

Efeitos Do Regime Hidrológico Sobre A Evolução De Um Conjunto De Ilhas No Rio Paraná, PR*

*Hydrologic effects on the evolution of a couple of islands
which belong to Paraná River - PR*

Oscar Vicente Quinonez Fernandez**
Edvard Elias de Souza Filho***

RESUMO

O Rio Paraná em Porto Rico (PR) apresenta um padrão entrelaçado, com dois canais principais e outros secundários, separados por ilhas e barras arenosas. Seu regime anual é marcado por um período de cheia entre dezembro e março, e de águas baixas entre junho e setembro. As suas margens estão submetidas a processos erosivos e deposicionais, concomitantes em locais diferentes, e que podem se alternar ao longo do tempo. O estudo da variação de área de cinco ilhas (Conjunto Carioca) nos últimos quarenta anos, e a análise do regime hidrológico permitiram o entendimento de parte das complexas relações entre a descarga e a geometria das ilhas da região. As cheias anuais distribuem-se em ciclos de magnitude crescente repetidos em períodos de 12 a 15 anos, e são encerrados por enchentes de grandes proporções. A partir de 1953, ocorreram duas cheias com essas características, definindo um ciclo entre esse ano e 1966, um outro entre este e 1983, além de um terceiro em desenvolvimento. O Conjunto Carioca sofreu modificações de área distintas nesses três períodos, no primeiro sua superfície aumentou, no segundo sofreu ligeira redução, e no terceiro vem diminuindo mais acentuadamente. O caráter deposicional ou erosivo do local é definido nas grandes cheias por meio do reposicionamento do talvegue, e uma vez definida a tendência, a taxa de deposição ou de erosão é proporcional à frequência e magnitude das cheias.

ABSTRACT

The Paraná River has a braided channel in the Porto Rico region (figure 1). The river flows by two main channels and several secondary channels, which are separated by islands and sandy bars. Their hydrologic cycle shows a flood period between December and March and the low flow stage from June to September. The erosive and depositional activities are simultaneous in different places of the river; and depositional or erosive places change across time. The study of the evolution of a group of island named "Conjunto Carioca" for the last forty years, and the historical discharge data to same period demonstrates that the greatest floods are repeated in periods from 12 to 15 years (figure 2). For instance, the group of an island was a depositional site after the flood of 1953,

* Este trabalho foi realizado com o auxílio do CNPq (proc. 5215262/93-7 (NV)).

** Pós-graduação em Geociências/IGCE/UNESP/Rio Claro - SP.

*** Departamento de Geografia, UEM - Maringá - PR.

changing to gently erosive site after 1966 and to erosive site after 1983. The annual duration of bankfull discharge does not explain the island area variation (figure 3), however the dominance of erosive or depositional process is related to major floods (figure 4). The study shows that the dominance of erosive or depositional process in specific places is defined by a great flood, probably for a thalweg replacement; and during the annual flood the dominant process, erosive or depositional, prevails.

INTRODUÇÃO

O papel do regime hidrológico e principalmente das enchentes na modelagem dos canais fluviais é um assunto bastante discutido por numerosos geomorfólogos nos últimos séculos. É amplamente aceito que os conceitos morfológicos dos cursos fluviais decorrem do trabalho erosivo e deposicional dos eventos hidrológicos com frequência e magnitude próxima a descarga média anual. Este conceito é defendido por vários autores (WOLMAN & MILLER, 1960 e LEOPOLD *et al.*, 1964) que afirmam que fluxos menores à descarga média anual não são competentes para realizar um significativo trabalho de erosão apesar de sua alta frequência. Segundo os mesmos autores os fluxos superiores à descarga média anual embora com maior poder erosivo não são tão efetivos devido a sua baixa frequência. Mais recentemente esta noção vem sendo defendida por outros autores (DURY, 1973; GUPTA & FOX, 1974; GARDNER, 1977 e ANDREWS, 1980) e constitui a idéia básica que suporta a teoria de equilíbrio dos cursos d'água.

Outra corrente de pensamento defende a tese de que as grandes cheias desempenham um grande papel na modelagem da morfologia do canal (ANDREWS & CALVER, 1977; WOLMAN & GERSON, 1978; DURY, 1980; NANSON, 1986). O ajuste morfológico da calha fluvial em resposta a um evento de cheia pode ter uma duração transitória ou permanente. Neste último caso os eventos são de escala secular, e passam a formar parte da paisagem devido a que o tempo de readaptação do sistema é mais longo que o tempo de reincidência do mesmo.

