

Parâmetros biológicos e de habitats físicos para avaliação de bacias no Sudeste do Brasil

Diego Rodrigues Macedo^{1,2}, Raphael Ligeiro¹, Wander Ribeiro Ferreira¹, Nara Tadini Junqueira³, Bárbara de Oliveira Sanches⁴, Déborah Regina de Oliveira Silva¹, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves⁵, Robert Mason Hughes^{1,3,6}, Philip Robert Kaufmann⁷, Paulo dos Santos Pompeu³, Gilmar Bastos Santos⁴ & Marcos Callisto¹

Estudos recentes sobre a qualidade ambiental de lagos e rios vêm atribuindo maior importância às relações que os fatores ambientais (por exemplo, tipo de vegetação, regime de chuvas, uso do solo, relevo, geologia, poluição das águas) exercem sobre as comunidades biológicas. Uma ferramenta moderna para diagnosticar a degradação ambiental com base nas comunidades biológicas de peixes e macroinvertebrados bentônicos (pequenos invertebrados que vivem no fundo de ambientes aquáticos) é o índice de integridade biótica (IBI – *Index of Biotic Integrity*).

Essa abordagem, amplamente utilizada em escala continental nos Estados Unidos e na União Europeia, atribui uma "nota" relativa ao grau de conservação do curso d'água. Assim, o IBI é uma ferramenta de avaliação que considera um gradiente de condições ambientais e ecossistemas em diferentes estados de conservação: do muito ruim até o mais preservado possível, podendo ser empregado tanto em uma única bacia hidrográfica, como em um bioma inteiro. Entretanto, antes de adaptar e aplicar o IBI em diferentes biomas no Brasil, é necessário avaliar a fauna e as condições ambientais em larga escala em um bioma específico.

A maior parte dos estudos relacionados à ecologia da paisagem e IBI tem sido realizada em rios e riachos. Porém, no Brasil, os reservatórios são muito importantes, pelo fato de ser a principal fonte de geração de energia elétrica. Assim, a abordagem do IBI deve considerar o reservatório e seus

afluentes, em uma abordagem integrada, para melhorar a gestão ambiental de recursos naturais. Mesmo aparentemente homogêneos, é fácil notar que os reservatórios possuem trechos mais parecidos com grandes rios (zona fluvial) e outros com lagos (zona lacustre), e essa diferença no fluxo de suas águas é refletida em sua fauna aquática.

Nesse contexto, é necessário o desenvolvimento de pesquisas que avaliem as inter-relações entre o tipo de ocupação e uso do solo por atividades humanas, a diversidade de habitats nos rios e reservatórios – denominados *Habitats Físicos* - e índices de qualidade das comunidades biológicas na perspectiva de bioindicadores de qualidade ambiental. A utilização de metodologias padronizadas e empregadas internacionalmente, adaptadas à realidade de bacias hidrográficas no Cerrado brasileiro, permite avaliar a degradação ambiental e subsidiar a implementação de medidas de manejo de bacias e conservação da biodiversidade aquática.

Nesse contexto, foi firmada uma parceria de pesquisa entre Instituições (UFMG, UFLA, PUC-Minas, OSU, US-EPA), com financiamento da Companhia Energética de Minas Gerais: *Cemig/Programa Peixe Vivo*. O objetivo é adaptar procedimentos metodológicos, a fim de desenvolver Índices de Integridade Biótica (IBI) como ferramenta para avaliar a qualidade ambiental nas bacias hidrográficas de quatro reservatórios: Nova Ponte (MG), Três Marias (MG), Volta Grande (MG/SP) e São Simão (MG/GO) (Figura 1).

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, ICB, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Ecologia de Bentos (UFMG); ² Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); ³ Universidade Federal de Lavras, Laboratório de Ecologia de Peixes (UFLA); ⁴ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Zoologia de Vertebrados (PUC-Minas); ⁵ Universidade Federal de Minas Gerais, Nuvelhas/Projeto Manuelzão (UFMG); ⁶ Oregon State University, Department of Fisheries & Wildlife (OSU); ⁷ United States Environmental Protection Agency, Western Ecology Division (US-EPA)

