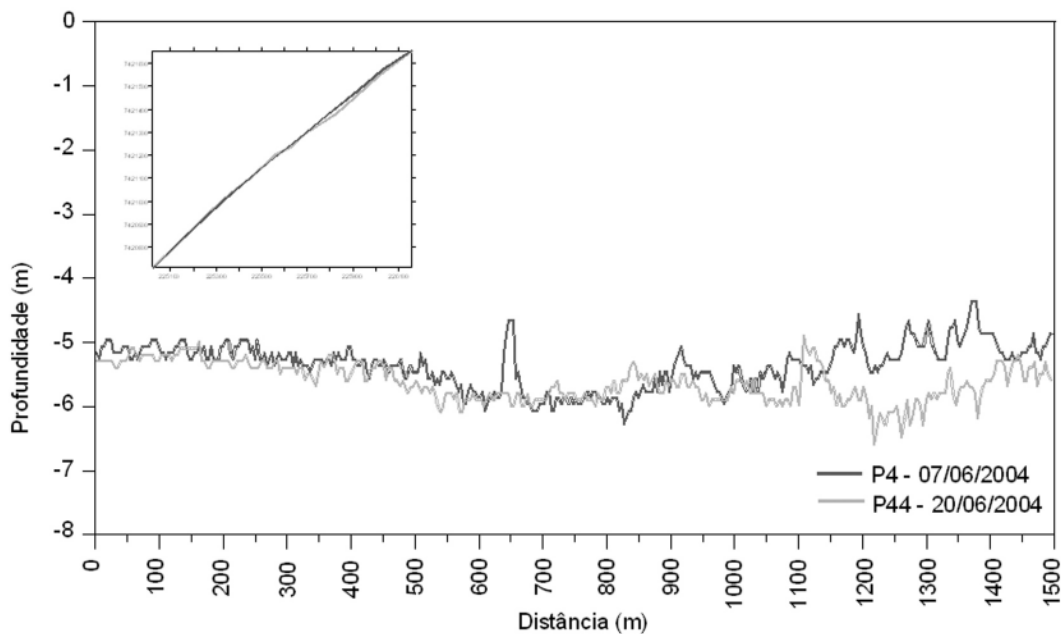


Figura 7 - Perfil longitudinal do rio Ivaí, segunda campanha (perfil 4).

Os gráficos do deslocamento das dunas (Figuras 5 a 7) permitiram a caracterização das mesmas, em relação ao seu comprimento e altura, nos diferentes perfis longitudinais, durante as quatro campanhas. No trecho estudado, as maiores dunas se encontram no perfil 2 e as menores no perfil 3 (centro do leito). O perfil 4 (margem esquerda) é caracterizado por sedimentos mais finos, argila-siltosa e areia fina (Quadro 1), com pequenas dunas a montante que aumentam a jusante. O perfil 1 (margem direita) foi descartado das análises das formas de leito porque esse trecho é caracterizado por ter leito rochoso. No quadro 1 podem-se verificar as diferentes granulometrias encontradas no trecho durante o período estudado.

Quadro 1 - Distribuição granulométrica ao longo dos perfis longitudinais. Fonte: Biazin, 2005.

Período	Parâmetros Sedimentológicos – Diâmetro médio (Mz_{50})			
	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4
05/12/2003	Areia média a fina	Areia média, argila (lama)	Areia média	Areia fina, argila (lama)
20/12/2003	Areia média a fina	Areia média, argila (lama)	Areia média	Areia média-fina argila (lama)
07/06/2004	Areia média a fina	Areia média	Areia média	Areia média a fina
22/06/2004	Areia média a fina	Areia média	Areia média	Areia média a fina, argila (lama)
28/09/2004	Areia média	Areia média	Areia média	Areia média a fina
26/11/2004	Areia média a fina	Areia média	Areia média	Areia fina, argila siltosa

No perfil 2 (Figura 5), encontra-se a maior heterogeneidade nos tamanhos das dunas verificada nas diferentes campanhas. A altura média das dunas diminuiu da segunda para a quarta campanha, de 0,33m para 0,21m. O nível d'água da régua de referência teve o maior registro na terceira campanha (1,30m no dia 29/10/04) e o menor também (0,20m no dia 28/09/04). O comprimento médio das dunas foi maior na terceira campanha, 14,96m, e menor na quarta campanha, 8,56m. O nível d'água, provavelmente em função da velocidade de fluxo, influenciou mais no comprimento das dunas do que na altura delas.

O perfil 3 (Figura 6) tem formas de leito mais homogêneas, com alturas médias maiores na segunda campanha (0,25m) e menores na terceira campanha (0,22m). O comprimento médio das dunas diminuiu da segunda campanha (12,83m) para a quarta campanha (9,28m).