Uma posição mais equilibrada entre as duas correntes de idéias foi proposta por PICKUP (1976) e PICKUP & RIEGER (1974) que tentaram substituir um enfoque baseado na ocorrência dos eventos hidrológicos por uma noção mais ampla, que inclui os diversos processos morfogenéticos operantes em uma grande variedade de escalas temporais. É sob esta noção que os geomorfólogos enfocam os efeitos geomórficos das grandes cheias.

Em suma, a relação entre regime hidrológico e morfologia dos canais fluviais varia amplamente e depende das condições geológicas, climáticas e do grau de alteração antrópica do local. Sob este ponto de vista, a importância do estudo da relação descarga / morfologia num grande rio tropical como o Paraná torna-se indiscutível, tendo-se em conta que a maioria dos estudos previamente citados foram realizados em rios temperados com pequena bacia de drenagem.

Este ensaio enfoca uma parte da complexa relação descarga/morfologia, analisando a influência da variação do regime hidrológico das últimas décadas sobre a evolução de um grupo de ilhas denominado conjunto Carioca, (FERNANDEZ *et al.*, 1990), situado no Rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico (PR).

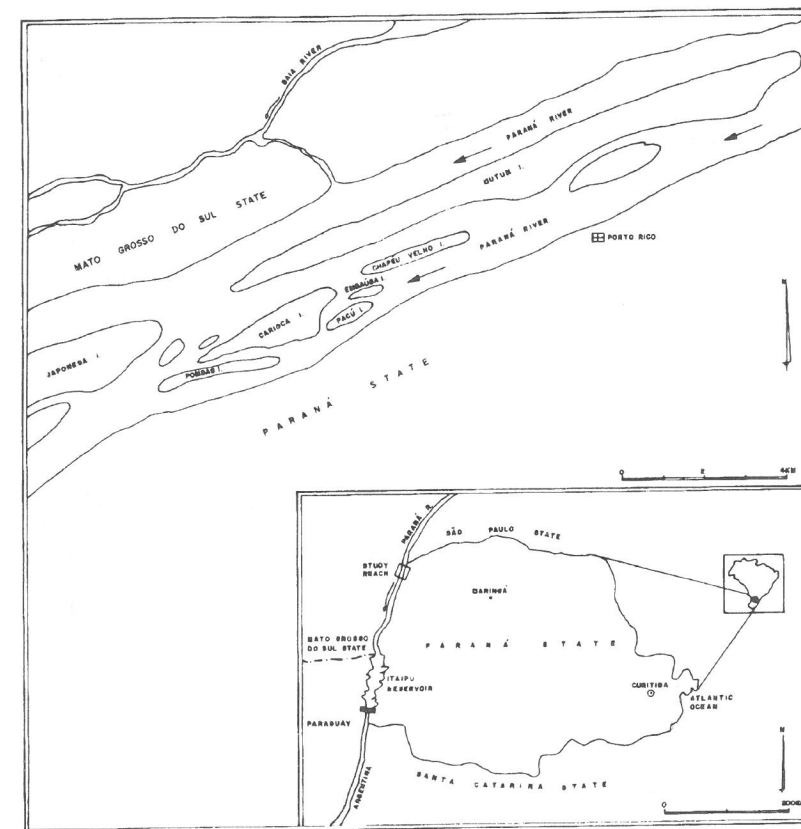


Fig. 1

Localização da área de estudo. Location map of the studied area.

SITUAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Rio Paraná em, seu trecho superior, apresenta um padrão entrelaçado (*braided pattern*) com inúmeras ilhas e barras de diferentes dimensões. No segmento entre o Rio Paranapanema e o Rio Piquiri (figura 1), a declividade média do leito é de 13,8 cm/km, e sua vazão média anual supera 8800 m³/s em Porto São José e 9300 m³/s em Guaíra.

