ECOLOGIA Excelentes condições dos rios na serra do Cipó (MG) mantêm ecossistema intocado

A vida nas águas das montanhas

Figura 1. Visão geral de um riacho na serra do Cipó

Desde 1997, vem sendo realizado um inventário sobre biodiversidade nas cabeceiras dos rios do Parque Nacional da Serra do Cipó. Esse estudo servirá para fundamentar políticas de conservação e utilização sustentável dos recursos naturais da região. Por **Marcos Callisto**, do *Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*, e **José Francisco Gonçalves Júnior**, do *Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre* da *UFMG*.

A serra do Cipó é uma região montanhosa no centro do estado de Minas Gerais, que engloba um grande número de córregos e riachos com águas límpidas e frias. A serra é um divisor de águas onde, de um lado nascem rios das cabeceiras do rio Doce e do outro, rios das cabeceiras do rio São Francisco. A vegetação predominante é de cerrado na faixa de altitude entre 700 e 1.000 m, campos rupestres acima de 1.000 m e matas ciliares nas margens de rios (figura 1).

O Laboratório de Ecologia de Bentos, do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Minas Gerais, desde 1997 vem estudando as cabeceiras de rios no Parque Nacional da Serra do Cipó. O principal objetivo é inventariar a biodiversidade aquática das águas na região. Sua qualidade é avaliada pela medição de parâmetros físicos e químicos (temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica, alcalinidade total, teores de nutrientes) e biológicos (fitoplâncton, zooplâncton, microrganismos e bentos).

Uma das conseqüências práticas dos estudos sobre a biodiversidade local tem sido a utilização dos macroinvertebrados bentônicos – organismos que vivem no fundo dos rios, principalmente larvas de insetos aquáticos e semi-aquáticos, moluscos e anelídeos – como bioindicadores da qualidade da água (figura 2). A partir do levantamento desses organis-

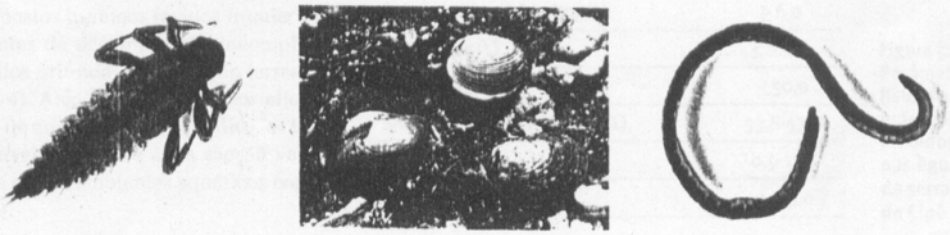

Figura 2. São bioindicadores de qualidade de água ninfas de *Lachlania* (esquerda), moluscos *Bivalvia* (centro) e minhocas d'água (direita)

