ECOLOGIA Espécies aquáticas revelam degradação em reservatório de Minas Gerais

Indicadores ecológicos: a vida na lama

A ocupação acelerada do entorno das grandes cidades brasileiras vem levando ao agravamento do quadro sanitário e à degradação ambiental de corpos d'água existentes nessas áreas, como ocorre no reservatório de Ibirité, em Minas Gerais, e nos córregos que o abastecem. Ali, o estudo de invertebrados aquáticos evidenciou a eutrofização (a quebra do equilíbrio nutricional do ecossistema) do reservatório, em função da descarga de esgotos domésticos *in natura* nos córregos locais. Por

Pablo Moreno, do *Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre*, e **Marcos Callisto**, do *Departamento de Biologia Geral*, ambos da *Universidade Federal de Minas Gerais*.

A crescente urbanização tem aumentado a pressão humana sobre ecossistemas aquáticos situados nas áreas ocupadas. Rios e córregos recebem enormes cargas de esgotos domésticos e efluentes industriais sem tratamento, diminuindo drasticamente a qualidade dos serviços que tais ecossistemas nos oferecem (figura 1).

A saúde do homem depende diretamente da qualidade ambiental, sendo afetada por quaisquer distúrbios ecológicos que ocorram nos ecossistemas aquáticos. A degradação ambiental ameaça a vida humana, devido à poluição atmosférica, à escassez de água potável, à redução da produção de alimentos, ao aumento de microrganismos causadores de doenças (febre amarela, dengue, esquistossomose etc.) e à remobilização de substâncias tóxicas, entre outros problemas.

As políticas ambientais vêm considerando cada vez mais a necessidade de manter uma boa qualidade ambiental, ou seja, preservar o ecossistema como um todo e não apenas uma espécie ou um recurso. Para conseguir isso, é preciso conhecer bem o meio natural, ou seja, é importante avaliar a dinâmica dos ecossistemas, caracterizando os ambientes quanto à homeostase (manutenção do equilíbrio entre produção, consumo e decomposição

Degradação Ambiental

Ecossistemas naturais	Ecossistemas impactados
Características • Alta diversidade de espécies • Alta resiliência • Alta resistência	**Características** • Redução da diversidade de espécies • Eutrofização artificial • Contaminação ou poluição bacteriana • Poluição química das águas • Corrosão de canalizações • Cor, sabor e odor desagradáveis • Formação de espumas • Elevação do custo de tratamento
Serviços • Abastecimento doméstico e industrial • Irrigação • Dessedentação de animais • Preservação de fauna e flora • Recreação e lazer • Geração de energia elétrica • Recursos pesqueiros • Transporte e navegação	**Desserviços** • Doenças • Mortandades de peixes • Redução do valor econômico • Destruição de plantações

Figura 1. Quadro esquemático das conseqüências da degradação ambiental no reservatório de Ibirité (MG)

de matéria orgânica), à resiliência (capacidade de retorno ao equilíbrio após distúrbios), à resistência (habilidade de sobrevivência das espécies e das comunidades biológicas em caso de alterações), à organização (modo de funcionamento e interações entre seus componentes), ao vigor (capacidade de acumular biomassa) e à presença ou ausência de doenças.

O levantamento dos riscos de degradação e da situação da qualidade ambiental exige a determinação dos efeitos de fatores externos, possivelmente impactantes. Mas qual é a melhor forma de avaliar a qualidade ambiental? Recentemente, em várias partes do mundo, os chamados 'indicadores biológicos' têm sido usados com esse fim. O emprego de tais indicadores baseia-se em geral em mudanças na estrutura das comunidades biológicas (alterações na população de organismos, em sua diversidade e na composição de espécies). Programas de monitoramento desse tipo permitem uma boa estimativa dos efeitos das atividades humanas sobre os recursos aquáticos.

Na avaliação da qualidade de águas, o grupo de organismos mais utilizado é o dos macroinvertebrados bentônicos, ou seja, espécies facilmente visualizadas por seu tamanho (como besouros aquáticos, libélulas, larvas de mosquitos e outras) e que habitam os depósitos de sedimentos e matéria orgânica existentes no fundo dos sistemas aquáticos. Tais organismos são considerados indicadores biológicos porque sua presença, ausência ou densidade demonstram o grau de alteração das condições ambientais de um local impactado. Os indicadores ideais são os que exibem tolerância restrita a um dado poluente ou fonte poluidora ou a um conjunto destes. O princípio é relativamente simples: sob condições adversas, os organismos se adaptam ou morrem. Portanto, a comunidade biológica encontrada em um ecossistema deve refletir suas condições ambientais.