Na região de Porto Rico, próximo ao Porto São José, o clima é subtropical úmido mesotérmico, Cfa (Ih) na classificação de Köppen, com temperatura média anual de 22° C e precipitação anual média de 1200 mm (PARANÁ, 1987). Nesta área o Rio Paraná apresenta largura média de 2 km, com três conjuntos de ilhas; o da ilha Floresta e Japonesa, com mais de 30 km de extensão; o da ilha Mutum, com cerca de 16 km e o da ilha Carioca, com pouco mais de 6 km.

Os três conjuntos mencionados compreendem ilhas de diversas dimensões separadas por canais de pequena profundidade, e barras fluviais de diversos tipos. Os conjuntos estão separados por canais profundos e largos cujo talvegue muda de posição ao longo do tempo, definindo áreas deposicionais e erosivas.

O conjunto Carioca é definido por 5 ilhas e diversas barras, e situa-se próximo a margem esquerda do Rio Paraná (FERNANDEZ, *et al.*, 1990). No período de que se têm

registro, a partir de 1953, essas ilhas sofreram processos erosivos, e tiveram barras anexadas por processos deposicionais.

As ilhas são constituídas por depósitos tabulares argilosos e por cordões arenosos, relíquias da planície de inundação e diques marginais de uma fase em que o Rio Paraná era anastomosado (SOUZA FILHO, 1993, 1994). Sua superfície situa-se entre dois e cinco metros acima do nível médio do rio, e apenas em grandes cheias com intervalo de recorrência de várias décadas, são completamente inundadas.

As barras fluviais são depósitos arenosos que ocorrem de quatro formas diferentes (SOUZA FILHO, 1993; SANTOS, 1991). Estas quatro formas são variações de barras transversais ao canal e de barras laterais, conforme discutido pelos autores já referidos. A parte mais alta das barras pode situar-se até cerca de 1,5 m acima do nível médio do rio, e são inundadas quase que todo ano, por vazões superiores a $13.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

O REGIME HIDROLÓGICO DO RIO PARANÁ:

O trecho entre os Rios Paranapanema e Piquiri dispõe de duas estações fluviométricas do DNAEE com série histórica significativa. A de Guaíra (cod. 64.843.000), a jusante, possui registro a partir de 1921, enquanto a de Porto São José (cod. 64.575.003) possui dados disponíveis a partir de 1964. Em ambas as estações os registros demonstram que o período de cheia está compreendido entre Dezembro e Março com raras antecipações ou prolongamentos para os meses adjacentes.

Na estação fluviométrica de Porto São José a descarga média anual é de $8.845 \text{ m}^3/\text{s}$ para o período de 1964 a 1989, enquanto a média das cheias máximas é de $17.860 \text{ m}^3/\text{s}$ (recorrência de 1,97 anos), e a maior vazão registrada é de $33.740 \text{ m}^3/\text{s}$ (1983). Na estação fluviométrica de Guaíra, para o período de 1921 a 1989, a descarga média anual é de $9.380 \text{ m}^3/\text{s}$, a média das cheias máximas anuais é de $19.540 \text{ m}^3/\text{s}$ (recorrência de 2,44 anos) e a maior descarga registrada é de $39.870 \text{ m}^3/\text{s}$ (1983).

As descargas diárias registradas em Porto Rico ocorreram com diferentes frequências nos períodos de 1964 a 1969, 1970 a 1979 e 1980 a 1989 (tabela 1). Os valores menores que $9.000 \text{ m}^3/\text{s}$, semelhantes ou inferiores a média anual totalizaram 69,7 % dos dias, embora tenham mostrado decréscimo de 74,9 para 64,4 % da primeira para a terceira década. Os valores superiores a $21.000 \text{ m}^3/\text{s}$, maiores que a média das cheias máximas totalizaram 1,12 % dos dias, com menor frequência na década de 70 e maior na década de 80.

TABELA 1: Frequência das descargas diárias no Rio Paraná em Porto São José (PR) para o período 1964 a 1989. Table 1: Frequency of daily flush of Paraná River in São José Harbor (PR) - 1964 to 1989.

