

A PALEOIDROLOGIA COMO FERRAMENTA NO GERENCIAMENTO FLUVIAL

JOSÉ CÂNDIDO STEVAUX¹

RESUMO: A definição, evolução e aplicação da paleoidrologia na gerência de sistemas fluviais são aqui apresentados. O texto refere-se à palestra apresentada na mesa redonda "Gestão de Bacias Rurais e Urbanas, no III Simpósio Nacional de Geomorfologia em Campinas, 2000.

PALAVRAS-CHAVE: paleoidrologia, gerenciamento fluvial, geomorfologia fluvial.

PALEOHYDROLOGY AND FLUVIAL MANAGEMENT

ABSTRACT: Comments on definition, evolution and application of the Paleohydrology presented in the workshop "Management of Rural and Urban Hydrographic Basin" (III National Symposium of Geomorphology, Campinas, 2000) are summarized in this paper.

KEYWORDS: paleohydrology, fluvial management, fluvial geomorphology

1. A CIÊNCIA DA PALEOIDROLOGIA

A hidrologia fluvial pode ser encarada como uma ciência aplicada e um ramo da engenharia civil e ambiental, ou como uma geociência básica. No primeiro caso, seu objetivo é o de subsidiar trabalhos que consideram a água como um recurso ou um risco. No segundo, desenvolver modelos exploratórios prognósticos de fenômenos relacionados à água (National Research Council, 1991).

Como todo fenômeno geomorfológico, a hidrologia desenvolve-se em duas dimensões – espaço e tempo. O velho conceito de "continuum" aplicado aos rios deve também ser compreendido em escala temporal. Um rio, na definição de Leopold et al. (1964, p.62) no clássico "Fluvial Process in Geomorphology", deve ser compreendido mais como tendo uma herança do que propriamente uma origem. Dentro dessa perspectiva, a origem de um rio estende-se quase indefinidamente no tempo, uma vez que toda porção de terra emersa está sujeita a ser drenada (Potter, 1994).

Essa herança não é apenas identificada num amontoado de sedimentos inertes no topo de um terraço ou nas cicatrizes de canais meandantes desenhados numa imagem de satélite, mas participa ativamente na hidrologia do sistema seja nas cheias catastróficas, na geometria do canal (principalmente em rios de fundo rochoso) ou na própria mobilização de formas de leito.

A necessidade de se conhecer o comportamento antigo das variáveis hidrológicas de um rio para melhor gerenciá-lo, reafirma a máxima quaternarista de que o *Presente mais o Passado são a chave do Futuro*. Modelos de prognósticos são mais realistas quanto maior for o intervalo temporal da coleta de dados.

Quando se sabe que num rio da importância e tamanho do Paraná (o décimo do mundo e cuja bacia abrange as duas maiores cidades da América do sul – São Paulo e Buenos Aires) a única estação fluviométrica entre os dois maiores reservatórios do Brasil

¹ Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia – 87020-900 Maringá – PR – jcstevaxu@uem.br

(Itaipu e Porto Primavera) está em atividade há apenas 40 anos, pode-se ter a noção da precariedade das informações hidrológicas que subsidiariam projetos de gerenciamento desse rio. Tal fato pode ser constatado na tão discutida vida útil do reservatório de Itaipu, onde, baseando-se em dados coletados em curtos períodos de amostragem, foram estimados valores que variaram desde 300 até 40 anos!

A recorrência de cheias de grande intensidade medidas em Corrientes, Argentina, onde estações fluviométricas têm mais de um século de atividade, é estimada em 90 a 95 anos. Esse intervalo é quase duas vezes mais amplo que o período em que se deu a intensa e impactante ocupação da região do Pontal do Paranapanema e noroeste do Estado do Paraná, incluindo a construção de pontes, implementação de hidrovias e instalações de cidades.

A necessidade de se ampliar o intervalo temporal de coleta de dados para muito além do período dos registros instrumentais levou a criação, há quatro décadas, de uma nova ciência denominada Paleoidrologia. Em seu trabalho pioneiro, Leopold & Miller (1954) definiram paleoidrologia como o estudo da ocorrência, distribuição e movimentação passada das águas continentais. É uma tentativa multidisciplinar que liga a hidrologia às ciências da história da Terra e de seus ambientes antigos (Schum, 1965).

