

COMUNICAÇÃO DOS SÓCIOS III

Avaliação de impactos de represamentos sobre a ictiofauna: o reconhecimento do possível

Angelo Antonio Agostinho
agostinhoaa@nupelia.uem.br

Luiz Carlos Gomes
lgomes@Magnolia.CFR.MsState.Edu

A situação atual

A qualidade e o detalhamento dos dados requeridos para o correto dimensionamento dos impactos negativos promovidos pelos represamentos sobre a fauna aquática, bem como para uma adequada racionalização das ações atenuadoras, são ainda desafios com que deparam tanto o setor elétrico como os órgãos de controle ambiental. As razões básicas desse quadro são (i) a precariedade dos dados disponíveis sobre nossa fauna e (ii) a inadequação dos recursos metodológicos, instrumentais, científicos e de modelagem para obtê-los.

Numa situação ideal, o diagnóstico ou prognóstico dos impactos pressupõe a existência de informações sobre distribuição, abundância, ciclo de vida (incluindo alimentação, reprodução e crescimento), requerimentos de espaço vital (*home range*), movimentos migratórios, relações interespecíficas (teia alimentar), limiares de tolerância a fatores ambientais e localização e delimitação de áreas críticas. A qualidade dessas informações depende do conhecimento de sua variabilidade espacial e temporal em diferentes escalas, visto que os sistemas biológicos apresentam flutuações naturais amplas. Isso contrasta com o grau de conhecimento disponível sobre a fauna de peixes brasileira.

Nenhum rio brasileiro tem sua fauna completamente identificada, e mesmo alguns com extensão superior a 1.000 quilômetros jamais foram amostrados com esse objetivo. Os primeiros inventários no alto rio Paraná (quarta maior bacia hidrográfica do mundo) iniciaram-se há menos de 20 anos, embora a maioria dos 130 reservatórios com barragens de altura superior a 10m hoje existentes na bacia já houvesse sido fechada. Além disso, estão localizados nessa bacia os maiores e mais antigos centros de investigação ecológica.

Assim, o significado do desaparecimento local de uma dada espécie de peixe na sua extinção global não pode ser entendido adequadamente, visto que desconhecemos sua ocorrência e abundância em outros pontos da bacia, ou em outras bacias. Mesmo aqueles grupos que tenham sido objeto de estudos intensivos devem ser tratados com cuidado devido às conhecidas restrições amostrais da fauna neotropical (Vari, 1988).

É óbvio, portanto, que o nível das informações disponíveis está distante do ideal. A obtenção dessas informações demandaria décadas de trabalho, com equipes altamente qualificadas e um investimento muito maior que aquele que vem sendo aplicado.

Em relação aos procedimentos metodológicos e recursos instrumentais para a obtenção de dados, ou à base científica e modelos disponíveis, a maior dificuldade está no fato de que eles não são utilizáveis, ou o são apenas parcialmente, para estudos de avaliação de impactos ambientais. Foram desenvolvidos para outras finalidades e têm sua aplicação limitada em estudos tão abrangentes.

Uma simples listagem de espécies, que, como visto, tem aplicação limitada no dimensionamento do impacto, requer uso de técnicas e instrumentos (redes, arrastes, anzóis, covo, tarrafas, peneiras, pesca elétrica, etc.) com seletividade elevada e variada. Métodos menos seletivos têm seu uso limitado por restrições na fisiografia local ou podem acarretar modificações adicionais na fauna (bombas, ictiocidas). Os inventários intensivos têm nesses fatores o maior obstáculo para que sejam aceitáveis. Além disso, quando realizados em regiões de acesso difícil, raramente contemplam todos os habitats e se expeditos deixam de considerar a variação sazonal na capturabilidade apresentada por algumas espécies. As melhores

listagens de espécies são produzidas por trabalhos continuados durante anos e com a utilização de diferentes estratégias de pesca.

As diferenças na seletividade dos instrumentos de pesca e na forma como são empregados (coleta passiva, ativa, com isca) impedem o uso de uma unidade de esforço comum (m^2 rede/dia, no. de anzóis, número de lances, área de arraste, etc.) e, portanto, restringem a obtenção de informações de abundância fidedignas e comparáveis da ictiofauna como um todo (captura por unidade de esforço para o conjunto das amostras).

A avaliação dos estoques existentes antes e após a implantação do empreendimento, que seria uma informação útil para aferir o prejuízo ambiental decorrente do represamento, não é factível. Os modelos disponíveis têm como pré-requisitos a sobrepesca deliberada dos estoques (Rigler, 1982a considera, de maneira correta, como eventos não passíveis de predição aqueles para cuja identificação necessitamos promover um distúrbio no sistema), séries históricas de pesca, marcações-recaptura massivas e/ou parâmetros de crescimento/mortalidade.

