



INTERFERÊNCIA DE BARRAMENTOS NA GEOMETRIA DE MEANDROS: ESTUDO NO BAIXO CURSO DO RIO PIRACICABA – SP

Claudia Vanessa dos Santos Corrêa - Universidade Estadual Paulista – Rio Claro
(claudiav@rc.unesp.br);

Adriano Luís Heck Simon - Universidade Estadual Paulista – Rio Claro;

Cenira Maria Lupinacci da Cunha - Universidade Estadual Paulista – Rio Claro;

Archimedes Perez Filho - Universidade Estadual de Campinas.

Resumo: O estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características da geometria dos meandros do baixo curso do Rio Piracicaba – SP em situação de morfologia original (ano de 1962) e sob intervenção de represamento (ano de 2007). Mapas geomorfológicos concederam informações do padrão meandrante do canal possibilitando o cálculo do índice de sinuosidade, do número de meandros e da densidade de meandramento nos dois cenários. O índice de meandramento do baixo curso do Rio Piracicaba em 1962 foi de 2,47, com a existência de 70 meandros e densidade de meandramento de 0,60. Em 2007 o barramento do fluxo originou três canais que concentram o fluxo do Rio Piracicaba antes de sua entrada no reservatório de Barra Bonita: dois deles meândricos. Em comparação com trecho de referência extraído do cenário de 1962 os canais atuais apresentaram aumento no número de meandros e na densidade de meandramento, ao passo que o índice de sinuosidade diminuiu. Tal conjuntura decorre da diminuição no comprimento dos canais com formação de meandros simples de baixa amplitude que evidenciam a reorganização do trabalho dos canais sob interferência antrópica na dispersão da energia do fluxo que chega ao reservatório.

Palavras-chave: morfologia fluvial, alterações antrópicas, Rio Piracicaba.

**Dam interventions in meanders geometry: study at Piracicaba River low course –
SP/Brazil**



Abstract: The aim of the study was to evaluate the geometry characteristics of meanders at Piracicaba River low course (Sao Paulo – Brazil) in two situations: original morphology (year of 1962) and over dam intervention (year of 2007). Geomorphological maps provided spatial information on meander patterns and made possible the evaluation of sinuosity index, number of meanders and meandering density in both scenarios. The meandering index of Piracicaba River low course in 1962 was 2,47. Seventy meanders were verified and the meandering density was 0,60. In 2007, dam intervention resulted in three different ways of flow concentration at Piracicaba River before its entry in Barra Bonita reservoir: two of them meandering. Correlations between these two actual meandering channels with the reference channel in original morphology situation (year of 1962) indicates an increase of the number of meanders and in meandering density while the sinuosity index decreased. This condition is a consequence of the decrease in the channel length and development of simple meanders with low amplitude that indicates channel adjusting in energy flow dispersion.

Key-words: fluvial morphology, human changes, Piracicaba River.

1-Introdução

Os canais fluviais podem apresentar diferentes configurações geométricas de acordo com as características litológicas, pedológicas, e climáticas de cada região. Ao erodir, depositar e transportar sedimentos, os rios produzem canais de diferentes padrões de formas (FLORENZANO, 2008, p. 230). Nesse sentido,

“os tipos de canais representam mecanismos de ajustagem entre as variáveis implicadas neste sistema geomorfológico, constituindo respostas que se somam e se entrosam com as relacionadas à seção transversal e ao perfil longitudinal dos cursos d’água” (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 145).

O autor citado destaca ainda que não há uma classificação minuciosa e detalhada dos tipos de canais fluviais. Em 1957 Leopold; Wolman reuniram as informações advindas das suas pesquisas sobre os três padrões básicos de canais fluviais: anastomosados, retilíneos e meandrantés.