Descarga/ Período	< 9000 . m^3/s	9000 a 13000 m^3/s	13000 a 17000 m^3/s	17000 a 21000 m^3/s	> 21000. m^3/s
1964 a 1969	1642 dias 74,9 %	252 dias 11,5 %	216 dias 9,8 %	63 dias 2,9 %	27 dias 1,2 %
1970 a 1979	2618 dias 71,4 %	670 dias 18,6 %	255 dias 7,9 %	74 dias 2,8 %	28 dias 0,8 %
1980 a 1989	2361 dias 64,4 %	714 dias 19,8 %	280 dias 7,7 %	243 dias 6,7 %	52 dias 1,4 %
1964 a 1989	6621 dias 69,7 %	1636 dias 17,2 %	751 dias 7,9 %	385 dias 4,1 %	107 dias 1,12 %

A análise combinada dos registros do Porto São José e de Guaíra a partir de 1953 mostra que a vazão média anual apresenta ciclos de aumento e diminuição que estão compreendidos entre três e cinco anos (figura 2). As cheias máximas anuais

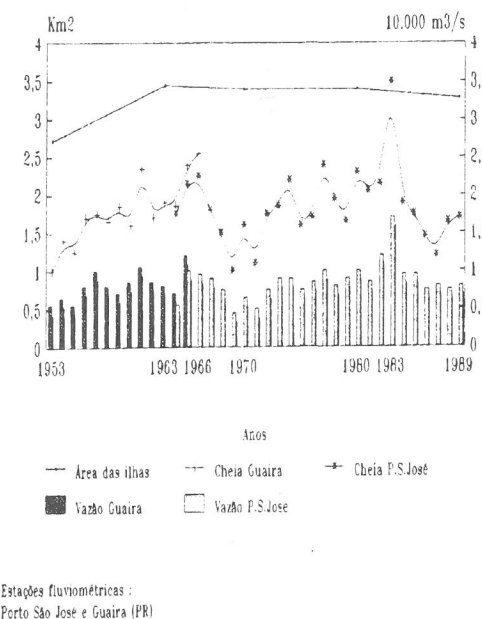


Fig. 2
Área do conjunto Carioca vazão média e cheia anual de 1953 a 1989. Carioca area average outflow and annual flood from 1953 to 1989.

ocorrem em ciclos de duração próxima a 13 anos, no que são acompanhadas pelas maiores vazões médias anuais. Tais ciclos apresentam a parte crescente mais prolongada e a decrescente mais curta. Duas fases crescentes estão compreendidas entre 1953 e 1966 e 1968 e 1983, e culminaram com duas grandes enchentes, de longo período de retorno. Uma terceira fase teve início em 1987, e se encontra em evolução.

DEFINIÇÃO DA DESCARGA DE MARGENS PLENAS

A descarga de margens plenas natural é a vazão que preenche na justa medida a calha fluvial e marca o início de um período de transbordamento na planície adjacente (LEOPOLD & SKIBITZKE, 1967; EMMETT, 1972), e constitui o principal agente modelador da planície de inundação. Numerosos conceitos são empregados para definir a descarga de margens plenas, e estão intimamente associados à definição da planície de inundação.

A definição da planície aluvial de um trecho do rio pode ser controvertida. LEOPOLD *et al.* (1964) reconheceram dois tipos de planícies: as ativas e as inativas, de acordo com a frequência em que é inundada. A planície inativa é inundada em raras oportunidades e pode ser chamado de terraço. A planície ativa é inundada pelo menos uma vez cada três anos (LEOPOLD *et al.*, 1964) embora alguns pesquisadores tenham proposto intervalos maiores, tais como 2,2; 2,7; 4 e 5 anos (WOLMAN & LEOPOLD, 1957).

Em alguns rios, a planície ocupa um amplo setor do fundo do vale fluvial; onde o rio é encaixado. Ela é representada por uma superfície deposicional estreita situada

vários metros abaixo da superfície do vale, e dependendo da magnitude do encaixamento, pode até não existir.

Devido às características da seção transversal do Rio Paraná na área de Porto Rico nem todas as cheias causam inundações. O rio encontra-se ligeiramente encaixado permitindo que a superfície do fundo do vale se coloque entre 3 a 4 m acima do nível médio anual do rio. Frequentemente a superfície do fundo do vale é empregado como referência para definir o nível das margens planas natural. Na estação fluviométrica do Porto São José essa descarga é de 22.220 m³/s (cota de 7,0 m na régua da estação) e possui intervalo de recorrência de 5,6 anos.