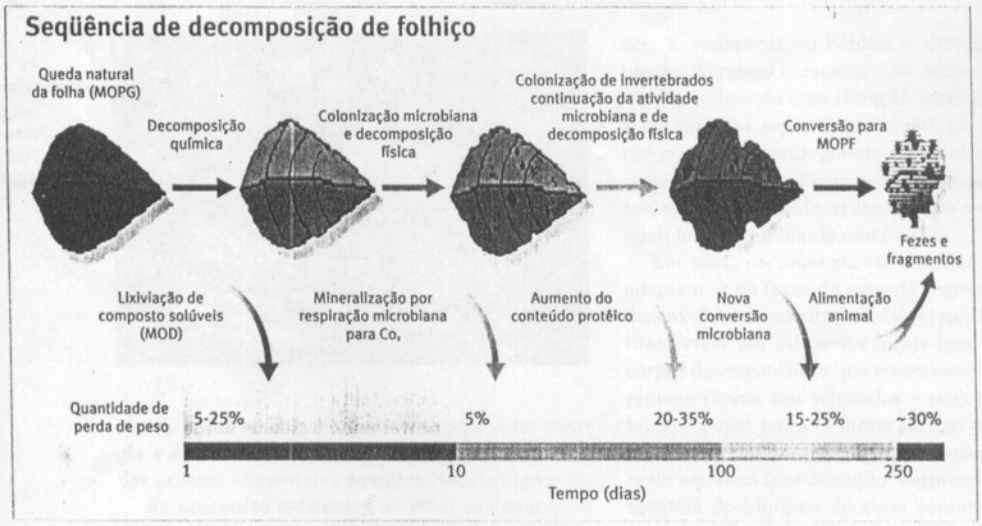

Figura 3. Seqüência de decomposição de folhiço

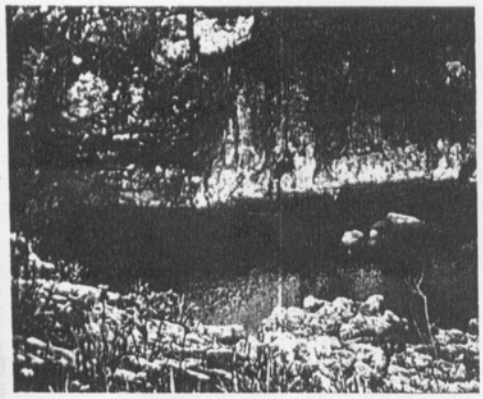

Figura 4. Detalhe das águas cor de chá

Os limnólogos – profissionais que estudam a ecologia dos ambientes aquáticos continentais – consideram essa característica importante para o metabolismo das algas diatomáceas, que crescem aderidas às rochas e ao cascalho no fundo dos rios. Nesses substratos há um biofilme (fina camada formada de algas unicelulares, protozoários, rotíferos, bactérias, fungos e leveduras) que se desenvolve, principalmente, em trechos onde o Sol consegue iluminar diretamente o fundo do leito. Nesses locais também ocorre o desenvolvimento de musgos do gênero *Andreaea* e plantas floríferas da família Euriocaulaceae. Essas plantas são, provavelmente, as principais produtoras primárias autóctones da serra do Cipó. Isso ▸

mos e conhecendo as condições ambientais necessárias para a sua sobrevivência, é possível determinar o grau de preservação ou de poluição dos corpos d'água, pois sua presença está associada a ambientes aquáticos de ótima qualidade. Os invertebrados bentônicos também têm um papel importante na manutenção dos processos ecológicos de produção, consumo e decomposição de matéria orgânica (figura 3).

A coloração dos rios na serra do Cipó varia de transparente a escura (cor de 'chá-mate'), devido à presença de compostos húmicos (ácidos húmicos e fúlvicos) resultantes da decomposição incompleta da matéria orgânica oriunda da vegetação terrestre adjacente (figura 4). Além disso, devido aos afloramentos rochosos de quartzito ricos em sílica, os teores de sílica solúvel reativa na água são 50 vezes superiores aos de outros ambientes aquáticos continentais (figura 5).

PARÂMETROS ABIÓTICOS	VALORES
Altitude (m)	600-1.650
Temperatura da água (°C)	8,0-22,0
Turbidez (NTU)	0-15
PH	4,0-4,5
Alcalinidade Total (mEq/LCO_2)	≤ 0,2
Condutividade Elétrica (µS/cm)	≤ 30,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	≥ 6,0
N-total (µg/L)	≤ 100,0
P-total (µg/L)	≤ 50,0
Sílica Solúvel Reativa (mg/L)	53,8-57,8
C-orgânico (mg/L)	0,9-11,0
Clorofila (mg/L)	0,3-5,0

Figura 5. Parâmetros físicos e químicos medidos nas águas da serra do Cipó

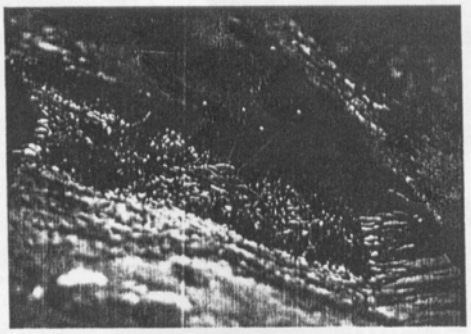

Figura 6. Detalhe do desenvolvimento de musgos, angiospermas e biofilme sobre superfície rochosa

FOTOS DE MARCOS CALLISTO

significa que realizam fotossíntese para obter energia e servem de alimento para outros organismos das cadeias alimentares aquáticas locais (figura 6).