De acordo com os autores em questão, os canais meandantes constituem a categoria que maior atenção recebeu dos pesquisadores. Por definição, neste tipo de canal fluvial os rios descrevem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, através de um trabalho contínuo de escavação na margem côncava e de deposição na margem convexa, onde as velocidades de corrente são maiores e menores, respectivamente (CHRISTOFOLETTI, 1981; CUNHA, 1994; CORNEY, 2006). Suguio; Bigarella (1979) destacaram que este padrão é característico de rios com gradiente moderadamente baixo, com fluxos contínuos e regulares, e ainda que são comumente encontrados nos rios das regiões úmidas cobertas por vegetação. A tipologia meandrante representa o equilíbrio do rio em seu estado de estabilidade, sendo que ele dificilmente será alterado, ao menos que um distúrbio muito intenso venha a atuar sobre a região (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Os canais meândricos dão origem a uma grande variedade de formas de lagos e depósitos de planície de inundação, conforme aponta Florenzano (2008). Entre as formas derivadas destes canais destacam-se os meandros abandonados, originários de processos migratórios das curvas meândricas que podem ser drásticos e repentinos (FLORENZANO, 2008). É importante ressaltar que a frequência de canais abandonados aumenta com a sinuosidade do canal fluvial.

Nesse contexto Florenzano (2008), pautada nos estudos de Moore (1967), Christofolletti (1981) e Guerra (1997), tabela algumas formas de erosão e deposição nas planícies aluviais, tais como terraço fluvial, dique marginal, ilhas, formadas no centro do canal e paleodiques. Outras formas comumente são encontradas, conforme estudos de Corrêa et al. (2009), que mapeou canais abandonados e lagos de meandro, associados ao complexo morfohidrodinâmico do baixo curso do Rio Piracicaba (SP).

De forma a identificar os canais como meândricos, Leopold e Langbein (1960) propuseram o índice de sinuosidade, onde os valores maiores que 1,5 são utilizados para classificar os rios como meandantes. Nesse contexto, Christofolletti (1981) resalta que o índice representa a relação entre o comprimento do canal e o comprimento do eixo do vale (Fig. 1).

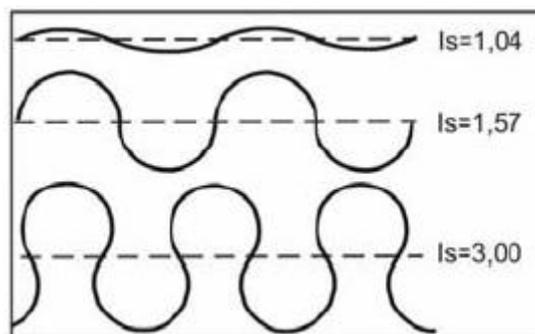


Fig. 1: Comparação entre os diferentes índices de sinuosidade, conforme (CHRISTOFOLETTI, 1981; SCHUMM, 1993)

Para comparar a quantidade de meandros em diferentes setores de um rio, Christofolletti e Oliveira (1975) propuseram o coeficiente de densidade de meandramento, “que relaciona a quantidade de meandros e o seu comprimento” (CHRISTOFOLETTI e OLIVEIRA, 1975, p. 84). Neste índice, o valor 1 é considerado como um canal que possui em seu comprimento total cem por cento de meandros, e valores inferiores a este representam canais com características menos meandrantes.

A partir das considerações iniciais, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características da geometria dos meandros do baixo curso do Rio Piracicaba – SP em duas situações: (1) na sua configuração original (pré-barramento) (LEVANTEZA & PEREZ FILHO, 2009; RODRIGUES, 2005) e (2) em sua configuração atual, a partir da análise do segmento meandrante sob interferência das oscilações da lâmina de água do Reservatório de Barra Bonita (Figura 2). Estas análises tornam-se relevantes no resgate histórico de informações sobre morfometria dos canais fluviais (RODRIGUES & ADADI, 2005) e na identificação das alterações na dinâmica morfohidrográfica de canais interceptados por barramentos.