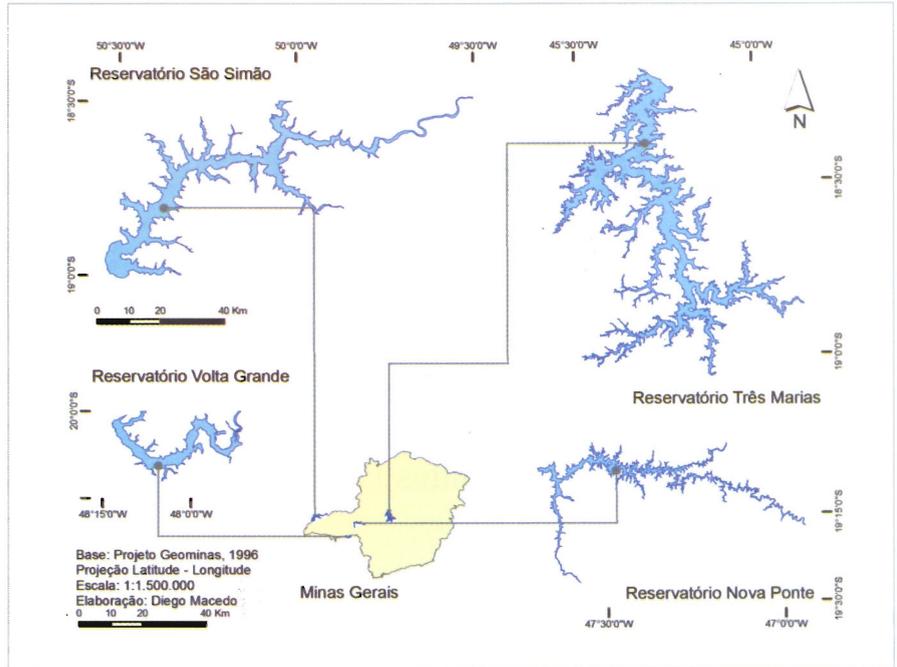


Figura 1: Reservatórios estudados para desenvolvimento de IBI no Cerrado mineiro

As bacias hidrográficas em estudo localizam-se no bioma Cerrado, importante mundialmente por sua grande biodiversidade, rico em espécies raras e ameaçadas de extinção, devido à exploração dos recursos naturais. Cabe salientar que no Cerrado estão localizadas as nascentes das bacias dos rios Paraná e São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens são realizadas nos reservatórios e em trechos de riachos e ribeirões rasos, na bacia de drenagem de cada usina hidrelétrica. Tanto de peixes quanto de macroinvertebrados bentônicos, as amostragens são realizadas nos mesmos locais: nos reservatórios, em 40 pontos distribuídos pelas suas margens; em 40 riachos selecionados aleatoriamente, onde cada um é dividido em 11 trechos equivalente à sua largura multiplicada por 40 (respeitando o mínimo de 150 metros de extensão de rio).

DEFINIÇÃO DA REDE DE COLETA

A rede amostral estabelecida nas margens de cada reservatório é definida a partir de um ponto sorteado aleatoriamente. A partir daí, o perímetro total do reservatório é subdividido em 40 trechos equivalentes e, no início de cada um deles, é estabelecido um ponto de coleta. Esse método permite a seleção de locais variados: zonas lacustre e fluvial, desembocadura de afluentes, áreas de praias e em margens inclinadas, além de trechos cobertos com vegetação ripária ou áreas urbanizadas, etc. (Figura 2).

Na rede amostral definida em riachos, é levada em consideração a extensão de cada um deles, respeitando a distância mínima de 1 km entre os pontos de coleta. Caso não seja acessível, o ponto é descartado e um novo é selecionado entre aqueles sorteados aleatoriamente. Dessa maneira, é possível amostrar pontos em áreas diversas, além de selecionar locais bem preservados, alterados e muito impactados por atividades humanas, refletindo um gradiente de condições ambientais (Figura 3).

AValiação DO USO DO SOLO NAS ÁREAS DE ENTORNO

A vegetação no Sudeste brasileiro encontra-se em variados graus de degradação e, na melhor das situações, de regeneração. Em outras palavras, não são encontradas áreas representativas de vegetação primária nativa. Por isso, os tipos vegetais mapeados foram: Floresta Semidecidual, Cerrado, Campos e Áreas Úmidas. Também foram mapeadas as áreas agrícolas, urbanas e pastagens.