Esta alta capacidade do canal sugere a atuação de uma série de condições sedimentológicas, hidrológicas e tectônicas na modificação de processos que envolvem a evolução da planície aluvial e o equilíbrio entre os processos de acreção vertical e lateral (PICKUP & WARNER, 1976).

Em um sistema fluvial onde o regime hidrológico e a evolução da planície aluvial estejam em equilíbrio o rio não se encontra encaixado, de maneira que o nível de margens planas é atingido uma vez em cada 1 a 3 anos (LEOPOLD *et al.*, 1964). Por esta razão, DURY *et al.* (1963) e HICKIN (1968) adotaram estatisticamente o valor de 1,58 anos para o intervalo de recorrência dos curso na referida situação. Portanto, para o caso do Rio Paraná deve ser pensado na ocorrência de outra superfície deposicional associada ao canal que esteja sendo inundada entre 1 a 3 anos e que defina o verdadeiro nível de margens planas para o trecho de Porto Rico.

Vários pesquisadores assumem a altura média dos pontos mais altos das barras arenosas em processo de fixação para definir a planície aluvial ativa, e portanto, o nível de margens planas (WOLMAN & LEOPOLD, 1957; HICKIN, 1968 e LEWIS & Mc DONALD, 1973). Este método pode ser adotado para definir o nível de margens planas para o trecho em estudo. A altura média de uma barra estudada por SANTOS (1991) é de 4,60 m referidos ao zero hidrométrico da estação do Porto São José e corresponde a uma vazão de 11.270 m³/s que possui um intervalo de 1,09 anos de recorrência, significando que a barra é inundada anualmente. A recorrência desta descarga está no intervalo de tempo proposto por LEOPOLD *et al.* (1964) (1 a 3 anos) e é bastante inferior da recorrência da descarga de margens planas natural definida anteriormente (5,6 anos).

VARIAÇÃO DA ÁREA EMERSA DO CONJUNTO CARIOCA:

O segmento do Rio Paraná na região de Porto Rico foi documentado por levantamentos aerofotogramétricos, na escala 1: 25.000, em 1953, 1963 e 1980. Todas as fotografias aéreas foram obtidas em período de água baixa, quando as variações do nível do rio são muito pequenas.

Para o cálculo da área do conjunto foi utilizada toda a área emersa, incluindo-se a parte correspondente às barras anexas às ilhas. As ilhas e barras foram delimitadas em fotografias aéreas e transportadas para a base planimétrica 1: 25.000, para ajuste entre diferenças de escala das fotos. As informações a respeito de 1989 foram obtidas em campo e transportadas para a já referida base. As medidas de área do conjunto foram elaboradas por meio do uso de planímetro.

Os resultados obtidos encontram-se na figura 2. Pelo verificado, a área emersa do conjunto Carioca totalizava 2,74 km² em 1953, tendo sofrido acréscimo até chegar a 3,45 Km² em 1963, passando a apresentar diminuição de área em 1970 e 1980, quando tinha por volta de 3,40 km² e em 1989, quando passou a ter 3,28 km².

De acordo com o observado nas fotografias aéreas e em campo, os processos deposicionais que levaram a expansão da área emersa do conjunto Carioca ocorreram por meio de deposição de barras anexas às ilhas, seja na sua parte frontal, seja nas laterais, ou nos canais que separam duas ilhas. Os processos erosivos, por sua vez, atingem as barras e as próprias ilhas. As margens das ilhas em erosão podem recuar em velocidade relativamente rápida, com valores que chegam a 17 m / ano, conforme documentado por FERNANDEZ (1990). Na tabela 2 estão resumidas a ocorrência dos principais eventos erosivos e deposicionais associados às frequência e magnitude das descargas, documentados no conjunto Carioca com auxílio de fotografias aéreas.

TABELA 2 : Relação entre o regime hidrológico e os eventos erosivos e deposicionais. Table 2: Relationship between hydrologic system and erosive and depositing events.