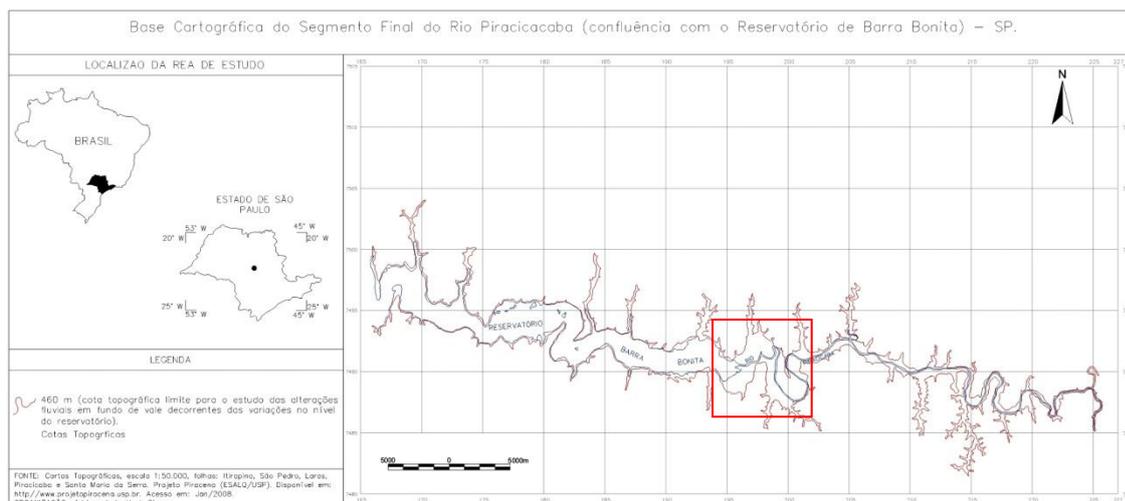


Fig. 2: Localização da área em estudo, destacada pelo retângulo.

Organização: Adriano Luís Heck SIMON

O reservatório de Barra Bonita foi formado em zona de confluência entre os rios Tietê e Piracicababa. Localiza-se entre as coordenadas geográficas $21^{\circ} 54' 20''$ e $23^{\circ} 57' 26''$ Sul e $46^{\circ} 39' 27''$ e $48^{\circ} 34' 52''$ Oeste (PRADO & NOVO, 2005). O reservatório começou a operar em 1963, e constitui-se no primeiro à jusante da cidade de São Paulo (aproximadamente 300 km em linha reta) a formar um complexo de barragens situadas no rio Tietê (CALIJURI, 1999 *apud* PRADO & NOVO, 2005).

As características geomorfológicas e pedológicas da área em questão estão atreladas aos atributos geológicos, representados principalmente por depósitos aluviais, areias e argilas, conglomerados na base, depositados durante o Holoceno (FACINCANI, 2000). Destacam-se para as feições geomorfológicas as grandes planícies aluviais do Rio Piracicababa, e, para a cobertura de solo, as grandes áreas de banhado, ocupadas pela vegetação de campo úmido, caracterizadas por herbáceas de pequeno porte, conforme estudos de Corrêa et al.(2009). Na classificação de Köppen, a região é caracterizada como clima do tipo CWA (clima mesotérmico), com inverno seco e verão quente (PRADO, 2004).

2-MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da geometria dos meandros do baixo curso do Rio Piracicababa foi desenvolvida a partir da organização das seguintes técnicas:



(1) elaboração do mapeamento geomorfológico da área em questão nos cenários de 1962 (pares estereoscópicos de fotografias aéreas) e 2007 (imagem do sensor ótico PRISM). A partir dos mapas geomorfológicos foram obtidas as características fluviais gerais do Rio Piracicaba nas duas situações descritas. Os mapeamentos foram elaborados de acordo com as orientações de Cunha (2001) e de Simon (2007) que se pautaram, por sua vez, nas propostas de Tricart (1965) e Verstappen; Zuidan (1975);

