

# UMA VISÃO HOLÍSTICA SOBRE OS ECOSISTEMAS FLUVIAIS

**Aline Sueli de Lima Rodrigues**

*Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais  
Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto MG, Brasil  
Recebido 14mar09 / Aceito 22jun09 / Publicação 31jun09  
aline@degeo.ufop.br*

**Resumo.** O ecossistema fluvial é caracterizado por uma grande variabilidade e complexidade de parâmetros bióticos e abióticos, essencialmente dinâmicos, os quais possuem um papel fundamental na manutenção da qualidade de vida. Neste contexto, o presente trabalho trata de alguns aspectos relacionados com os ecossistemas fluviais, ressaltando a importância da adoção de uma visão holística como critério complementar na avaliação da “saúde” dos rios. A avaliação dos rios com um enfoque holístico, aliada aos critérios clássicos de avaliação (como os parâmetros físico-químicos – pH, temperatura, turbidez, etc. – e biológicos), fornecem informações que refletem o verdadeiro estado dos recursos fluviais.

**Palavras-chave.** Palavras-chave: ecossistemas fluviais; rios; visão holística; avaliação.

## AN HOLISTIC VIEW TO RIVER ECOSYSTEMS

**Abstract.** The river ecosystem is characterized by great variability and complexity of biotic and abiotic parameters, essentially dynamic, which have a key role in maintaining the quality of life. In this context, this paper deals with some aspects of river ecosystems, emphasizing the importance of adopting a holistic approach as a complementary criterion in assessing the river's "health". The assessment of rivers with a holistic approach, coupled to classical evaluation criteria (such as physical and chemical parameters - pH, temperature, turbidity, etc.. - and biological parameters), provide information reflecting the true state of river resources.

**Keywords.** Keywords: river ecosystems, rivers, holistic view, assessment.

## Introdução

Os ecossistemas aquáticos são integrados por componentes e processos bem mais amplos do que uma análise focada apenas no componente água permite contemplar. A compreensão de todos esses componentes e processos, bem como da qualidade global do sistema, só é possível a partir de uma análise que integre todos os fatores inter-atuantes envolvidos, ou seja, uma análise de caráter holístico. Esta análise deve englobar, além das características intrínsecas à determinação da qualidade da água, também aquelas que determinam a qualidade do meio, bem como a relação entre estas características.

Ao longo dos séculos a ação humana tem provocado uma série de perturbações nos recursos aquáticos e o uso das águas foi realizado durante muito tempo sem levar em consideração princípios de conservação (Barrella e col., 2001). A partir do século XVII e durante o século XVIII observou-se o desenvolvimento da hidrologia<sup>1</sup> e da engenharia hidráulica<sup>2</sup>, tendo como consequência direta o aumento dos impactos deletérios sobre os cursos d'água. No

final do século XVIII a forte intervenção da engenharia fluvial na paisagem foi observada em grandes proporções e, em meados do século XIX a maioria dos rios europeus, por exemplo, já tinha sido canalizada ou retificada (Silva e col., 2007). Nesta mesma época iniciaram-se os estudos sobre águas interiores, contudo, estes estudos se concentravam apenas nos lagos.

Em meados do século XX, os estudos passaram a ter como foco os rios, porém com uma abordagem basicamente hidrológica com fins econômicos, destacando a construção de barragens para a obtenção de energia elétrica, construção de eclusas e retificação de cursos para a navegação e estudos sobre saneamento em regiões criticamente poluídas. Já os estudos de abordagem ecológica surgiram logo após este período, entretanto ainda são poucas as pesquisas que adotam uma abordagem mais abrangente na avaliação das bacias hidrográficas (Schwarzbold, 2000). Esta abordagem mais abrangente é justamente entendida como uma visão holística sobre o ambiente, a qual busca entender o meio através da interação de todos os seus componentes, em detrimento de uma avaliação focada somente em aspectos isolados.