2. OBJETIVOS, APLICAÇÕES E EVOLUÇÃO DA PALEOIDROLOGIA

O principal objetivo da paleoidrologia é fornecer dados para a hidrologia de modo que se possa estabelecer e testar modelos previsivos. Contudo, a natureza dos dados paleoidrológicos é, de certa forma, abduativa. Ao contrário das ciências matemático-prognósticas, a paleoidrologia enfatiza o observado em detrimento da teoria e do experimento, não porque seja menos rigorosa, mas, por ser uma ciência histórica, não trabalha diretamente com o fenômeno – ela enfatiza um acontecimento ocorrido no passado. Por outro lado, as ciências matemático-prognósticas enfatizam generalizações conceituais atemporais (Baker, 1998).

Desde sua definição, pelo menos quatro grandes fatos ocorreram na paleoidrologia:

1. o aparecimento e aumento da consciência ambiental;
2. a preocupação com as mudanças ambientais, principalmente em escala global;
3. o entendimento e reconhecimento do impacto antrópico;
4. o aprimoramento das técnicas próprias da paleoidrologia no tocante à cronologia fluvial, ajuste dos métodos paleidrológicos com os canais atuais, estudos paleoecológicos.

Seu maior reconhecimento e avanço deu-se devido a projetos de pesquisa integrados como o pioneiro "Paleohydrology of the temperate zones in the last 15,000 yaers" do International Geological Correlation Program – IGCP 158.

Gragory (1998) distingue cinco níveis de aplicação da paleoidrologia:

1. *Pesquisa Pura*;
2. *Pesquisa aplicável e aplicada*: Pesquisas que fornecem novos fatos ou resultados que podem ser aplicados a problemas ambientais gerais ou específicos.
3. *Pesquisa de Planejamento*: Elabora estratégias para ações a serem executadas em período de tempo específico;
4. *Pesquisa de Gerenciamento*: Aplicação de técnicas e princípios em decisões com controle crítico sobre a população, atividades e recursos;
5. *Pesquisa de sustentabilidade*: prática coerente de exploração dos recursos naturais mantendo-se em uma determinada taxa ou nível.

Um exemplo da necessidade do conhecimento paleidrológico pode ser tirado de Petts (1990) que apregoa a importância da preservação e gerenciamento do corredor fluvial como último recurso natural em regiões, como a dos estados de São Paulo e Paraná, em que a mata

nativa foi totalmente retirada. É importante, nesses casos, que modelos de planície de inundação holocênicas sejam desenvolvidos para total controle e gerenciamento do escoamento de água, processos erosivos e de agradação, como também a determinação de ocorrência de cheias esporádicas. A análise paleoidrológica pode iluminar o entendimento dos processos de evolução da planície de inundação.

Em escala global, a paleohidrologia atualmente fornece dados para análise das mudanças climáticas globais, uma vez que a variável hidrológica é altamente dependente do clima. Alguns desses programas são: GLOCPH – Global Continental Paleohydrology (ligado ao INQUA), PAGES. – Past Global Changes Project ligado ao IGBP – International Global Biosphere Program) E clivar – Climatic Variability and Predictability Project (ligado ao WCRP – World Climate Research Programme).

GÊNESE DOS SISTEMAS FLUVIAIS BRASILEIROS E SUA RELAÇÃO COM O GERENCIAMENTO DE BACIAS

Se as grandes bacias hidrográficas sul-americanas foram delimitadas ao final do Mesozóico e no Cenozóico, seus vales atuais foram definidos durante o Quaternário. Contudo, as planícies de inundação e os padrões de canal, como vemos hoje, têm uma evolução essencialmente holocênica (Tabela 1).

Tabela 1. Quadro geral de construção dos sistemas fluviais sul-americanos

Tempo geológico	Evento fluvio-genético	Evento Geológico
Holoceno Médio	Construção de planície aluvial	<i>Optimum</i> climático
Pleistoceno/Holoceno	Terraceamento	Clima úmido
Pleistoceno	Sistema fluvial entrelaçado	Glaciações pleistocênicas
Mioceno Médio	Definição das bacias do Amazonas, Madalena, rios da Patagônia e Chile Central	Levantamento dos Andes
Juro-Cretáceo	Definição das bacias do São Francisco, Uruguai, Tocantins e Paraná	Partição do Gondwana

Compilado de King, (1956), Stevaux (1994), Potter (1994).