(2) cálculo do índice de sinuosidade, do número de meandros e da densidade de meandros do baixo curso do Rio Piracicaba em 1962 (LEOPOLD; LANGBEIN, 1960; CHRISTOFOLETTI; OLIVEIRA, 1975), a fim de validar a identidade meandrante do canal;

(3) definição de dois segmentos meândricos do baixo curso do Rio Piracicaba no ano de 1962, a partir da análise da distribuição espacial de feições morfohidrográficas que evidenciam sistemas meandantes – barras de meandro, meandros abandonados, canais abandonados e lagos de meandros (SUGUIO; BIGARELLA, 1979). A exclusão dos trechos não meandantes foi efetuada para que uma melhor avaliação pudesse ser realizada sobre os trechos de caráter meandrante;

(4) cálculo do índice de sinuosidade, do número de meandros (CHITALE, 1970, citado por CHRISTOFOLETTI, 1981) e da densidade de meandramento dos dois trechos acima mencionados;

(5) seleção da área de referência (cenário de 1962) para a análise das transformações na geometria dos meandros sob influência do reservatório de Barra Bonita. Este trecho de referência foi selecionado a partir da comparação com o mapa geomorfológico do cenário de 2007, onde se verificou a atual zona de dinâmica fluvial do baixo curso do Rio Piracicaba;

(6) cálculo do índice de sinuosidade, do número de meandros e da densidade de meandramento do trecho de referência no cenário de 1962;

(7) identificação dos canais fluviais sob interferência antrópica, derivados do controle exercido pelo barramento sobre a dinâmica fluvial do baixo curso do Rio Piracicaba no cenário de 2007;

(8) cálculo do índice de sinuosidade, do número de meandros e da densidade de meandramento dos canais fluviais sob intervenção antrópica, exercido pelo barramento sobre a dinâmica fluvial do baixo curso do Rio Piracicaba no cenário de 2007;



3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas geomorfológicos dos cenários de 1962 e 2007 concederam respaldo para a análise das alterações espaciais desencadeadas. Em 1962 foram reconhecidas as feições morfohidrográficas que caracterizavam uma situação de morfologia original pré-barramento (CORRÊA et al., 2009). Tal situação permitiu a análise da organização espacial de formas do relevo características de ambientes fluviais meândricos (SUGUIO; BIGARELLA, 1979; PENTEADO, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981).

Em 2007, situação pós-barramento, a maior parte das feições morfohidrográficas características da seção meandrante da área em questão estava alagada pelo reservatório de Barra Bonita. Apenas um pequeno trecho meândrico, localizado em área de planície aluvial desenvolvida, permaneceu sob interferência das oscilações sazonais da lâmina de água do referido reservatório (Fig. 2, polígono vermelho). Neste segmento, devido à reorganização do sistema fluvial em decorrência das alterações no nível de base, foram identificadas três possíveis linhas de escoamento de água: (1) canal fluvial organizado a partir da dragagem do reservatório para o transporte fluvial, (2) curso intermediário com algumas características da morfologia original, (3) curso desenvolvido a partir da reativação do canal fluvial em meandros abandonados (Fig. 3D, E, F, G).