De acordo com Zalewski e Robarts (2003), uma avaliação dotada de um caráter isolado não contempla de maneira global a real situação do meio. É necessário que abordagens multidisciplinares/holísticas, como as que englobam aspectos geomórficos, sedimentológicos, ecológicos, físicos e químicos e biológicos das águas, sejam adotadas a fim de

<sup>1</sup> Hidrologia é, em um sentido amplo, a ciência que se relaciona com a água. O termo é comumente usado para denotar o estudo do ciclo da água ou ciclo hidrológico na Terra, enquanto que outros termos como hidrografia e hidrometria são usados para denotar o estudo da água na superfície ou sua medição (Ward, 1967)

<sup>2</sup> A engenharia hidráulica é o ramo da engenharia civil que trata da exploração e do uso da água, dos projetos e das obras hidráulicas fluviais ou marítimas e dos projetos e das obras de engenharia sanitária.

que cada um destes se retroalimente disponibilizando diagnósticos mais completos sobre a qualidade dos recursos hídricos (Rodrigues, 2008). Neste contexto, insere-se o conceito de ecomorfologia fluvial, que considera os processos geomorfológicos e sedimentológicos como condicionantes básicos da estrutura e funcionamento dos ambientes fluviais que em interação com a abordagem físico-química e biológica contribuem para avaliar a integridade ambiental dos sistemas fluviais (Landesumweltamt, 1998).

Existe um importante conjunto de variáveis que deve ser considerado no estudo da “saúde” do rio ou da integridade dos ecossistemas fluviais (Figura 1). Estas variáveis englobam as condições do corpo d’água e do seu entorno, possibilitando que a avaliação do mesmo forneça informações mais holísticas que reflitam o verdadeiro estado global do meio. É importante que as avaliações que visam detectar possíveis impactos se utilizem de critérios sistêmicos, englobando também as condições físicas e morfológicas dos rios, uma vez que, alterações nestes quesitos além de afetarem o regime de vazão dos rios, reduzem o corredor fluvial e degradam a zona ripária com conseqüentes perdas na biodiversidade e na integridade ecológica desses ambientes. Isso implica que os estudos de avaliação dos recursos fluviais devem se alicerçar na compreensão da complexidade física dos sistemas para então agregar o conjunto de respostas mais complexas do sistema biológico e de suas relações com os fatores físico-químicos.

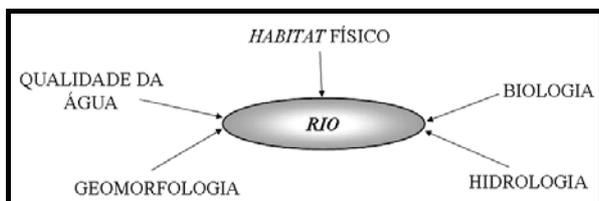


Figura 1. Variáveis atuantes no funcionamento de um rio.

Além da importância da adoção de critérios abrangentes (holísticos) na avaliação dos recursos fluviais, outra questão que deve ser considerada é a escala espaço-temporal na qual tais critérios são avaliados. De acordo com Silveira (2004), a grande heterogeneidade ambiental encontrada nos sistemas lóticos é proporcionada pela variabilidade temporal das condições físicas do rio, as quais influenciam o estabelecimento e perda das comunidades, assim como a recolonização das mesmas em qualquer época do ano. Frissell e col. (1986) propuseram o conceito de organização hierárquica dos sistemas fluviais, criada para estabelecer as relações entre o fluxo d’água e a bacia hidrográfica em uma escala espaço-temporal. De acordo com o autor, cinco níveis

hierárquicos podem ser estabelecidos: sistema curso d’água, sistema segmento, sistema trecho, sistema poços/corredeiras e sistema microhabitats (Figura 2).

Cada sistema possui características particulares na escala espaço-temporal, sendo que os sistemas de escala menor se desenvolvem condicionados pelos processos que ocorrem nos sistemas de escala maior, dos quais fazem parte (Frissell e col., 1986). As escalas espaço-temporais associadas a cada sistema subsequente traduzem um conjunto de fatores físicos definidos que podem ser usados para identificar os limites hierárquicos de cada sistema dentro de uma bacia de drenagem (Parsons e col., 2002), conforme apresentado na Figura 2.

Desta forma, os diferentes sistemas componentes da bacia hidrográfica apresentam tanto graus de sensibilidade a distúrbios quanto tempos de restabelecimento de suas condições naturais distintos. É possível observar, por exemplo, que os sistemas definidos por uma escala espaço-temporal menor, como o microhabitat, apresentam sensibilidade alta e um tempo de restabelecimento curto em relação à bacia de drenagem. Neste caso, estes sistemas são condicionados por fatores como o tipo de substrato, velocidade e profundidade do curso d’água, reforçando a importância de avaliações que não incluam apenas a qualidade físico-química da água dentre os fatores a serem analisados.