PERÍODO	FREQUÊNCIA E MAGNITUDE DAS DESCARGAS	EROSÃO E SEDIMENTAÇÃO
1964 - 1969	Q < 9.000 m ³ /s = 74,9 % Q > 9.000 m ³ /s = 25,1 %	- Pouca erosão. - Muita sedimentação, algumas barras coalescidas, surgimento de barras próximo da ilha Embaúba.
1970 - 1979	Q < 9.000 m ³ /s = 71,4 % Q > 9.000 m ³ /s = 28,6 %	- Erosão do extremo da ilha Mutum, erosão total da ilha Urubu. - Acreção de algumas ilhas ao conjunto Carioca.
1980 - 1989	Q < 9.000 m ³ /s = 64,4 % Q > 9.000 m ³ /s = 35,6 %	- Período com forte erosão. Remoção do extremo da ilha Mutum, de parte da ilha Embaúba e desaparecimento das barras da área. - Sedimentação local, coalescência de pequenas barras arenosas.

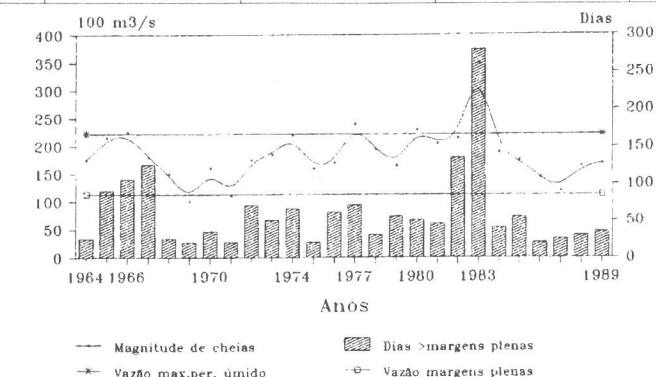
RELAÇÃO ENTRE A FREQUÊNCIA E MAGNITUDE DAS CHEIAS E A EVOLUÇÃO DAS ILHAS E BARRAS DO CONJUNTO CARIOCA

A descarga média anual, o débito de margens planas e as grandes cheias constituem valores de vazão que são referências frequentes na literatura quanto ao seu papel na modelagem do canal, conforme já discutido inicialmente. Como já foi definido anteriormente, o débito de margens planas corresponde ao valor de 11.270 m³/s (4,60 m na régua da estação do Porto São José) e o valor da descarga de margem plena natural é de 22.220 m³/s (7,0 m na mesma estação) .

O trabalho geomórfico desenvolvido pelas vazões iguais ou superiores ao débito de margens planas na região de Porto Rico está demonstrado nos trabalhos de FERNANDEZ (1990) e SANTOS (1991), pela constatação de que nos períodos de águas baixas a erosão marginal e a evolução das barras é insignificante, enquanto que nos períodos de cheia os processos de erosão e sedimentação são intensos. Considerando-se que a ação erosiva e a deposicional só são significativas nos períodos em que as barras estão cobertas, pode-se fazer uma relação entre a variação de área do conjunto Carioca e os dias com vazão acima do débito de margens planas (figura 3), obtendo-se assim a taxa de erosão ou sedimentação desses dias (tabela 3).

TABELA 3 : Taxas de erosão e de sedimentação por dias com barra encoberta. Table 3: Erosion taxes and daily sedimentation in uncovered borders.

Período	Variação de área	Dias com barras cobertas	Taxa de deposição	Taxa de erosão
1953 a 1962	+ 736.200	430 dias	1.712 m ² /dia	----
1963 a 1969	- 50.000	375 dias	----	133 m ² /dia
1970 a 1979	- 4.000	455 dias	----	9 m ² /dia
1980 a 1989	- 120.000	670 dias	----	180 m ² /dia

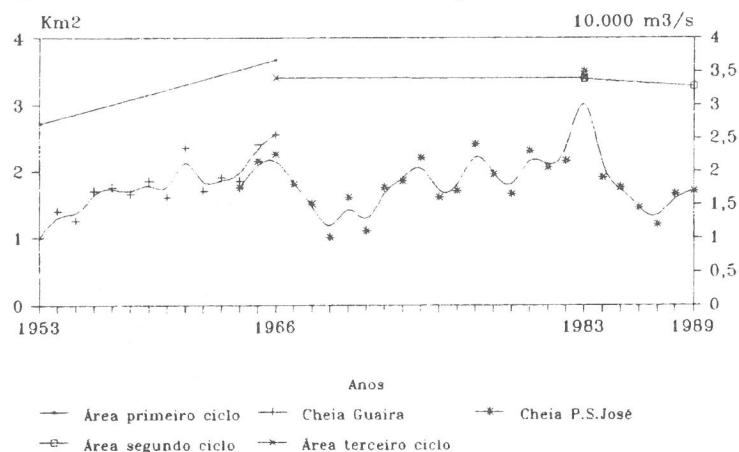


Estação fluviométrica Porto São José
Período 1964 a 1989

Fig.3

Magnitude de cheias e número de dias com nível acima de margens plenas. Flood magnitude and daily numbers with full borders above river level.