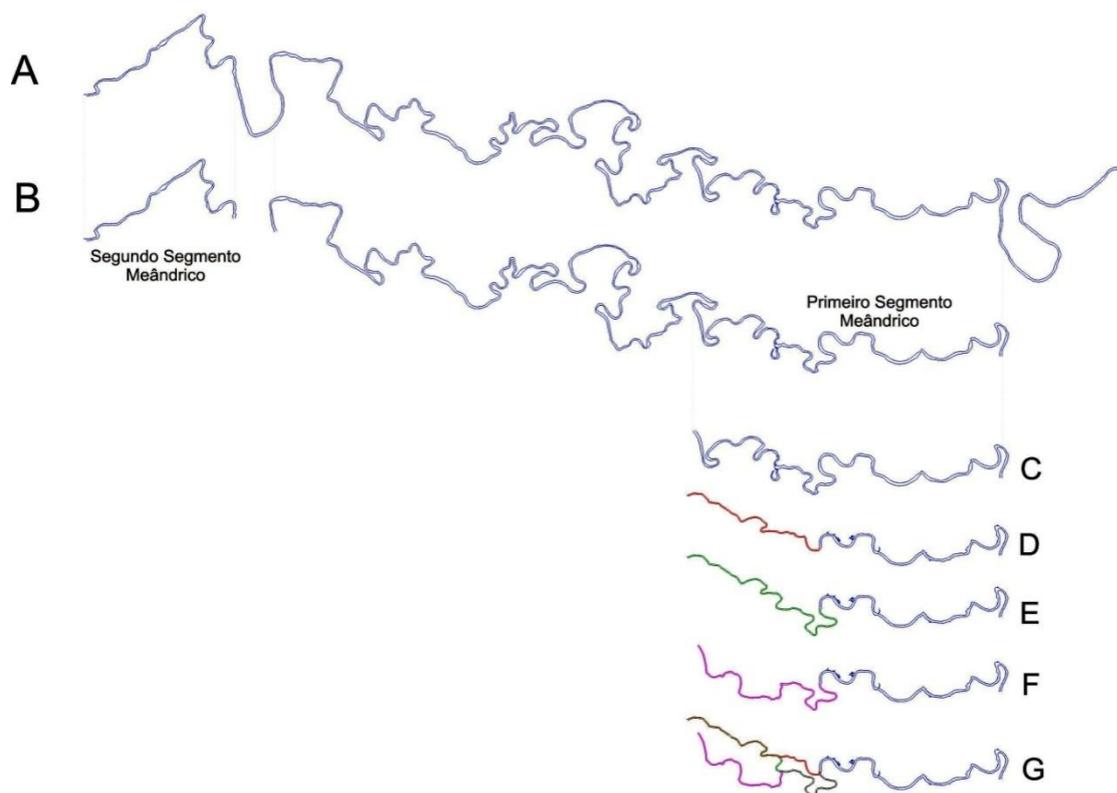




Fig. 3: (A e B) Características da morfologia original do canal fluvial do baixo curso do Rio Piracicaba (1962); (C) Trecho de referência para a análise das alterações fluviais; (D, E, F, G) Características atuais dos canais sob interferência antrópica.

A área em comum, relativa à dinâmica fluvial dos três possíveis segmentos supracitados foi extraída também do cenário de 1962, para fins de comparação das alterações desencadeadas sobre a geometria dos meandros, sendo denominada de área de referência (Fig. 3C). Os dados sobre a geometria dos meandros do segmento total do baixo curso do Rio Piracicaba em 1962 e do trecho correspondente à dinâmica fluvial meândrica no cenário de 2007 foram organizados na Tabela 1.

Tab. 1: Dados morfométricos do setor de fundo de vale do Rio Piracicaba dos anos de 1962 e 2007

	Comprimento do canal (km)	Distância vetorial (Km)	Índice de sinuosidade	Número de meandros	Densidade de Meandramento
(1)	115,37	46,63	2,47	70	0,60
(2)	83,22	32,78	2,52	62	0,74
(3)	11,27	6,8	1,65	8	0,67
(4)	27,83	13,79	2,01	17	0,61
(5)	20,58	14,42	1,42	-	-



(6)	25,05	14,42	1,73	21	0,83
(7)	25,02	13,85	1,91	22	0,87

(1) Segmento final do baixo curso do Rio Piracicaba (1962); (2) 1º Trecho meandrante do segmento final do Rio Piracicaba (1962); (3) 2º Trecho meandrante do segmento final do Rio Piracicaba; (4) Trecho meandrante de referência para análise das alterações antrópicas (1962); (5) Primeiro segmento fluvial meandrante sob interferência do barramento (2007); (6) Segundo segmento fluvial sob interferência do barramento (2007); (7) Terceiro segmento fluvial sob interferência do barramento (2007).