O Pleistoceno e Holoceno configuram um intervalo onde, uma vez definidos os vales aluviais, as intensas mudanças climáticas que se sucederam impingiram características peculiares aos sistemas fluviais. Durante o Hipsetermal, após um extenso período de glaciação, houve um desajuste tal nas variáveis hidrológicas, cuja compreensão ainda nos escapa.

Variáveis como o padrão de canal têm um tempo de adaptação (“ralaxion time”) bastante pequeno e podem já estar ajustadas às novas condições holocênicas. Por outro lado, outras variáveis menos suscetíveis estão ainda longe de ajuste (Stevaux *et al.*, 1998). Por sua vez, a rapidez e intensidade na ocupação antrópica de áreas ribeirinhas contribuem por aumentar a complexidade da interrelação das variáveis hidrológicas.

Diferenciar, quantificar e conhecer o padrão de recorrência de eventos fluviais são de fundamental importância no gerenciamento de bacias fluviais, tanto em áreas rurais como urbanas. Muito embora a complexidade de inter-relacionamento das variáveis fluviais pode suscitar uma panorama desolador para o pesquisador, a paleoidrologia tem importância vital na reconstrução e evolução dos sistemas fluviais.

CONCLUSÃO

O gerenciamento e manejo de bacias hidrográficas estão fundamentalmente baseados no conhecimento dos processos hidrológicos. Tais processos, por sua vez, estão fortemente

controlados pela herança de longos períodos de clima diferente do atual que propiciam a definição da interrelação das variáveis fluviais.

As mudanças provocadas pelo câmbio climático Pleistoceno/Holoceno, associadas à rápida ocupação antrópica de áreas ribeirinhas provocaram um desajuste nos sistemas fluviais, cuja definição e quantificação requerem um período de aquisição de dados muito mais extenso que o funcionamento das estações fluviométricas.

A paleohidrologia, por meio de dados "proxy" fornece subsídios à hidrologia para a construção, teste e utilização de modelos preventivos.

BIBLIOGRAFIA

- BAKER, V.R., 1998. Paleohydrology and the hydrological Sciences. In Benito, G., Baker, V. R. and Gregory, K. J. (eds) *Paleohydrology and environmental Change*, John Wiley & Sons, 1-12.
- BRAUN, O. P.G., 1971. Contribuição à geomorfologia do Brasil central. Ver. Bras. Geografia, XXXVIII (32): 1-16.
- GREGORY, K. J., 1998. Applications of Paleohydrology. In Benito, G., Baker, V.R. and Gregory, K. J. (eds) *Paleohydrology and Environmental Change*, John Wiley & Sons, 13-26.
- KING, L. C., 1956. A geomorfologia do Brasil central. Ver. Bras. De Geografia, XVII(2): 147-263.
- LEOPOLD, L. B. & MILER, J.P., 1954. Postglacial chronology for alluvial Valleys in Wyoming, United States Geological Survey, Water Supply Papers 1261:62-85.
- LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G. and MILER, J. P., 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*, San Francisco, W. H. Freeman.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1991. *Opportunities in the Hydrologic Sciences*, National Academy Press, Washington, DC.
- PETTS, G., 1990. Forested river corridors: A lost resource. In Cosgrove, D. and Petts, G. (eds), *Water Engineering and Landscape, Water Control and Landscape, Water Control and Landscape Transformation in the Modern Period*, Belhaven Press, London, 12-34.
- POTTER, P.E., 1994. How old is a river? How old are the South America's rivers? In XXXVII Congr. Bras. Geol., 1994, Balneário Camburiu, SC, Anais., Balneário Camburiu, SC, 3:198-199.
- SCHUM, S.A., 1965. Quaternary paleohydrology. In Wright, H.E. & Frey, D.G. (eds), *The Quaternary of the United States*, Princeton University Press, Princeton, 783-794.
- STEVAUX, J. C., 1994. Paleoclima, tectonismo e paleoidrologia do alto curso do rio Paraná durante o Quaternário. IN XXXVII Congr. Bras. Geol. , 1994, Balneário Camburiu, Sc, Anais... Balneário Camburiu, SC, 1: 414-415.
- STEVAUX, J.C., SOUZA-FILHO, E.E. e JABUR, I.C., 1998. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho A.A. e Hahn N. S. (eds), *a planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, UEM-NUPÉLIA, Maringá, 47-72.