A observação das tabelas 2 e 3 e das figuras 2 e 3 mostram que o número de dias em que as barras estão encobertas não explica os eventos deposicional, ou erosivo a que o conjunto Carioca esteve submetido, tampouco a velocidade com que esses



Área provável nos ciclos de cheia

Fig.4

Variação de área do Conjunto Carioca no período de 1953 a 1989. "Conjunto Carioca" area variation from 1953 to 1989.

eventos ocorrem. Desta forma, os eventos que controlam o caráter deposicional ou erosivo do rio no conjunto devem estar relacionados a cheias maiores que as de margens plenas.

Conforme discutido, as cheias ocorrem em ciclos crescentes que culminaram em vazões de grande período de retorno. A comparação entre a variação de área e a frequência e magnitude das cheias (figura 2) permite observar que o acréscimo de área ocorrido a partir de 1953 e documentado em 1963 ocorreu durante um ciclo de cheias com máximas crescentes encerrado em 1965-1966. Por outro lado, as reduções de área ocorreram em baixas taxas no período entre 1963 e 1980, dentro do ciclo de cheias crescentes encerrado no ano de 1983, enquanto que no período subsequente (1980-1989), já dentro do último ciclo de cheias a taxa de erosão sofreu um acréscimo. Embora a documentação em fotografias aéreas não coincida exatamente com as grandes cheias, fica claro que estas condicionaram a dominância de processos deposicionais ou erosivos, e a sua velocidade, durante o ciclo seguinte.

No Rio Paraná, na região de Porto Rico, as áreas deposicionais ocorrem nas porções rasas do rio, onde a velocidade da água é menor, e as áreas erosivas ocorrem próximo a locais mais profundos, onde a velocidade de fluxo é maior. Esta situação indica que o controle do domínio dos processos de esculturação do canal deve-se a posição relativa do talvegue. Aparentemente o talvegue modifica-se gradualmente durante o desenrolar de um ciclo de cheias, aproximando-se da margem em erosão, e afastando-se da margem em que há deposição. A grande cheia que encerra o ciclo deve modificar o posicionamento do talvegue, e desta forma condicionar a nova tendência da margem, ou quanto ao tipo de processo, ou quanto a sua velocidade.

Outro efeito das grandes cheias pode ser inferido pelas projeções das taxas de erosão/sedimentação durante os períodos em que elas foram obtidas sem a interferência desses eventos, como entre 1953 e 1963, e 1970 e 1980. A figura 4 mostra uma projeção da área ocupada pelo conjunto na cheia de 1965, e após esse evento. Por essa avaliação, o principal trabalho erosivo ter-se-ia efetuado durante o evento de cheia, quando o talvegue teria sido reposicionado.

CONCLUSÃO

O conjunto Carioca comportou-se como sítio deposicional no período entre 1953 e 1965, quando a taxa de aumento de área foi de 73.620 m²/ano, ou 1712/dias com águas acima das barras. Durante o período de 1966 a 1983 o local foi dominado por processos erosivos com baixas taxas de erosão, possivelmente 400 m²/ano ou 9 m² por dia com barras encobertas. Por fim, após 1982, os processos erosivos tornaram-se mais acentuados, com taxas próximas a 12.000 m²/anos ou 180 m²/dia com barras encobertas.