METODOLOGIAS DE AMOSTRAGEM EM CAMPO

Em cada ponto de coleta no reservatório e nos riachos é diagnosticada a qualidade de água, por meio de medidas de parâmetros abióticos (por exemplo, oxigênio dissolvido, nitrogênio, fósforo, temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez e clorofila-a); são avaliados os diversos parâmetros de *Habitats Físicos* – tipo de fluxo d'água (mais rápida ou mais parada); tipo de fundo do rio (areia, lama, cascalho, etc.), dimen-

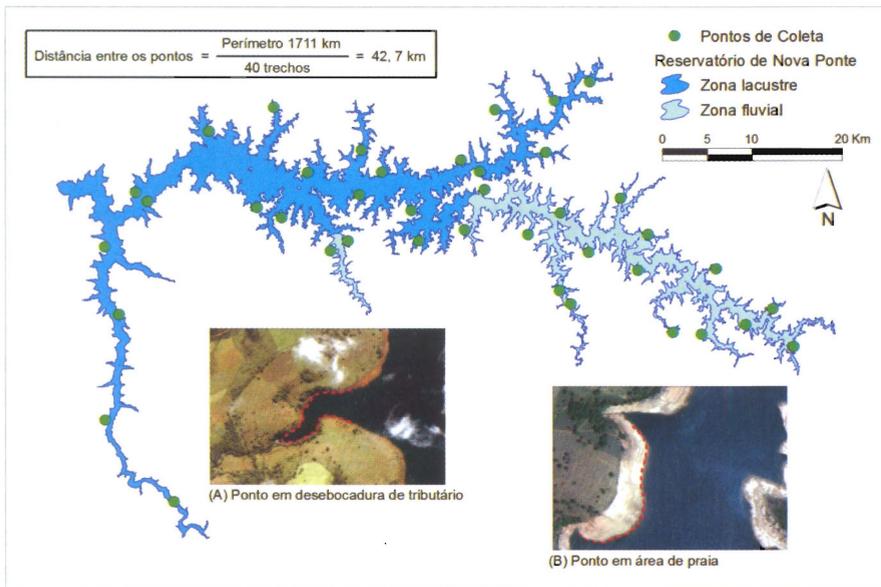


Figura 2: Pontos amostrais no reservatório de Nova Ponte, bacia do rio Araguari (MG), fotos aéreas

sões do rio (largura, profundidade, etc.); vegetação ripária (se tem árvores, arbustos ou apenas capim nas margens) e impacto humano (agricultura, pastagem, cidades, estradas, etc.) (Figuras 4 e 5), por meio de um protocolo utilizado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA), e são coletados peixes e macroinvertebrados.

As amostragens de peixes nos reservatórios são realizadas com redes de emalhar fixadas por 15 horas e redes de arrasto nas margens, o que permite uma boa representação dos diversos habitats aquáticos. Nos riachos, os peixes são coletados ao longo do trecho amostrado com peneiras confeccionadas com tela de *nylon*, tipo mosquiteira. Estabeleceu-se, para cada riacho, a utilização de uma peneira, durante duas horas de coleta (uma peneira em 12 minutos de coleta por seção).

Os macroinvertebrados bentônicos são coletados nos reservatórios utilizando-se duas metodologias: uma draga (área 15 x 15 cm), lançada a 5-10 metros da margem, e *kick-net* – uma peneira com cabo que é arrastada no fundo a uma profundidade de 50 centímetros nas margens. Nos riachos também é utilizado um *kick-net* ao longo do trecho amostrado.

RESULTADOS PRELIMINARES

Os resultados encontrados na bacia do reservatório de Nova Ponte indicam que o tipo de uso do solo influencia a diversidade de habitats físicos, principalmente na porcentagem de sedimentos finos. A agricultura e as cidades foram relacionadas

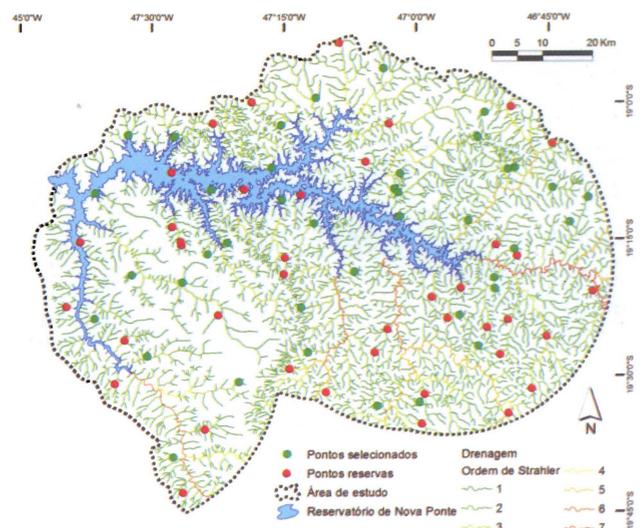


Figura 3: Rede de pontos amostrais nos riachos a montante do reservatório de Nova Ponte, bacia do rio Araguari (MG)

com a perda de riqueza – número de espécies ou grupos diferentes – de peixes e macroinvertebrados bentônicos. Nos trechos do reservatório mais bem preservados, principalmente os próximos à reserva ambiental de Galheiros/Cemig, foi encontrada a maior riqueza de macroinvertebrados bentônicos.