A preocupação em caracterizar os atributos físicos dos rios emergiu em meados da década de 1980, em programas de monitoramento dos recursos hídricos, a exemplo do Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP) da Agência Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency – EPA) e o National Water-Quality Assessment Program (NAWQA) do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Estes programas incorporaram a medição de várias características da corrente, do canal e da morfologia das margens com a finalidade de caracterizar a estrutura física dos segmentos de rio e de sua planície de inundação. As agências ambientais dos Estados Unidos, Grã-Bretanha, Alemanha e Austrália adotam, por exemplo, uma avaliação visual mais rápida e qualitativa para caracterizar a qualidade física global dos ecossistemas fluviais, através da utilização de protocolos que incorporam a avaliação de parâmetros geomórficos, sedimentológicos, ecológicos, físico-químicos e biológicos dos cursos d’água. Conforme podem ser observados com mais detalhe nos trabalhos de Callisto e col. (2002), Upgren (2004), Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) e Rodrigues e Castro (2008) (todos desenvolvidos no Brasil), os protocolos de avaliação rápida são instrumentos que visam avaliar a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, visto que podem ser

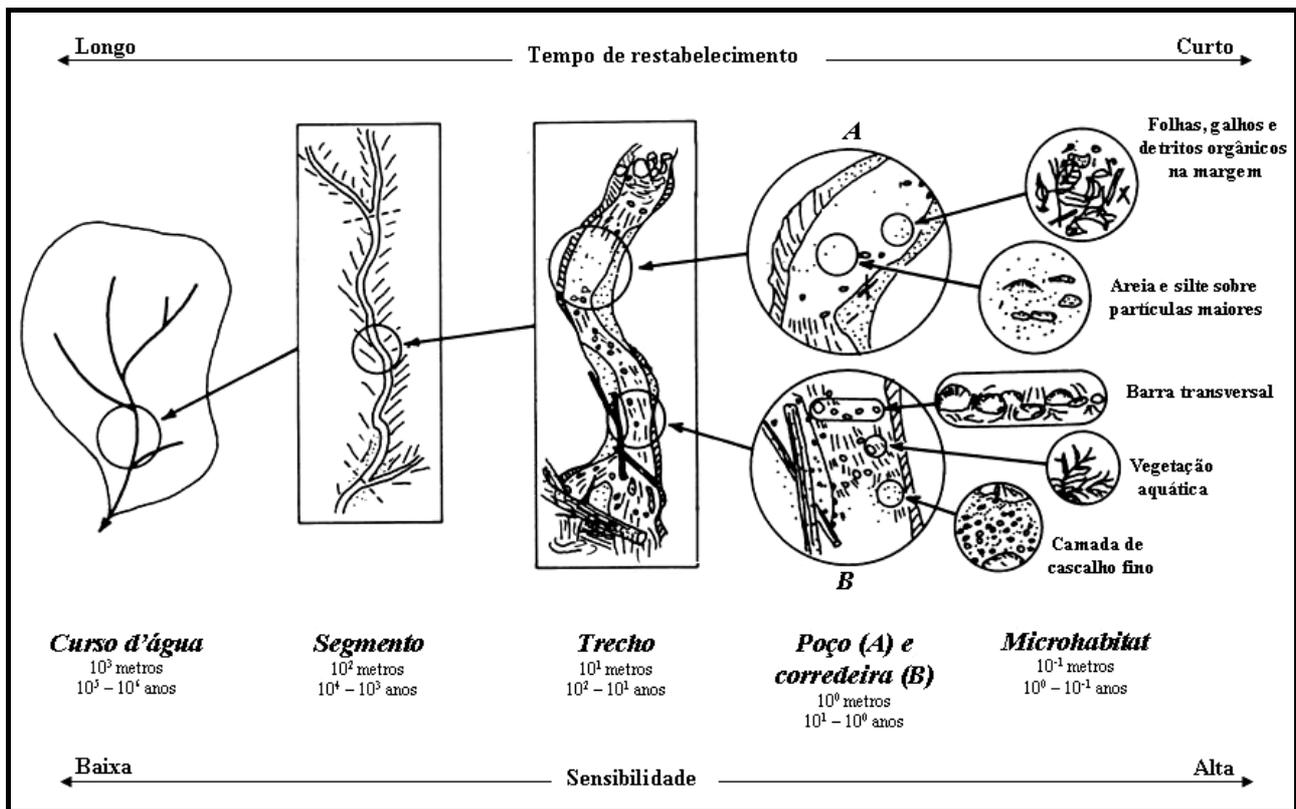


Figura 2. Organização hierárquica dos sistemas fluviais, extraída de Frissell e col. (2002).