Os estudos no conjunto Carioca mostraram que na região de Porto Rico, as grandes cheias definem o caráter erosivo, ou deposicional de cada trecho do Rio Paraná, assim como a intensidade destes processos, provavelmente por controlarem o posicionamento do talvegue.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio às pesquisas que levaram à publicação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, E.D. (1980) Effective and bankfull discharge of streams in the Yampa River Basin, Colorado and Wyoming. *Journal of Hydrology*, 46: 311-330.
- ANDREWS, E.D. & CALVER, A. (1977) On the persistence features formed by a large flood. *Institute of British Geographers, Transactions*, 2: 243-254.
- DURY, G. H. (1973) Magnitude and frequency analysis and channel morphometry. In: *Fluvial Geomorphology*. (M. Morisawa, Ed.), John Wiley, New York, p. 299-310.
- DURY, G.H. (1980) Neocatastrophism ?. A further look. *Progress in Physical Geography*, 4: 351-409.
- DURY, G.H.; HAILS, J.R. & ROBBIE, H.B. (1963) Bankfull discharge and the magnitude frequency series. *Australian Journal Sciences*, 26: 123-124.
- EMMETT, W. W. (1972) The hydraulic geometry of some Alaskan streams, south of the Yukon River. *Open File Report*, 102 pp., U.S. Geol. Surv., Anchorage, Alaska.
- FERNANDEZ, O.V.G. (1990) Mudanças no canal fluvial do Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico (PR). *Dissertação de Mestrado, IGCE/UNESP/Rio Claro*, 96 p.
- FERNANDEZ, O.V.G.; SANTOS, M.L. & STEVAUX, J.C. (1990) Evolução de ilhas no rio Paraná, região de Porto Rico (PR). In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 27, Natal (RN). *Boletim de resumos Expandidos*, vol. 2, 310-311.
- GARDNER, S.J. (1977) Some geomorphic effects of catastrophic flood in Grand River, Ontario. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 14: 2294-2300.
- GUPTA, A. & FOX, H. (1974) Effect of high magnitude floods on channel form: a case study in Maryland. *Piedmont. Water Resources Research*, 10: 499-509.
- HICKIN, E.J. (1968) Channel morphology, bankfull stage and bankfull discharge of streams near Sydney. *Australian Journal of Sciences*, 30: 274-275.
- LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G. & MILLER, J.P. (1964) *Fluvial processes in Geomorphology*. Freedman, San Francisco, 319 p.
- LEOPOLD, L.B. & SKIBITZKE, H. E (1967) Observations on unmeasured rivers. *Geogr. Ann.*, 49: 247-255.
- LEWIS, C.P. & Mc DONALD, B.C. (1973) Rivers of the Yukon north slope. In: *Fluvial Processes and sedimentation*. National Research Council of Canada. University of Alberta, Edmonton, Alberta, pp. 251-271.
- NANSON, G.C. (1986) Episodes of vertical accretion and catastrophic stripping: a model of disequilibrium floodplain development. *Geological Society of America Bulletin*, 97: 1467-1475.
- PARANÁ-Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. ITCF - Inst. de Terra, Cartografia e Floresta. (1987) *Atlas do Estado do Paraná (s. l.)* p. 73.
- PICKUP, G. (1976) Adjustment of stream-channel shape to hydrologic regime. *Journal of Hydrology*, 30: 365-373.
- PICKUP, G. & RIEGER, W.A. (1974) A conceptual model of the relationship between channel characteristics and discharge. *Earth Surface Processes*, 4: 37-42.
- PICKUP, G. & WARNER, R.F. (1976) Effects of hydrology regime on magnitude and frequency of dominant discharge. *Journal of Hydrology*, 29: 51-75.
- SANTOS, M.L. (1991) *Faciologia e evolução de barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico (PR)*. *Dissertação de Mestrado, IGCE/UNESP/Rio Claro*.
- SOUZA FILHO, E. E. (1993) *Aspectos da Geologia e Estratigrafia dos Depósitos Sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaira (PR)*. *Tese de Doutorado IGCE - USP*, 213 pp. (inédito)
- SOUZA FILHO, E. E. (1994) *Feições do Sistema Anastomosado Pré-atual do Rio Paraná*. 38 *Congresso Brasileiro de Geologia, Camburiú SC; Boletim de Resumos Expandidos; SBG*, v. 1, pp 407-409.
- WOLMAN, M.G. & LEOPOLD, L.B. (1957) River flood plains some observations in their formations. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper* 282-C.
- WOLMAN, M.G. & MILLER, J.P. (1960) Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. *Journal of Geology*, 68: 58-74.

WOLMAN, M.G. & GERSON, R. (1978) Relative scales and effectiveness of climate in watershed geomorphology. *Earth Surface Processes*, 3: 189-208.