

## Revisão Teórica dos Sistemas de Classificação de Canais Fluviais Aluviais

Silva, J.P. (IBGE) ; Rodrigues, C. (USP)

### RESUMO

O presente trabalho é parte de uma pesquisa, cujo objetivo é a análise de padrões de canais fluviais e de outros parâmetros da morfologia fluvial, a fim de complementar a metodologia para a avaliação da geodiversidade da Bacia do Rio Xingu. Para tanto foi realizada uma revisão bibliográfica relacionada à classificação de canais fluviais, que, apesar de ser um tema de extrema importância na área da geomorfologia fluvial, tem recebido pouca atenção dos pesquisadores brasileiros.

### PALAVRAS CHAVES

*padrão; canais; Xingu*

### ABSTRACT

This work is part of a research that aims to analyze patterns of river channels and other parameters of fluvial morphology in order to complement the methodology for the assessment of geodiversity in Xingu Drainage Basin. Thus, a literature review about the classification of fluvial channels was done. Despite the relevance of the subject in the field of fluvial geomorphology, not enough attention has been given by Brazilian researchers, considering the restricted amount of available studies.

### KEYWORDS

*pattern; channels; Xingu*

### INTRODUÇÃO

O conceito de padrão de canais é fundamentado na caracterização de determinado trecho de rio a partir de variáveis de forma, materiais, hidrologia e processos hidrogeomorfológicos. Apesar da importância de estudos envolvendo a classificação dos padrões de canais fluviais, esse tema é pouco explorado no Brasil havendo contribuições importantes de Christofolleti (1981), Souza Filho (1995), Latrubesse et al. (2005), Silva (2006) e Zancopé (2008). De acordo com Kondolf (2003) desde o final do século XIX vários tipos de classificações de canais a partir de variáveis hidrogeomorfológicas foram propostas, sendo os dois principais objetivos: 1. entendimento científico de como os rios funcionam, da existência de limiares naturais que produzem uma complexidade longitudinal em diferentes escalas espaciais, e da possibilidade dos canais serem agrupados em classes homogêneas; 2. orientação para gerenciamento com base geomorfológica para informar decisões sobre manutenção de canais, recuperação, restauração ou conservação. Nesse caso, critérios geomorfológicos podem ser combinados com critérios de outras disciplinas (ex. ecologia, química da água). As primeiras classificações foram baseadas na diferenciação de rios de montanhas e rios de planície (DANA, 1850). Ainda no século XIX Powel (1875) propôs uma classificação de rios baseada em suas relações genéticas com a estrutura geológica. Davis (1899) explorou a questão dentro da sua teoria do ciclo geográfico (KONDOLF, 2003). Já no século XX as principais classificações foram baseadas nos seguintes critérios: a. Classificações baseadas em processos b. Características dos canais c. Classificações baseadas no poder de fluxo d. Classificações Hierárquicas e. Classificação Geomorfológica para gerenciamento f. Zonamento Longitudinal. Nesse estudo foi realizada uma revisão de conceitos relacionados ao tema e uma sistematização dos critérios, características e limiares que envolvem a classificação de canais fluviais.

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada por meio de revisão bibliográfica sobre classificação de padrões de canais fluviais em periódicos nacionais e internacionais, bem como em teses e mestrados relacionados ao tema. A partir da pesquisa bibliográfica foram sintetizados critérios de caracterização dos trechos de