Em 1962 o segmento final do curso do Rio Piracicaba (Fig. 3A) apresentava um comprimento total de 115,37 Km e uma distância vetorial de 46,63 Km, sendo verificado um índice de sinuosidade de 2,47, valor que confere ao trecho em questão caráter meândrico. Setenta meandros foram identificados, expressando uma densidade de meandramento de 0,60 meandros por quilômetro (Tab. 1). Christofolletti; Oliveira (1974, 1975) constataram densidade de meandramento média de 0,45 meandros por quilômetro, num trecho de 71,35 Km no Rio Paraíba do Sul – SP. Os autores citados encontraram ainda índice médio de densidade de meandramento de 0,19 meandros por quilômetro num comprimento de canal de 75,6 Km, do Rio Ribeira de Iguape.

A comparação dos dados de densidade de meandramento destes três trechos de rios localizados em distintos compartimentos geomorfológicos do Estado de São Paulo evidencia o intenso meandramento do Rio Piracicaba.

Uma vez identificado o índice de sinuosidade do baixo curso do Rio Piracicaba, foram definidos dois segmentos meândricos, considerados a partir da distribuição espacial de feições morfohidrográficas atreladas à dinâmica fluvial meandrante (barras de meandro, canais abandonados, lagos de meandro e meandros abandonados, distribuídos em áreas de planícies aluviais bem desenvolvidas) (Fig. 3B).

Os segmentos considerados não meândricos foram excluídos em razão de sua baixa sinuosidade e características geomorfológicas marginais que evidenciam o possível controle estrutural (existência de patamares e cristas estruturais e rupturas topográficas abruptas).

Para o primeiro trecho meandrante (Fig. 3B) foi verificado um comprimento total de 83,22 Km, com distância vetorial de 32,78 Km, conferindo um índice de sinuosidade de 2,53 (Tab.



1). Neste trecho constatou-se a existência de 62 meandros, com densidade de meandramento de 0,74 meandros por quilômetro.

No segundo trecho (Fig. 3B), de menor extensão (11,27 Km) e distância vetorial de 6,8 Km, calculou-se um índice de sinuosidade de 1,65. Foram identificados 8 meandros contabilizando uma densidade de meandramento de 0,67 meandros por quilômetro.

Verificou-se nestes dois trechos, para o cenário de 1962, relações aproximadas entre os dados de densidade de meandramento. Entretanto, o índice de sinuosidade do segundo trecho se mostrou inferior em decorrência da maior ação erosiva do canal fluvial em zona de contato com litologias resistentes de entorno. Estas litologias exigem que o canal fluvial use parte de sua energia para erodir tais resistências, sendo que este gasto reflete-se na menor sinuosidade do canal, já que o excesso de energia que normalmente elaboraria os meandros está em parte comprometido com a atividade erosiva.

Após o cálculo das características da geometria do canal meândrico em condições de morfologia original, foi selecionada a área de referência para a análise das alterações desencadeadas sobre a geometria fluvial pós-alteração do nível de base, provocada pela construção do reservatório de Barra Bonita (Fig. 3C).

O segmento de referência obtido no cenário de 1962 possuía um comprimento total de 27,83 Km com distância vetorial de 13,79 Km. O índice de sinuosidade verificado foi de 2,01 com a presença de 17 meandros que condicionam a uma densidade de meandramento de 0,61 meandros por quilômetro.

Definidos o trecho de referência e os dados de geometria dos meandros no cenário de morfologia original, foram identificados três canais de escoamento antropogênicos derivados da nova dinâmica fluvial imposta pelo barramento e elevação do nível de base local no cenário mais recente de 2007 (Fig. 3G).

