

COMPORTAMENTO DE PEIXES EM RIACHOS: MÉTODOS DE ESTUDO PARA UMA ABORDAGEM NATURALÍSTICA

SABINO, J.

Resumo

O conhecimento sobre comportamento de peixes de riachos brasileiros é restrito a poucos estudos. Entretanto, os trabalhos disponíveis indicam que esses ambientes são adequados para realização de estudos comportamentais, com ênfase em história natural de peixes. Neste capítulo, são apresentados os principais métodos de amostragem e registro de comportamento, que, combinados com técnicas de mergulho, constituem uma ferramenta eficaz para ampliar o conhecimento sobre a ictiofauna de riachos. Estudos naturalísticos possibilitam observações diretas do comportamento e permitem um conhecimento refinado de peixes. Seria desejável que futuros estudos sobre comportamento de peixes de riachos abordassem aspectos alimentares, reprodutivos ou defensivos. Além do valor científico e pedagógico, os estudos naturalísticos são pouco impactantes e podem servir de base para outras linhas de pesquisas, como ecologia de comunidades, ecomorfologia, ecofisiologia e conservação.

Abstract

Behavior of stream fishes: methods for a naturalistic approach

The current knowledge on the behavior of Brazilian stream fishes is restricted to few studies. These works show that streams are well suited for behavioral studies emphasizing fish natural history. In this chapter, the main sampling techniques and recording methods used in behavioral studies are presented. These methods combined with diving techniques are effective tools for studies of stream ichthyofauna. Naturalistic studies allow direct observations of behavior and may bring an accurate knowledge of fish biology. It is desirable to have more studies on the behavior of stream fishes focusing on aspects such as feeding tactics, reproductive strategies, and defensive mechanisms. Besides their scientific and teaching value, naturalistic studies cause little impact on the environment and may serve as a basis for other lines of research, such as ecology of communities, ecomorphology, ecophysiology, and conservation.

Introdução

Informações sobre comportamento de peixes em riachos brasileiros são escassas. Entre os motivos para este desconhecimento, destacam-se a grande riqueza de espécies de peixes (*e.g.*, Lowe-McConnell, 1987, 1991) e o fato destes ambientes serem mal-amostrados (Böhlke *et al.*, 1978). Além disso, características ambientais frequentemente encontradas em riachos, tais como alta velocidade da correnteza, declividade acentuada, presença de rochas no leito e elevada transparência da água, dificultam o emprego de métodos habituais de coleta (Vanzolini & Papavero, 1967; Uieda & Castro, neste volume) e contribuem para a citada limitação de informações. Se, por um lado, a transparência da água limita o emprego de redes de emalhar, arrasto ou tarrafa, por outro, facilita o uso de observação direta através de mergulho livre (*skin dive* ou *snorkeling*, Helfman, 1983) ou mergulho autônomo (*scuba dive*, Helfman, 1983).

Embora o uso de mergulho não seja difundido entre ictiólogos brasileiros, nos últimos anos o valor das observações subaquáticas vem sendo destacado como poderosa ferramenta para estudos comportamentais em peixes, com aquisição de dados diretamente no ambiente (*e.g.*, Sazima 1986; Sazima & Caramaschi, 1989; Sabino & Castro 1990; Sazima & Machado, 1990).

Em todas as bacias hidrográficas brasileiras há riachos com águas transparentes, que permitem a realização de estudos comportamentais subaquáticos. Apesar desta limpidez, a maior parte das informações sobre peixes de riachos tem sido obtida de modo indireto, por meio de pesca experimental ou ictiocidas (*e.g.*, Knöppel, 1970). Os estudos existentes sobre peixes de riachos são de caráter mais ecológico e, em geral, abordam aspectos como alimentação (Knöppel, 1970; Soares, 1979; Costa, 1987; Henderson, 1990; Lowe-McConnell, 1991; Silva, 1993; Aranha & Esteves, neste volume), distribuição (Uieda, 1984; Caramaschi, 1986; Garutti, 1988; Lowe-McConnell, 1991; Silva, 1993) ou reprodução (Soares, 1979; São Thiago, 1990; Aranha *et al.*, 1993; Menezes & Caramaschi, 1994).