O reservatório de Ibirité

No município de Ibirité, na região metropolitana de Belo Horizonte, a parceria entre a Petrobras e pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) vem possibilitando estudar o grau de degradação ambiental na bacia hidrográfica do reservatório de Ibirité. Construído pela refinaria Gabriel Passos (Regap), da Petrobras, o reservatório ocupa uma área de mil hectares, em três municípios mineiros (Sarzedo, Betim e Ibirité).

A refinaria usa a água desse reservatório para o refino de petróleo e a devolve ao ambiente, após tratamento para a retirada de resíduos. Inaugurada em março de 1968, a Regap refina 23 mil m³/dia de petróleo, abastecendo com derivados cerca de 70% do mercado mineiro. Por isso, influencia diretamente os três municípios dos pontos de vista econômico, social e ambiental.

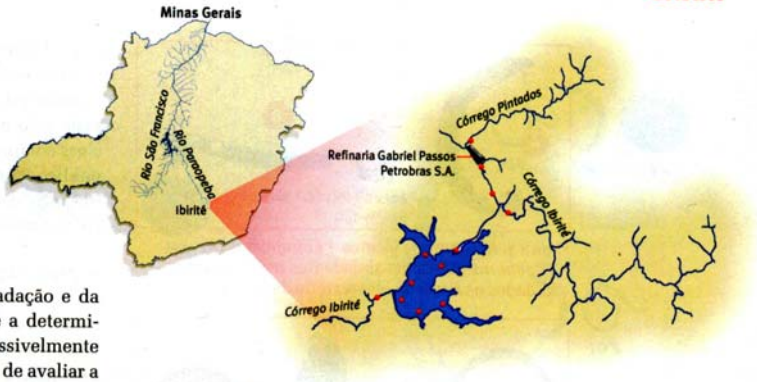

Figura 2. Localização da Refinaria Gabriel Passos, do reservatório de Ibirité e de seus principais afluentes, com os pontos de amostragem utilizados no estudo

O Laboratório de Ecologia de Bentos, do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, vem estudando a biodiversidade de organismos bentônicos no reservatório de Ibirité e rios de sua bacia de drenagem, em 12 pontos de coleta: seis nos rios e outros seis no próprio reservatório (figura 2). Em função das descargas elevadas de esgotos domésticos e efluentes industriais, têm sido registradas na água altas concentrações de nutrientes, evidenciando um processo de eutrofização artificial acelerado – este se caracteriza, no local, pela proliferação acentuada (conhecida como *bloom*), em algumas épocas do ano, de cianobactérias e pela presença de populações densas do aguapé (*Eichhornia crassipes*), uma planta aquática.

Em várias regiões do planeta, a eutrofização causada por atividades humanas é responsável por problemas de qualidade da água. Esse processo resulta do excesso de nutrientes (matéria orgânica proveniente de esgotos e efluentes industriais, além de sedimentos trazidos pela bacia de drenagem), que provoca um rápido aumento da produtividade biológica e faz com que algumas espécies das comunidades aquáticas (em especial cianobactérias) se reproduzam em ritmo exagerado e tornem-se dominantes em relação às demais. Em condições naturais, sem tais nutrientes, as cianobactérias coexistem em equilíbrio com os demais organismos em lagos e reservatórios.

Quando atingem elevada densidade na comunidade biológica, algumas espécies de cianobactérias reduzem a penetração da luz e deixam a água com mau cheiro e sabor desagradável, com sérios efeitos socioeconômicos e ambientais. Os principais problemas decorrem de certas substâncias tóxicas libe- ▸

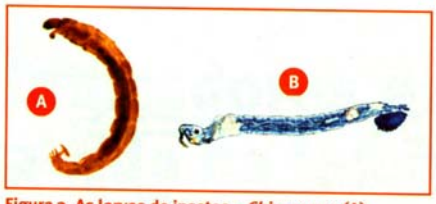

Figura 3. As larvas de insetos – *Chironomus* (A) e *Chaoborus* (B) – mais abundantes nos ambientes estudados na bacia do reservatório de Ibirité

Figura 4. Invertebrados – minhoca-d'água (A), *Melanoides tuberculatus* (B) e *Biomphalaria straminea* (C) – mais abundantes na bacia do reservatório de Ibirité

radas por tais organismos: são neurotoxinas, cuja atuação no sistema nervoso pode levar as pessoas à morte (ao paralisar músculos respiratórios), e hepatotoxinas, que atacam células do fígado e podem destruir esse órgão vital.