utilizados em programas de manejo e conservação destes ambientes, baseando-se em parâmetros de fácil entendimento e utilização simplificada. Os resultados obtidos através da aplicação dos protocolos, por exemplo, aliados aos resultados das tradicionais análises de qualidade da água dão à avaliação um caráter holístico. No Brasil, os monitoramentos realizados pelas agências ambientais responsáveis ainda não possuem este caráter, estando os programas de monitoramento ambiental fortemente focados no aspecto água.

É necessário, portanto, assumir que a manutenção da qualidade ambiental dos rios está diretamente relacionada ao conhecimento das variáveis que interferem em sua dinâmica, sejam elas resultantes das ações do homem sobre o ambiente ou de suas transformações naturais. O grande desafio é criar indicadores que caracterizem efetivamente o estado dos ecossistemas fluviais, que sejam sensíveis o suficiente para captar aspectos da condição ambiental e fornecer informações científicas úteis à gestão e conservação destes recursos, de forma cada vez mais realista.

Por fim, conforme destacado por Rodrigues e Castro (2008), ainda que no Brasil, alguns trabalhos foram desenvolvidos, adotando uma visão holística sobre os ecossistemas fluviais, é necessário muito esforço para a disseminação desta idéia entre os órgãos ambientais e as instituições de pesquisa que desenvolvem e utilizam métodos de monitoramento destes

recursos. A adoção de métodos de avaliação que englobam aspectos de integridade ambiental dos recursos hídricos e o conhecimento das variáveis físicas dos sistemas aquáticos, por exemplo, são de grande importância para a obtenção de um diagnóstico holístico sobre os ecossistemas fluviais, a qual não deve ser desconsiderada.

### Bibliografia

- Barrella, W., Junior, M. P. L., Smith, W. S. e Montag, L. F. (2001). Matas Ciliares. Conservação e Recuperação. São Paulo: Edusp. Fapesp.
- Callisto M., Ferreira W., Moreno P., Goulart M. D. C, Petrucio M. (2002). Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). Acta Limnologica Brasiliensia, 14(1), 91-98.
- Frissell, C.A., Liss, W.J., Warren, C.E. e Hurley, M.D. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. Environmental Management, 10, 199-214.
- Landesumweltamt (LUA). (1998). Merkblätter nr.14. Germany: Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen Kartieranleitung (GNWK).
- Minatti-Ferreira D. D. e Beaumord A. C. (2006). Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. Revista Saúde & Ambiente, 7(1), 39-47
- Parsons, M., Thoms, M. e Norris, R. (2002). Australian River Assessment System: AusRivAS Physical Assessment Protocol. Canberra: Commonwealth of Australia and University of Canberra.
- Rodrigues, A. S. L. (2008). Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres. 2008. 146 f. Universidade Federal de Ouro Preto, Dissertação de Mestrado.

- Rodrigues, A. S. L. e Castro, P. T. A. (2008). Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 13(1), 161-170.
- Schwarzbold, A. (2000). O que é um rio? *Ciência & Ambiente*, 21, 57-68.
- Silva, M. e col. (2007). Futuro Sustentável. Diagnóstico de Ambiente do Grande Porto. Disponível em: <http://www.futurosustentavel.org>. Acessado em 10 de abril de 2007
- Silveira, M. P. (2004). Aplicação do biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- Upgren, A. (2004). The Development of an Integrated Ecological Assessment of the Headwaters of the Araguaia River, Goiás, Brazil. University of Duke, Dissertação de Mestrado.
- Ward, R.C. (1967). Principles of Hydrology. New York: Graw-Hill Publishing.
- Zalewski, M. e Robarts, R. (2003). Ecohydrology – A New Paradigm for Integrated Water Resource Management. *Sil News*, 40, 1-5.