O primeiro trecho (Fig. 3D) corresponde ao canal artificial dragado após a construção do reservatório, utilizado para transporte fluvial e localizado na zona de contato com a margem direita. O canal em questão não apresenta características meandrantas devido ao baixo índice de sinuosidade – inferior a 1,5 (Tab. 1). A baixa sinuosidade, por sua vez, decorre das sucessivas dragagens realizadas neste curso artificial para a manutenção de sua navegabilidade, concedendo maior retilinidade ao mesmo e maior fluxo de corrente, conforme verificado em campo. Por este motivo não são expressos os dados de número de meandros e densidade de meandramento.



O canal sob interferência antrópica 2 (Fig. 3E) possui comprimento menor do que o canal de referência (Fig. 3C), porém, o número de meandros é superior (Tab. 1). As características espaciais herdadas definem o padrão meândrico deste trecho, pois ele desenvolve parte de seu leito em trecho meandrante correspondente ao cenário de 1962 (Fig. 3C e E).

O canal sob interferência antrópica número 3 (Fig. 3F) distingue-se dos demais canais formados em função do barramento por ter reativado feições morfohidrográficas derivadas da dinâmica fluvial pré-barramento, como meandros abandonados e lagos de meandro. Esta situação ocorreu devido ao aumento no nível do lençol que promoveu a interligação dos lagos e meandros abandonados em um único canal, definindo um segmento com índice de sinuosidade mais próximo ao da morfologia original, com maior número de meandros simples com raios de curvatura maiores, que acabaram por conferir a este trecho do canal uma maior densidade de meandramento.

O maior comprimento do canal no trecho de referência em 1962 (Fig. 3C, Tab. 1) sugere a existência de um número maior de meandros simples, quando o que ocorre é um maior número de meandros compostos, com dois ou mais raios de curvatura que possuem amplitudes elevadas, necessitando de maiores extensões de canal para desenvolverem seu traçado.

Os canais antropogênicos 2 e 3, mesmo possuindo comprimento menor, possuem maior número de meandros simples formados por apenas um raio de curvatura geralmente grande (ZANCOPE, 2008). Essa situação gera meandros de menor amplitude que necessitam de menores extensões de canal fluvial para se desenvolver e acabam por apresentar características espaciais que sugerem baixa densidade de meandramento.

Assim, a densidade de meandramento verificada nos canais antrópicos 2 e 3 foi superior àquela encontrada no canal de referência do cenário de 1962 (Tab. 1). Este fato pode ser explicado em função do maior número de meandros formados na extensão total dos canais, fato que comprova alterações derivadas do controle antrópico direto, a partir da elevação do nível de base, que pode ter condicionado um aumento na energia do fluxo que chega até o reservatório, dispersando energia excedente na forma de meandramento (PENTEADO, 1979).

4-CONCLUSÃO

(1) As características da geometria dos meandros do baixo curso do Rio Piracicaba para o ano de 1962 concederam informações significativas da morfologia original da área, possibilitando



o resgate histórico de informações que podem ser correlacionadas em estudos temporais que visam diagnosticar a intervenção antrópica em sistemas morfohidrográficos.

(2) O cálculo da densidade de meandramento, bem como do índice de sinuosidade, conferiram a característica meândrica ao baixo curso do Rio Piracicaba, para o ano de 1962.

(3) Correlações efetivadas entre o trecho de referência (1962) e os canais antropogênicos considerados meandantes (2007) apontaram para o aumento no número de meandros e na densidade de meandramento, indicando forte ação do canal no reajuste das condições de gasto de energia e deposição do material carregado antes do deságüe no novo nível de base imposto (reservatório de Barra Bonita).

(4) A diminuição do índice de sinuosidade dos dois canais antropogênicos considerados meandantes decorre do aumento da distância vetorial e da diminuição do comprimento dos canais, que procuraram equilibrar sua dinâmica ao maior número de meandros herdados das condições originais do baixo curso do Rio Piracicaba.