O perfil 4 (Figura 7) é dividido em dois setores: os primeiros 900 metros são caracterizados por dunas menores: 0,20m (segunda campanha), 0,23m (terceira campanha) e, 0,16m (quarta campanha) de altura, e os restantes 600 metros apresentam dunas maiores: 0,26m 0,21m, aproximadamente. A terceira campanha registrou o maior comprimento médio, 12,10m (período de cheia), e o menor na quarta campanha, 7,58m (vazante).

Em relação ao comprimento, as dunas são maiores no perfil 2 e menores no perfil 4; o mesmo ocorre para a altura média das dunas. O perfil 4 é caracterizado pelas maiores

velocidades e menores profundidades e o perfil 2 é marcado pelas maiores profundidades. Esses dados corroboram as afirmações de Mazunber (2003) e Harms et al. (1982), de que as dunas desenvolvem-se proporcionalmente com o aumento da profundidade. Por outro lado, analisando-se o perfil 4, em que se verifica um aumento na altura média das dunas com a diminuição do seu comprimento (para jusante do perfil), tem-se também uma diminuição na velocidade da corrente. Isso evidencia que a velocidade do fluxo também influencia no comprimento das dunas.

As Tabelas 1 e 2 mostram o tamanho médio das dunas encontradas durante as campanhas. As formas de leito variaram de 0,09m. de altura até 1,22m., enquanto que o comprimento variou de 3,35m. a 48,2m. Comparando esses valores com as dunas do rio Paraná, medidas por Santos & Stevaux

(2000) e Martins (2004), verifica-se que as suas dimensões são bem menores, pois a altura encontrada no rio Paraná foi de 0,60m. a 2,00m. e o comprimento variou de 50m. a 150m.

Amsler (2000) estuda o transporte de sedimentos do rio Paraná em seu curso médio, na Argentina, caracterizando as formas de leito do rio Paraná como dunas e dunas superpostas (pequenas dunas sobre grandes dunas) de dimensões que variam de 0,66 a 2,08 metros e comprimentos que variam de 30,8 metros a 289 metros. Esse autor, baseado na migração dessas formas de leito, quantifica a carga de fundo hidrotransportada pelo rio Paraná em 145×10^6 ton/ano (AMSLER, 2002). Posteriormente, Martins (2004) usa essa mesma metodologia e quantifica o material de fundo hidrotransportado pelo rio Paraná em seu curso superior em 1.029.300 ton/ano.

Tabela 1 - Distribuição do comprimento médio das formas de leito (metros).

Comprimento médio das formas de leito (m)				
Período	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Vazão média (m ³ /s)
05/12/2003	13,97	14,20	9,44	431,53
20/12/2003	15,42	11,90	11,48	664,4
07/06/2004	16,23	16,33	11,64	988,86
22/06/2004	15,08	12,96	13,19	777,61
28/09/2004	11,73	10,17	9,50	273,62
29/10/2004	19,89	21,22	17,94	2162,97
26/11/2004	6,04	11,09	5,30	678,2
28/11/2004	10,07	6,23	8,53	678,2

Tabela 2 - Distribuição da altura média das formas de leito (metros).

Altura média das formas de leito (m)				
Período	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Vazão média (m ³ /s)
05/12/2003	0,28	0,29	0,15	431,53
20/12/2003	0,30	0,22	0,27	664,4
07/06/2004	0,36	0,30	0,23	988,86
22/06/2004	0,29	0,22	0,25	777,61
28/09/2004	0,27	0,19	0,24	273,62
29/10/2004	0,33	0,29	0,27	2162,97
26/11/2004	0,20	0,26	0,16	678,2
28/11/2004	0,22	0,16	0,21	678,2

De acordo com Ashley (1990) e Harms (1982), as formas de leito que obtiverem em sua relação altura-comprimento valores acima de 1:10 são classificadas como dunas. Na foz do rio Ivaí essa relação variou de 1:30 a 1:73, o que permite incluir as formas de leito do rio Ivaí na categoria de dunas.

Conclusões

O estudo realizado no trecho inferior do rio Ivaí, na confluência com o rio Paraná, com os levantamentos batimétricos, demonstrara que as formas de leito encontradas nesse trecho devem ser classificadas como dunas.

Na margem direita do canal encontra-se leito rochoso, sendo o centro dele marcado por dunas homogêneas. Na margem esquerda, as dunas são mais heterogêneas e as formas de leito aumentam para jusante. As variáveis hidrológicas altura da lâmina da água e a velocidade de fluxo influenciam mais no comprimento das dunas do que na sua altura, pois nos dias de maiores registros de cota e velocidade encontram as dunas com maior comprimento, e isso nem sempre coincide com as maiores alturas.