Cabe ressaltar aqui que a negligência com os aspectos limnológicos dos ambientes represados (em muitos casos somente a ictiofauna é analisada) dificultam ainda mais a avaliação dos prejuízos ambientais. Apesar de ictiólogos e limnólogos lutarem pela mesma causa, o fato de não acreditarmos nos mesmos paradigmas teóricos (Rigler, 1982b), dificulta a nossa comunicação. Temos que nos comunicar de uma maneira mais efetiva, para benefício do recurso.

A propósito da abundância das espécies, Rigler (1982a) destaca que ela é imprevisível a longo prazo em sistemas sujeitos a mudanças antropogênicas ou mesmo de outra natureza. A teoria corrente de ecossistema considera esses sistemas como altamente interativos, sendo perfeitamente possível que mudanças, mesmo as naturais, possam levar espécies raras a se tornarem abundantes e vice-versa.

Ações no ambiente

Para que ações mitigadoras ou compensatórias sejam possíveis e efetivas seria necessário o seu dimensionamento adequado e *a priori*, requerimento que, como salientado anteriormente, não é realizável, tanto pelo caráter imprevisível da resposta dada pela comunidade biótica como pela complexidade dos distúrbios decorrentes de represamentos. É sabido, por exemplo, que os represamentos alteram a estrutura das comunidades de peixes, com prejuízos aos grandes migradores. A intensidade do impacto negativo sobre essas espécies depende, no entanto, da posição do eixo da barragem em relação às áreas de vida que variam entre as espécies, da extensão das áreas de várzeas subtraídas do sistema, da existência de rios alternativos com condições adequadas de migração e desova, da qualidade da água e procedimentos operacionais na barragem relacionados à vazão de jusante, do nível de pesca e outras atividades antropogênicas na região, etc.

As medidas mitigadoras, por outro lado, não podem ser tomadas no contexto geral do impacto, sob pena de fracassarem ou apresentarem resultados insatisfatórios ou mesmo resultarem em novos impactos não previstos. Toda ação sobre o ambiente, inclusive sua ausência, tem impacto sobre o funcionamento de sistemas regulados que necessariamente devem ser considerados. Os resultados obtidos pela obrigatoriedade legal de se tomar medidas mitigadoras de caráter geral, como a construção de escadas de peixes, peixamentos ou estações de piscicultura, vigentes no Brasil durante muito tempo, se con-



figuram agora como punições ao empreendedor, sem resultados satisfatórios para a conservação. Essas medidas parece que foram baseadas em um paradigma ultrapassado e não são funcionais, pelo menos para a bacia do rio Paraná (para mais detalhes, ver Miranda, 1996).

Para a eficiência das medidas que visam atenuar os impactos, requerem-se definição clara e precisa do problema, um banco de informações com abrangência e profundidade suficiente para avaliar as implicações que essas ações terão sobre os demais componentes do sistema, a identificação de outros usos do ambiente e suas implicações na consecução dos objetivos, a existência de mecanismos para avaliar o grau de efetividade da medida tomada e dos fatores intervenientes. Questões como: qual é exatamente o objetivo da ação mitigadora a ser tomada? como pode ser alcançado o objetivo? como serão analisadas as informações? quando é esperado que os objetivos sejam alcançados? são básicas nesse mister.

Parece óbvio que estudos mais prolongados e intensivos possam resultar em mais informações. Nada assegura, entretanto, que o volume de informações melhore de modo substancial o valor intrínseco dessas informações para as finalidades de avaliação de impacto e manejo. O esforço e os custos elevam-se potencialmente com a quantidade e qualidade da informação. Entretanto, o seu valor intrínseco tende a um valor assintótico (Biswas, 1988). Teoricamente, a decisão racional estará no ponto em que a diferença entre o valor intrínseco da informação e o esforço aplicado é máximo e positivo.

Além disso, deve-se considerar o problema prático para se conhecer de forma integral os aspectos comportamentais e interações bióticas. Rigler (1982a) faz algumas considerações oportunas em relação às interações. O número de interações potenciais em um sistema composto por 200 espécies é de 19.900 [(200 x 199)/2]. Visto que a interação deveria ser demonstrada como insignificante ou quantificada e avaliada sazonalmente, cada uma envolveria o esforço de um homem/ano. Isso resultaria que para um pesquisador conhecer apenas as interações entre as espécies seriam necessários 19.900 anos.