canais fluviais. O resultado final foi uma tabela com a síntese dos parâmetros para estudos envolvendo a classificação de canais fluviais baseados nas formas, processos hidromorfodinâmicos e materiais constituintes de trechos de canais. Segundo Kondolf (2003) os rios variam amplamente em tamanho, em forma de canal, e em seu grau de dinamismo. A variabilidade regional nos processos e características fluviais confere uma dificuldade no desenvolvimento de sistemas gerais e regionais de caracterização fluvial. A motivação fundamental para utilizar sistemas de classificação é melhorar a comunicação, especialmente em meios interdisciplinares. Como os biólogos tentaram classificar os componentes do habitat aquático para fornecer um quadro comum para prover de informações as diversas disciplinas, alguns autores reconheceram a necessidade de um sistema de classificação para canais fluviais (PENNAK, 1971; HAUKES, 1975; TERREL & MACCONNELL, 1978; NEWSON & NEWSON, 2000, apud KONDOLF, 2003). Para que os sistemas de classificação possibilitem uma melhor comunicação, eles devem ser objetivos, de modo que profissionais de diferentes disciplinas e em diferentes regiões possam utilizar uma mesma linguagem. No entanto, um grande complicador para um sistema de classificação unificado é decorrente das diferentes características geomorfológicas de sistemas fluviais encontradas na natureza (KONDOLF, 2003).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Segundo Knighton (1998) apesar da maior variedade de padrões de canais encontrada atualmente na literatura, a divisão nos três tipos básico de canais aluviais (retos, meândricos e entrelaçados) proposta por Leopold & Woman (1957) ainda pode ser considerada válida se relacionada com o conceito de continuum. Após essa divisão clássica foram propostos outros tipos de padrões de canais fluviais que enriqueceram os sistemas de classificação, como o anastomosado e o anabranch. Os canais retos (straight) são possivelmente restritos aos ambientes de baixa energia, onde a potência do fluxo não é suficiente para a erosão das margens (KNIGHTON, 1998). Se os rios retos apresentam um padrão de talvegue sinuoso com bancos de areia assimétricos, pode haver um aumento da assimetria decorrente do aumento do fluxo dando início à passagem para o padrão sinuoso (MORISAWA, 1985). Christofolletti (1981) define canais meândricos (meandering) como “tipo de canal fluvial em que os rios descrevem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, através de um trabalho contínuo de escavação na margem côncava (local de maior velocidade da corrente) e de deposição na margem convexa (local de menor velocidade)”. Esse tipo de canal é considerado o mais conhecido dentre todos devido ao grande número de estudos envolvendo esse padrão. O padrão entrelaçado (braided) é aquele que apresenta múltiplos canais separados por barras ou ilhas. As barras tendem a ser mais instáveis e não vegetadas e ficam totalmente submersas nas cheias, enquanto as ilhas são em geral estáveis, vegetadas e permanecem emersas nos episódios de margens plenas. A feição característica dos canais entrelaçados é a divisão e união de canais de forma repetida, associada à divergência e convergência do fluxo, o que contribui para uma alta razão de atividade fluvial em relação a outros tipos de rios (KNIGHTON, 1998). Os seguintes condicionantes têm sido sugeridos como responsáveis pelo desenvolvimento deste padrão de forma: carga de fundo abundante, margens erosivas, vazões com alta variação, alta declividade do vale. Os canais anastomosados (anastomosing) podem ser considerados uma forma transicional entre o meândrico e o entrelaçado, entretanto sua longevidade é observada em vários exemplos. Por se tratarem de rios com múltiplos canais, esses rios foram inseridos na ampla categoria dos rios entrelaçados na classificação clássica de Leopold e Woman (1957), entretanto há uma distinção desse tipo de canal, proposta por Schumm (1968) e seguida por vários autores (SMITH, 1974; RILEY, 1975; MIALL, 1977; RUST, 1978; MORISAWA, 1985; KNIGHTON e NANSON, 1993; entre outros) que consideram a estabilidade dos canais e ilhas uma característica que distingue esse tipo de canal (KNIGHTON, 1998). Knighton & Nanson (1993) caracterizam os canais anastomosados através do baixo poder de fluxo, baixa erodibilidade dos bancos e médio a alto suprimento de sedimentos, desta forma a capacidade de transporte não seria suficiente, induzindo a formação de bancos e/ou constricção lateral que forçaria o fluxo para fora do canal principal levando à formação de novos canais através de avulsão. Isso pode ocorrer em virtude de regimes de fluxo dominados por eventos isolados de alta magnitude onde os canais são incapazes de suportar o fluxo das margens plenas devido a resistividade dos bancos. No trabalho de Nanson & Knighton (1996) os autores discutem como o conceito de anabranching rivers, que, combinados a outros padrões já conhecidos, pode melhorar os sistemas de classificação de canais fluviais. Os rios anabranches são definidos como

"um sistema de canais múltiplos caracterizados por ilhas aluviais vegetadas, ou de outra maneira estáveis, que dividem fluxos de descargas até aproximadamente as margens plenas" (NANSON & KNIGHTON, 1998). Conseqüentemente os padrões de fluxo nos segmentos de canais adjacentes são essencialmente independentes uns dos outros em oposição aos rios entrelaçados.