As nascentes existentes na serra são exemplos típicos de ambientes aquáticos com ótima 'saúde ambiental'. Os resultados dos estudos indicam que os córregos preservam características ecológicas de ambientes praticamente livres de influência antrópica. Para dar uma idéia da fantástica diversidade das águas da serra do Cipó, em uma única pedra de 30 cm² é possível encontrar mais de 50 organismos pertencentes a seis ou sete ordens de insetos aquáticos e mais de 18 gêneros, muitos contendo espécies ainda não descritas pela ciência.

Coletas freqüentes continuam sendo feitas em diversos trechos de rios, nas duas vertentes da serra, para descrever a estrutura das comunidades de organismos e sua distribuição nos diversos hábitats existentes: cachoeiras, remansos, fundos com cascalho, pedras, seixos, areias etc. As coletas são realizadas sempre em triplicatas para obter maior representatividade amostral e permitir o cálculo de médias e desvios-padrões.

O uso de bioindicadores

Os macroinvertebrados bentônicos têm sido comumente utilizados como bioindicadores de qualidade de água devido a sua sensibilidade à poluição, a mudanças no hábitat e alterações no ambiente. Algumas características desses organismos são ciclo de vida com duração mais longa do que a maioria dos organismos aquáticos; tamanho de corpo relativamente grande e facilidade de amostragem no campo. Essas particularidades facilitam seu estudo, ajudando os limnólogos a associá-las à qualidade do ambiente onde vivem.

Em rios, os macroinvertebrados bentônicos adaptam-se ao fluxo da água do seguinte modo: (1) desenvolvendo adaptações físicas que lhes possibilitam viver em diferentes locais (por exemplo, os corpos dos organismos que vivem em trechos de correnteza rápida são achatados e suas pernas, mais longas, o que permite maior adesão ao substrato); (2) aproveitando o tipo de alimentação presente no meio aquático (por exemplo, herbívoros que se alimentam do biofilme de algas bentônicas); (3) desenvolvendo mecanismos eficientes de reprodução nesses ambientes (por exemplo, os machos de baratas-d'água da família Belostomatidae, ordem Heteroptera, carregam os ovos nas costas, evitando que sejam comidos por predadores).

O estudo de classificação dos hábitos alimentares dos macroinvertebrados bentônicos, por sua vez, permite identificar alterações na composição das guildas (conjunto de organismos de espécies diferentes que se alimentam de um mesmo recurso alimentar) e relacioná-las a mudanças na qualidade da água e no substrato, decorrentes de fontes poluidoras e assoreamentos. As principais categorias de alimentos são (1) fragmentos vegetais: matéria orgânica particulada grossa (MOPG) ou fina (MOPF), formada por restos de organismos e microrganismos; (2) perifiton, formado por algas aderidas a algum substrato ou material orgânico/inorgânico; (3) macrófitas aquáticas (vegetais superiores que vivem em ambientes aquáticos) e (4) presas (outros animais que servem de alimento). As guildas utilizam esses recursos de acordo com seu modo de se alimentar, que pode ser fragmentador, coletor, raspador, predador ou parasitário (figura 7).

Figura 7. Classificação das relações tróficas entre organismos bentônicos

GRUPOS TRÓFICOS FUNCIONAIS	SUBDIVISÕES		TAMANHO DO ALIMENTO (μM)
	Alimento principal	Mecanismo de alimentação	
FRAGMENTADORES	Tecido vegetal	Herbívoros, minadores, detritívoros	> 10³
COLETORES	Matéria orgânica particulada fina	Detritívoros, filtradores, coletores, catadores	< 10³
RASPADORES	Perifíton	Herbívoros, raspadores de superfícies mineral ou orgânica	< 10³
PREDADORES	Organismos vivos	Engolem as presas inteiras ou aos pedaços	> 10³
PARASITAS	Organismos vivos	Alimentam-se interna ou externamente no corpo de outros organismos vivos	> 10³