O rio Ivaí, no trecho estudado, apresentou dunas de 0,09m a 1,22m de altura e comprimento de 4m a 47m. A velocidade do rio Ivaí próxima à foz é fortemente influenciada pela dinâmica do rio Paraná, que barra o seu fluxo. Esse efeito facilita a decantação das partículas suspensas, como se verifica próximo a margem esquerda do canal. Este fato é particularmente interessante, pois não é comum a decantação de pelitos dentro de canais fluviais ativos com porte semelhante ao do rio Ivaí. A interação da hidrodinâmica desses rios também promove o efeito inverso, ou seja, o rio Ivaí causando um efeito de barramento local do fluxo do rio Paraná. Finalmente, a pequena altura das dunas do rio Ivaí e sua homogeneidade não permitem que se aplique, para esse rio, a metodologia proposta por Amsler (2000) para se calcular a velocidade de seus deslocamentos e assim quantificar o transporte de sedimentos de fundo.

Referências Bibliográficas

- AMSLER, Mario L.; PRENDES, Hector. Transporte de sedimentos y procesos fluviales asociados. In: PAOLI, C.; SCHEREIDER, M. **El rio Paraná em su tramo médio**. Santa Fé: Centro de Publicaciones, Secretaria de Extensión, UNL, 2000.
- AMSLER, Mario L.; RAMONELL, C. G. **Paraná river channel adjustments to dominant discharge changes**. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Provincia de Santa Fé, Argentina, 2002.
- ANA. **Agencia Nacional de Águas**. Disponível em <http://www.ana.gov.br>. Acesso em 17 nov. 2003.
- ASHLEY, Gail M.; CHAIRPERSON, Symposium. **Classification of large-scale subaqueous bedforms: a new look at an old problem**. Journal of Sedimentary Petrology, New Jersey, v. 60, n. 1, p. 160-172, Jan. 1990.
- Atlas do estado do Paraná. **Instituto de terras, cartografia e florestas**. Atlas do estado do Paraná. Curitiba: Secretaria de estado da agricultura e do abastecimento, 1987.
- BIAZIN, Pollyana Crocetta. **Característica sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná, Icaraíma – PR**. 73p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- CHRISTOFOLLETTI, Antonio. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgar Blücher, 1981.
- DESTEFANI, Edilaine Valéria. **Regime hidrológico do rio Ivaí – PR**. 64p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- HARMS, J.C.; SOUTHARD, J.B.; WALKER, R.G. **Structures and sequences in clastic rocks**. Calgary: Ed. Soc. Of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEMPs), n. 9, 1982.
- MAACK, Reinhard. **Geografia física do Paraná**. Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.
- MARTINS, Débora Pinto. **Dinâmica das formas de leito e transporte de carga de fundo no alto rio Paraná**. 2004. 62 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.
- MAZUMDER, Rajat. **Sediment transport, aqueous bedform stability and morphodynamics under unidirectional current: a brief overview**. Journal of African Earth Sciences, Yokohama, v. 36, p. 1-14, 2003.
- MINEROPAR. **Atlas geológico do estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR. 2001. CD-ROM.
- PAIVA, João Batista Dias de. Métodos de cálculos do transporte de sedimentos em rios. In: PAIVA, João Batista Dias de; PAIVA, Eloiza Maria Candura Dias de (Orgs). **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

- PRENT, Mariëtte T. H.; HICKIN, Edward J. **Annual regime of bedforms roughness and flow resistance.** Lilloet River, British Columbia, BC. (2001). Portal da Capes.
- SANTOS, Manoel Luiz dos. **Faciologia e evolução das barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico, PR.** 1991. 113 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.
- SANTOS, Manoel Luiz dos. (2005) Geomorfologia e Sedimentação do rio Ivaí em seu curso inferior. Projeto rio Ivaí - Relatório Interno da Fundação Araucária, Inédito.
- SANTOS, Manoel Luiz dos, STEVAUX, José Cândido. **Fácies and architectural analysis of channel sandy macroforms in the upper Paraná river.** Quaternary International, 72, pp.87-94. 2000.
- SIMONS, D. B.; RICHARDSON, E. V. **Physiographic and hydraulic studies of rivers:** resistance to flow in alluvial channel. Washington: Geol.Surv.Prof. Pap, 1966.
- SUDERHSA. **Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.** Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml>. Acesso em 25 mar. 2004.
- TRENTO, A.; AMSLER, M. L.; PUJOL, A. **Perfiles observados de velocidad en un tramo del rio Paraná:** análisis teórico. In: Congreso Latinoamericano de Hidráulica, 14., Montevideo, **Anais...**, 1990.