Tabela 1

		<i>Retilíneo</i>	<i>Meandrante</i>	<i>Anastomosado</i>	<i>Entrelaçado</i>
<b>FORMA</b>	<b>Canais</b>	Único com <i>pools eriffles</i> , talvegue meandrante	único	Dois ou mais canais com ilhas largas e estáveis	Dois ou mais canais com barras e pequenas ilhas
	<b>Simuosidade</b>	Menor que 1,5	Maior que 1,3	---	Menor que 1,3
	<b>Tipos de barras</b>	Laterais, submersas	Em pontal, laterais	Em pontal, Laterais, submersas	Longitudinais, Transversais, compostas
	<b>Planície</b>	Bem desenvolvida	Bem desenvolvida	Bem desenvolvida	Sem planície ou pouco desenvolvida
	<b>Formas na planície</b>	Crevasses	Meandros Abandonados, cordões marginais convexos inativos	Canais abandonados crevasses	---
	<b>Diques marginais</b>	Contínuos e bem desenvolvidos	Descontínuos	Contínuos e bem desenvolvidos	Sem diques ou pouco desenvolvidos
	<b>Declividade (cm/km)</b>	Menor que 200	Menor que 500	Menor que 15	7 a 1800
	<b>Seção Transversal</b>	Simétrica	Assimétrica	Simétrica	Simétrica sem margens definidas
	<b>Largura/profundidade</b>	Menor que 40	De 10 a 40	Menor que 10	Maior que 40
<b>PROCESSOS HIDRO-MORFODINÂMICOS</b>	<b>Comportamento erosivo</b>	Incisão e formação de canais secundários	Erosão da margem côncava	Avulsão	Erosão das margens, alargamento do canal
	<b>Comportamento deposicional</b>	Formação de barras laterais	Formação de cordões marginais convexos	Acreção lenta	Formação de barras centrais
	<b>Mobilidade</b>	Baixa	Alta	Baixa	Talvegue móvel
	<b>Velocidade Máxima (m/s)</b>	Menor que 1,5	Menor que 2,0	Menor que 1,5	0,4 a 6,0
	<b>Potência específica da corrente</b>	Menor 10 Wm <sup>2</sup>	10 - 60 Wm <sup>2</sup>	Menor 10 Wm <sup>2</sup>	50 - 300 Wm <sup>2</sup>
<b>MATERIAS</b>	<b>% de finos no perímetro</b>	Maior que 20	De 5 a 20	Maior que 20	Menor que 5
	<b>Tipo de Carga</b>	Suspensa, mista ou de fundo	Suspensa ou mista	Suspensa	De fundo
	<b>Carga de fundo</b>	Areia fina	Arenosa	Areia fina	Seixosa e arenosa
	<b>% de carga de fundo</b>	Menor que 11	Menor que 11	Menor que 3	Maior que 11
	<b>Composição dos diques</b>	Argilosos coesivos	Arenosos e argilosos Não coesivos	Argilosos coesivos	Arenosos Não coesivos

Fonte - Miall (1977), Richards (1982), Nanson e Croke (1992), Morisawa (1995), Knighton e Nanson (1993), Souza Filho (1993) *apud* Silva (2006).

Organização: Juliana de Paula Silva, 2011.