Perspectivas futuras

A complexidade dos sistemas ecológicos brasileiros, e a carência de informações de longo prazo e às dificuldades metodológicas, por restringirem a nossa capacidade de predição, fazem com que os estudos prévios tenham marcantes limitações em relação à sua aplicação no dimensionamento dos impactos e das medidas preventivas, mitigadoras ou compensatórias (para mais detalhes ver Lehman, 1986). Isso não significa que esses estudos sejam prescindíveis. Ao contrá-

rio: devem ser aprimorados, dada a carência de informações já mencionada. Significa, entretanto, que os esforços devam ser concentrados na obtenção de informações biológicas e auto-ecológicas com maior valor como subsídio às ações de manejo destinadas a atenuar os impactos sobre as espécies nativas. Nesse contexto, destacam-se aquelas relacionadas à identificação dos fatores críticos para o recrutamento de novos indivíduos aos estoques (proteção, ampliação e/ou melhoria dos locais de desova, criadouros naturais, procedimentos operacionais na barragem, etc.). Além disso, inferências sobre a dieta das espécies tem ampla aplicação no entendimento das relações tróficas, podendo fornecer evidências acerca do processo de colonização do novo ambiente. Simples listagem das espécies inventariadas na área do empreendimento, embora com algum valor acadêmico, tem baixa relevância tanto na avaliação do impacto como para subsidiar as medidas atenuadoras, embora possa ter algum significado se baseada em levantamentos realizados em todos os tipos de biótopos ao longo da bacia hidrográfica.

É urgente a ampla discussão da abordagem atualmente utilizada nos estudos de impactos dos grandes empreendimentos hidrelétricos sobre a fauna de peixes. Há que se encontrar algo melhor que inventários feitos em escritórios ou exaustivos estudos de campo com pouca utilidade no entendimento dos sistemas e no seu manejo conservacionista.

Bibliografia

- Biwas, A.K. 1988. *Sustainable water development for developing countries*. Expert Group on River/Lake Basin Approach to Environmentally Sound Management of Water Resources, Otsu and Nagoya, Japan, 8-19 Feb 1988. UNCRD/ILEC/UNEP, 29p.
- Lehman, J. T. 1986. The goal of understanding in limnology. *Limnol. Oceanogr.*, 31(5): 1160-1166.
- Miranda, L. E. 1996. *Development of reservoir fisheries management paradigms in the twentieth century*. Pages 3-11 in L. E. Miranda and D. R. DeVries, editors. *Multidimensional approaches to reservoir fisheries management*. American Fisheries Society Symposium 16.
- Rigler, F.H. 1982a. Recognition of the possible: an advantage of empiricism in ecology. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 1323-1331.
- Rigler, F. H. 1982b. The relation between fisheries management and limnology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111: 121-132.
- Vari, R.P. 1988. *The curimatidae, a lowland neotropical fish family (Pisces: Characiformes); Distribution, endemism, and phylogenetic biogeography*. In: Vanzolini, P.E. & W.R. Heyer (eds) *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. p. 343-377.

COMUNICAÇÃO DOS SÓCIOS IV

O terror das estatísticas II: análises!

Carolina V. Minte-Vera
cminte@nupelia.uem.br

No número anterior deste boletim (Boletim da SBI no. 51, p. 14-15) iniciei uma conversa sobre delineamento de experimentos e coleta de dados. Abordei alguns aspectos sobre a formulação de hipóteses e sobre a filosofia da pesquisa científica. Agora, gostaria de continuar a conversa falando de uma das etapas mais "terríveis" do trabalho, que chega após a coleta dos dados, a análise. Se houve um planejamento prévio e um estudo piloto, essa etapa vai ser cumprida com facilidade. Pelo menos é possível pedir ajuda a um bioestatístico e ele não lhe dirá a temível frase: "Com esses dados não é possível fazer nada".

A literatura estatística é bastante vasta; o pesquisador pode se sentir perdido no meio de tantas análises e pode não saber qual direção tomar. O primeiro passo é realizar uma análise exploratória dos dados. Isto é, colocar os dados em gráficos de maneira a observar tendências de sua amostra e efeitos dos tratamentos, bem como cal-

cular as estatísticas básicas.

As estatísticas básicas ou estatísticas descritivas englobam as medidas de tendência central e de variabilidade. Dentro das medidas de tendência central estão a média, a moda e a mediana. A média representa o "ponto de equilíbrio" ou "centro de gravidade" da distribuição dos dados. Se a distribuição for normal, ou seja, se tiver a famosa forma de sino, a média representa bem os dados. Porém, se existir assimetria, a mediana ou a moda são mais indicadas.

As medidas de tendência central devem vir sempre acompanhadas de medidas de variabilidade. As medidas de variabilidade dão a idéia de quão espalhados se encontram os pontos em torno do "centro de gravidade". Duas amostras podem apresentar a mesma média, porém uma pode ter os pontos concentrados próximos da média e a outra pode ter os pontos espalhados, distantes da média, representando fenômenos diferentes. São medidas de variabilidade a variância,