Além disso, a decomposição dessas algas no fundo do ambiente aquático pode acarretar a falta de oxigênio na área onde a água se mistura com a lama, alterando a química do ecossistema e afetando a capacidade de sobrevivência de muitos animais aquáticos. Cianobactérias também produzem substâncias metabólicas tóxicas, como ácido sulfídrico (H_2S) e metano (CH_4), que podem afetar a saúde de animais e do homem. A reprodução exagerada dessas algas compromete o uso da água para abastecimento público, consumo de animais domésticos e silvestres, atividades recreativas com contato direto (natação e outras) e irrigação de hortaliças.

FOTOS CEDIDAS PELOS AUTORES

A diversidade na lama

Os estudos realizados na bacia do reservatório de Ibirité, em 2002, evidenciaram a acelerada eutrofização artificial desses corpos d'água. Embora tenha sido registrada alta densidade total de organismos (chegando a 54 mil indivíduos/m² no reservatório e 30 mil indivíduos/m² no córrego Ibirité), o número de diferentes grupos taxonômicos (minhocas-d'água, moluscos, insetos e outros) foi muito baixo (seis grupos no reservatório, sete no córrego Pintados e cinco no córrego Ibirité). A eutrofização altera a qualidade das águas no ambiente, torna os hábitats homogêneos e mais simples e leva à redução da diversidade de espécies.

Os organismos bentônicos que vivem no reservatório de Ibirité e seus córregos são considerados tolerantes à poluição, e, portanto, servem como indicadores da má qualidade da água. Entre eles há dois grupos de insetos com larvas aquáticas, Chironomidae e Chaoboridae (figura 3), minhocas-d'água (Oligochaeta) e moluscos, como *Melanoides tuberculatus* e *Biomphalaria straminea* (figura 4).

Todos esses organismos conseguem viver em ambientes aquáticos degradados e poluídos. As larvas de *Chironomus* (um tipo de mosquito) suportam am-

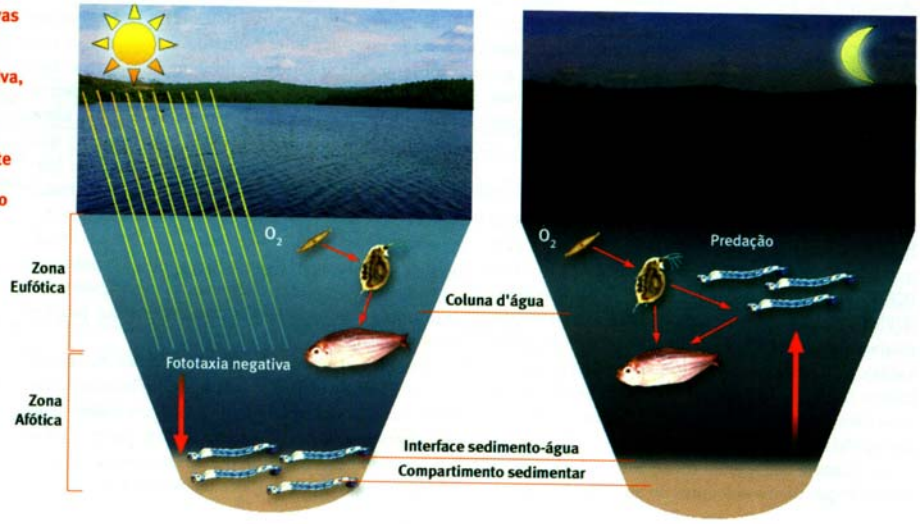

Figura 5. As larvas de *Chaoborus* apresentam fototaxia negativa, migrando para o fundo do reservatório de Ibirité durante o dia para fugir da luz e voltando à superfície à noite, para se alimentar

bientes com pouco oxigênio, pois podem armazenar esse elemento (têm um pigmento semelhante à hemoglobina, o que as torna vermelhas). As minhocas-d'água enterram-se na lama rica em matéria orgânica, alimentando-se de detritos finos e respirando o oxigênio ali dissolvido. Já as larvas de *Chaoborus* (inseto semelhante ao mosquito) movem-se verticalmente na coluna d'água, apresentando fototaxia negativa (figura 5): durante o dia migram para o fundo, fugindo da luz, e à noite retornam à superfície, onde se alimentam de organismos zooplanctônicos (microcrustáceos e outros). Os moluscos existentes na lama, na área estudada, também são típicos de ambientes eutrofizados. *Biomphalaria straminea*, além de ser indicador de ambientes degradados e poluídos, é um potencial hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*, o verme causador da esquistossomose humana (barriga-d'água).