(5) A comparação dos dados de geometria dos meandros entre o canal de referência e os canais antropogênicos evidenciaram que a construção do reservatório condicionou uma situação de desequilíbrio no sistema, principalmente na evolução meândrica do Rio Piracicaba.

(6) Os cálculos inferidos nos dois cenários mostram a busca do canal pelo seu perfil de equilíbrio, tentando ajustar-se às variáveis condicionadas pelas alterações antrópicas.

5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIGARELLA, J.J.; SUGUIO, K. & BECKER, R. D. **Ambiente fluvial:** Ambientes de Sedimentação, sua interpretação e importância. Curitiba: Ed. UFPR/ADEA, 1979, 183p.

CHITALE. **Proceedings of the American Society of Civil Engineers**, Jan., no 96,

HY1, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.

_____. **Geomorfologia Fluvial**. v.1. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.



CHRISTOFOLETTI, A.; OLIVEIRA, A. A. B. Análise morfométrica dos meandramentos do Vale do Paraíba, na área da Bacia Sedimentar de Taubaté. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 14, n. 27/28, p. 45-60, 1974.

_____. Densidade de meandramentos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 15, n. 29, p. 83-87, 1975.

CORNEY, R. K. T. *et al.* The orientation of helical flow in curved channels. **Sedimentology**, v. 53, p. 249-257, 2006.

CORRÊA, C.V.S.; SIMON, A.L.H.; CUNHA, C.M.L.; PEREZ FILHO, A. Mapeamento geomorfológico do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba - SP (1962): avaliação dos aspectos morfohidrográficos pré-intervenção de reservatórios hidrelétricos. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009.

CUNHA, C. M. L. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.)

Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. Cap. 5, p. 211-252.

DURY, G. H. **Perspectives on geomorphic processes**. Washington: Association of American Geographers, 1969. p. 1-53. (Geography Resource Paper, 53).



FACINCANI, E.M. **Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuesta Basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba.** Rio Claro, 2000. 222 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

FLORENZANO, T.G (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G. Rivers meanders. **The Geological Society of America Bulletin**, v. 71, n. 6, p. 769-794, 1960.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G. 1957. **River channel patterns: braided, meandering, and straight.** US Geol. Survey. Prof. Paper., 282-B.

LEVANTEZA, M. B. ; PEREZ FILHO, A. Geomorfologia Antropogênica: alterações na evolução dos canais de primeira ordem na bacia hidrográfica do córrego da aroeira (Mira Estrela-SP), decorrentes da construção da barragem de Água Vermelha. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia.** Rio de Janeiro: FIBGE, 3a ed., 185 p., 1980.

PRADO, R.B.; NOVO, E.M.L.M. Aplicação de geotecnologias na modelagem do potencial poluidor das sub-bacias de contribuição para o reservatório de Barra Bonita – SP relacionado à qualidade da água. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005.

PRADO, R.B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos.** 2004. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – USP, São Carlos, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-05012005-121100/>>. Acesso em: 30 jul. 2009.



RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: um exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 101-111, 2005.

RODRIGUES, C.; ADADI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI Luis A.B. (org) **Praticando geografia: técnicas de Campo e Laboratório em geografia e análise ambiental**, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 147-166.

SCHUMM, S. A. River response to baselevel change: implications for sequence stratigraphy. **The Journal of Geology**. Chicago, v. 101, n. 2, p. 279-294, 1993.

SIMON, A. L. H. **A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. 2007,. 185 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), IGCE/UNESP, Rio Claro, 2007.

TRICART, J. **Principles et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Maisson, 1965. 496p.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. van. **ITC system of geomorphological survey: manual ITC textbook**. Enschede:1975. v. 1.

ZANCOPE, M. H. C. **Análise morfodinâmica do Rio Mogi Guaçu**. 2008. 111 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008.