Resumo dos parâmetros que caracterizam os padrões de canais aluviais entrelaçado, meandrante, retilíneo e anastomosado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica foi feita para aplicação dos critérios em áreas representativas de padrões de

canais fluviais, como um dos procedimentos metodológicos que integra pesquisa em nível de doutoramento, cujo objetivo é a análise de padrões de canais fluviais para complementar a metodologia de avaliação da geodiversidade da Bacia Hidrográfica do Xingu. A partir dessa revisão alguns pontos foram observados: O mesmo trecho de canal pode ser enquadrado em dois ou mais padrões de acordo com a referência tomada como base. As modificações no padrão dos canais ocorrem ao longo do perfil longitudinal de um rio de acordo com as mudanças em suas características hidrodinâmicas. Alguns autores consideram que essas mudanças ocorrem através de um continuum e outros através de superação de limiares. As classificações voltadas a ambientes temperados, mais exploradas em grande parte das pesquisas, nem sempre são aplicáveis à realidade dos sistemas hidrográficos das áreas tropicais úmidas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à instituição de fomento à pesquisa “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado que permitiu o desenvolvimento deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA**

- BOITSIDIS, A. and GURNELL, A. (2004) Environmental Sustainability Indicators For Urban River Management. Disponível em: [www.smurf-project.info](http://www.smurf-project.info).
- BRIDGE, JS. (2003) Rivers and floodplains. Forms, processes and sedimentary record. Oxford: Blackwell Publishing.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1981) Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Blücher.
- GUPTA, AE. (2007) Large Rivers. Geomorphology and Management. John Wiley & Sons Ltda. England.
- HACK, JT. (1957) Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland. U.S. Geological Survey Professional Paper. 294-B: 45-97.
- KNIGHTON, AD. and NANSON, G. (1993) Anastomosis and the continuum of channel pattern. Earth Surface Processes and Landforms. V. 18, 613-625.
- KNIGHTON, AD. (1998) Fluvial Forms and Processes: A New Perspective. Nova York, John Wiley & Sons.
- KONDOLF, GM.; MONTGOMERY, DR.; PIÉGAY, H. and SCHMITT, L. (2003) Geomorphic Classification of Rivers and Streams. In: I. John Wiley and Sons Ltd.
- LATRUBESSE, EM.; STEVAUX, JC. e SINHA R. (2005) Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. Revista Brasileira de Geomorfologia. 6 (01): 01-18.
- LATRUBESSE, EM.; STEVAUX, JC.; SANTOS, ML. e ASSINE, ML. (2005) Grandes sistemas fluviais: geologia, geomorfologia e paleohidrologia. In: Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos. Cap. 13: 276-297.
- LEOPOLD, L. and WOLMAN, M. (1957). River channel pattern, Braided, Meandering and Straight. U.S. Geological Survey. Professional paper. 282 p.
- LEOPOLD, L.B. (1969) Quantitative comparison of some aesthetic factors among rivers. Circular 620, U.S. Geological Survey.
- MORISAWA, M. 1985. Rivers, form and process. Longman Group Limited. New York.
- NANSON, GC. and KNIGHTON AD. (1996) Anabranching rivers: their causes, character and classification. Earth Surface. Processes and Landforms 21 (3): 217-239.
- ORR, H.G. et al. (2008) A predictive typology for characterising hydromorphology. Geomorphology, 100. p. 32-40.
- SANTANA, CL. (2007) Geomorfologia da planície fluvial do Rio Ribeira de Iguape entre Sete Barras e Eldorado (SP): Subsídios ao planejamento físico-territorial de áreas inundáveis. Dissertação Mestrado. Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas - Universidade de São Paulo.
- SCHUMM, SA. (1968) River adjustment to altered hydrologic regimen - Murrumbidgee River and paleochannels, Australia, US Geol. Survey. Paper, 352-C.
- SCHUMM, SA. (1972) River Morphology. Bowden, Hutchingon & Ross, Inc. Stroudsburg, Pensilvânia, 1972.
- SCHUMM, SA. (1981) Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications. SEPM Spec. Publ. 31 pp. 19-29.

SELBY, MJ. (1985) Earth's Changing Surface. An Introduction to Geomorphology. Oxford: Claredon Press.

SILVA, A. (2006) Padrões de Canal do Rio Paraguai na Região de Cáceres - MT. Dissertação de Mestrado. UEM, Maringá.

SOUZA FILHO, EE. (1993) Aspectos da Geologia e Estratigrafia dos Depósitos Sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR). Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo-SP.

ZANCOPE, M. (2008) Análise Morfodinâmica do Rio Mogi-Guaçu. Tese de Doutorado. Unicamp. Campinas.