As mesmas espécies são encontradas em toda a bacia do reservatório de Ibirité, mas sua densidade varia em cada ponto de coleta (figura 6). As minhocas-d'água dominam em sedimentos arenosos e com muitos detritos orgânicos (estações 1, 3, 6 e 12). Já em ambientes com muita matéria orgânica em decomposição (restos vegetais, lixo e esgotos urbanos) o predomínio é das larvas de *Chironomus* (estações 2, 4 e 5). Nos demais pontos, há maior proporção de larvas de Chaoboridae, mais adaptadas a ambientes lênticos (sem correnteza), como os dos reservatórios.

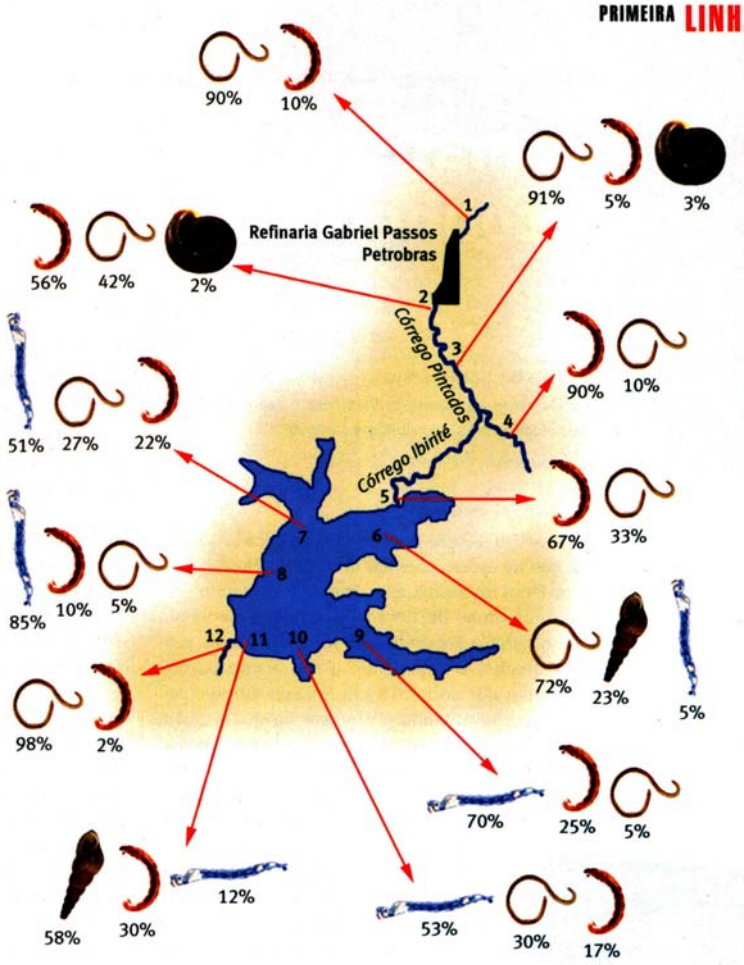

Figura 6. Distribuição percentual de alguns organismos considerados indicadores ecológicos da qualidade da água no reservatório de Ibirité e córregos próximos

Conservação da biodiversidade

Dentro de um modelo de desenvolvimento que desconsidera os serviços que os ecossistemas naturais nos prestam, os esforços para conservar a biodiversidade às vezes são vistos como opostos às necessidades do progresso humano. No entanto, as parcerias entre empresas, universidade e governo para estudar tais questões têm a capacidade de unir os diversos setores da sociedade na busca de soluções que conciliem o crescimento industrial e a manutenção da qualidade ambiental, atendendo aos anseios da sociedade moderna e garantindo a preservação da vida silvestre.

Diante da degradação ambiental verificada na bacia do reservatório de Ibirité, é necessário realizar, com urgência, pesquisas que possibilitem a preservação, o uso racional e a recuperação desse ecossistema. Por isso, a Petrobras, a UFMG e a UFSCar vêm realizando estudos ecológicos naquela bacia visando reunir subsídios que ajudem na elaboração de propostas para a sua recuperação e preservação.

Este estudo pode ser considerado uma primeira etapa para a elaboração de um plano de gestão da bacia, de interesse estratégico para as empresas e sociedade local. Vale ressaltar que a garantia de uma boa qualidade do ecossistema e de suas águas não interessa apenas às empresas, no que se refere ao seu processo industrial, ou apenas à sociedade, mas a todos, o que vem a ser a meta básica preconizada pelo desenvolvimento sustentável. ■