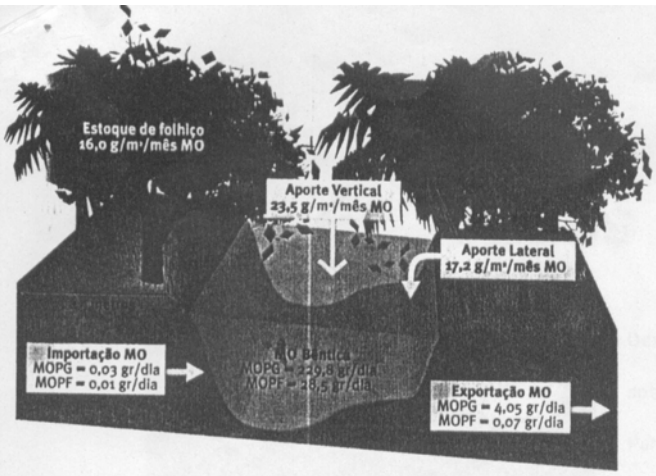

Figura 8. Estimativas do aporte e estocagem de matéria orgânica em trechos do córrego Indaiá no Parque Nacional da Serra do Cipó

A diversidade nos rios

Um dos fatores relevantes na avaliação da diversidade de hábitats aquáticos é a existência de produtores primários autóctones, que são os responsáveis por converter a energia luminosa em energia de ligações químicas, e por isso formam a base das cadeias alimentares aquáticas.

Na serra do Cipó observamos que as regiões de cabeceira localizam-se em áreas com forte inclinação do terreno, cobertas de vegetação rasteira composta por campos rupestres e com elevada capacidade de armazenamento da água das chuvas. O solo tem muita matéria orgânica e por isso retém grandes quantidades de água, assumindo um aspecto 'brejoso' entre os meses chuvosos de novembro e março. A cobertura vegetal da mata ciliar assume importante papel como fonte de energia somente nos trechos distantes cerca de 2 km das nascentes (figura 8).

O material orgânico incorporado ao ambiente aquático em forma de partículas em solução e o material orgânico produzido ao longo do curso d'água são decompostos pelos organismos bentônicos. Na decomposição, os macroinvertebrados fragmentam os detritos e os microdecompositores (fungos, leveduras e bactérias) transformam moléculas complexas em simples, por meio de oxidação. Nos trechos onde a luz do Sol não consegue atingir diretamente o leito dos rios, não ocorre o crescimento de produtores primários autóctones e a decomposição da matéria orgânica torna-se a principal fonte de energia para os organismos locais.

Estratégias de vida

A manutenção do número de indivíduos nas populações de insetos aquáticos deve-se à colonização que ocorre por meio de dois processos principais: vôo compensatório – quando as fêmeas voam à montante para colocar seus ovos –, ou quando as larvas nadam rio acima, em direção aos locais onde nasceram. Tais processos são especialmente eficazes para manter as populações em regiões de cabeceiras de rios.

A alta riqueza de espécies nos córregos e rios na serra do Cipó pode estar relacionada a uma menor disponibilidade de nichos, resultando em interações mais intensas como competição, predação e parasitismo. Nossa equipe encontrou, em várias ocasiões, organismos vivendo em relações de foresia, que se estabelecem quando um hospedeiro transporta indivíduos foréticos em seu corpo ou lhes proporciona refúgio para que não sejam arrastados pela correnteza (figura 9). Em um trecho do córrego Indaiá, a cerca de 1.400 m de altitude, observamos larvas do inseto *Corydalus* (Megaloptera, Corydalidae) com tamanhos entre 1cm e 12 cm de comprimento, transportando em seus segmentos abdominais e brânquias larvas de outro inseto – *Corynoneura* (Diptera, Chiro-nomidae) – com menos de 5 mm de comprimento. As larvas de *Corynoneura* conseguem, desse modo, evitar a predação pelo próprio *Corydalus*, uma vez que são um dos seus principais itens alimentares. Escondendo-se no corpo do predador, as larvas conseguem desenvolver seu ciclo de vida e também colonizar novos hábitats para os quais são transportadas pelo hospedeiro.

Os estudos que desenvolvemos nos córregos e riachos na serra do Cipó têm buscado diferentes abordagens, metodologias e enfoques para a avaliação da diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e sua relação com o meio em que vivem. A continuidade desses estudos deverá fornecer bases ecológicas para a implantação de políticas de conservação e utilização sustentável dos recursos naturais da serra. A pesquisa conta com financiamento da Fapemig e do CNPq e apoio do Ibama. ■

FOTO: LORENA PEZZOTTI

FOTO: PAULA CABRAL ETEROVICK

Figura 9. Exemplos de relações de foresia. Ninfa de *Thraulodes* com larva de *Nanocladius* (A). Larva de *Corydalus* com ovos e larvas de *Corynoneura* (B)