Nos riachos na bacia do reservatório de Nova Ponte, a diversidade de habitats físicos influencia a riqueza de macroinvertebrados bentônicos. Riachos preservados com o tipo de fundo natural e mais largos apresentam maior número de espécies sensíveis à poluição na água. Os resultados também mostram a importância do acúmulo de folhas

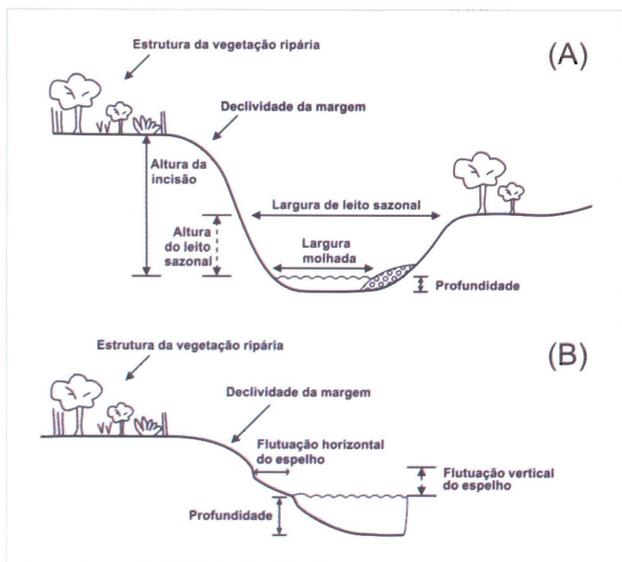


Figura 4: Exemplo de parâmetros avaliados em riachos (A) e em reservatórios (B) segundo o protocolo do US-EPA.



Figura 5: Avaliação da diversidade do substrato segundo o protocolo US-EPA.

nos rios, onde é encontrada maior riqueza de espécies sensíveis, principalmente nos mais degradados por atividades humanas.

As estimativas de eficiência do esforço de coleta, ou seja, se o número de pontos amostrados realmente representa a riqueza de macroinvertebrados em toda a bacia hidrográfica, mostraram que nos 40 riachos foram coletados 92% de grupos de organismos bentônicos do total estimado. Entretanto, utilizando-se os mesmos métodos de análise, apenas 72% da riqueza foi encontrada, em 40 pontos

do reservatório de Nova Ponte.

O estudo da distribuição regional dos peixes no reservatório de Nova Ponte revelou que a zona fluvial (mais longe da barragem e mais próxima ao rio principal) é onde se concentra a maior riqueza de espécies, além da maior quantidade de indivíduos coletados. Isto mostra que os locais mais próximos aos tributários e longe da barragem são mais adequados para essa comunidade. Nos riachos, a presença de plantas aquáticas e a inclinação das margens influenciam positivamente a riqueza de peixes. Por fim, o esforço de coleta nos riachos representa apenas 74 % do número total esperado de espécies, ao passo que no reservatório de Nova Ponte 100% do número de espécies esperado nas amostragens com redes de emalhar foi atingido.

POTENCIALIDADES DO IBI PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO CERRADO MINEIRO

A abordagem utilizada neste projeto permite avaliar as condições ecológicas em ambientes com variados graus de degradação por meio de metodologias padronizadas, quantitativas, baratas e de rápida execução em campo. A avaliação ambiental integrada nas bacias estudadas, além de possibilitar a comparação futura, fornece resultados importantes para a gestão de bacias hidrográficas. Isto possibilita avaliar os graus de impacto de atividades humanas e perda de biodiversidade em uma bacia hidrográfica ou bioma. Permite ainda planejar o desenvolvimento de Programas de Biomonitoramento a longo prazo, pois é possível eliminar as variáveis pouco estáveis, como os efeitos do clima, quantidade de chuvas, etc. A realização de pesquisas em rede de colaboração tem possibilitado formar pessoal de graduação, mestrado e doutorado em nova perspectiva ambiental, capacitando-os à tomada de decisões para minimizar efeitos negativos de atividades humanas.

Finalmente, por se tratar de uma metodologia padronizada, eficiente e exaustivamente testada, nossa expectativa é a de que poderá servir de modelo para a avaliação dos córregos, rios e reservatórios no estado de Minas Gerais e, posteriormente, ser empregada em maior escala no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento do Programa Peixe-Vivo/Cemig e os apoios do CNPq, Capes e Fapemig, por meio de bolsas de estudos, além da colaboração de estudantes de graduação, biólogos e técnicos das equipes envolvidas nesta rede de pesquisas transdisciplinares.