Desde os séculos 18 e 19, o comportamento de peixes brasileiros chamava a atenção dos naturalistas que passavam por aqui. Naquela época, bem antes do surgimento da etologia como uma área definida da biologia, os estudos de comportamento animal faziam parte da chamada história natural. Informações naturalísticas sobre peixes brasileiros, em sua maioria sob forma fragmentária ou anedótica, são encontradas nos relatos de expedições como as de Humboldt (1852), Wallace (1853), Agassiz & Agassiz (1867) e Bates (1979). Informações adicionais sobre história natural de peixes de água doce brasileiros podem ser encontradas em trabalhos taxonômicos (*e.g.*, Ribeiro, 1908; Eigenman, 1917-1929) e em estudos abrangentes, mais antigos (*e.g.*, Magalhães, 1931) ou mais recentes (*e.g.*, Goulding, 1980). Embora de leitura enriquecedora, estas obras contendo informações naturalísticas não tratam com exclusividade de peixes de riachos.

Riachos de água transparente: bons locais para estudos de comportamento

Estudos de cunho essencialmente comportamental sobre peixes de riachos brasileiros restringem-se a poucos exemplos. Entretanto, estes estudos têm fornecido informações valiosas, *in loco*, sobre o modo de vida dos peixes de riachos. Estes trabalhos apresentam informações sobre padrões de exploração espacial, período de atividade e comportamento alimentar, de peixes em riachos da Mata Atlântica (Sabino & Castro, 1990; Buck & Sazima, 1995; Uieda, 1995) e Amazônia (Sabino & Zuanon, 1998). Em riachos destas duas florestas, em geral oligotróficos, fica evidente a dependência que certos Characiformes apresentam em relação ao alimento de origem alóctone, constituído basicamente por artrópodes terrestres, pequenos frutos e folhas. Por exemplo, peixes como os tetragonopteríneos *Hollandichthys multifasciatus*, de riachos costeiros do sudeste do Brasil, e *Moenkhausia colletti*, de igarapés da Amazônia Central, nadam em remansos marginais e capturam insetos terrestres que caem na água (Sabino & Castro, 1990; Sabino & Zuanon, 1998). O material de origem alóctone pode também sofrer decomposição biológica ou mecânica e ser aproveitado por peixes que fossam o substrato, como os acarás *Geophagus brasiliensis*, em riachos da Mata Atlântica (Sabino & Castro, 1990), e *Satanoperca daemon*, em igarapés da Amazônia Central (Sabino & Zuanon, 1998).

Em riachos de floresta, o alimento de origem autóctone é representado principalmente por algas e invertebrados aquáticos. Cascudos, como *Kronichthys heylandii*, *Harttia kronei* e *Schizolecis guntheri*, ocupam o leito arenoso ou rochoso de riachos da Mata Atlântica e pastejam basicamente sobre algas (Buck & Sazima, 1995). De modo similar, a tática alimentar de pastejo de algas também é empregada por cascudos, como *Rineloricaria lanceolata* e *Farlowella* sp., em igarapés amazônicos (Sabino & Zuanon, 1998). Os canivetes, *Characidium* spp., têm hábitos diurnos e empregam a tática alimentar de espreita (Sabino & Castro, 1990). Orientados pela visão, estes pequenos Characiformes desferem botes curtos sobre suas presas, principalmente invertebrados aquáticos que vivem no leito de riachos da Mata Atlântica e da Amazônia.

Os exemplos anteriores mostram vários casos de similaridade entre peixes de riachos da Floresta Atlântica e Amazônica. Estas semelhanças indicam a existência de um certo grau de uniformidade estrutural e funcional entre comunidades de peixes de riachos das duas florestas, notadamente quanto à distribuição espacial, dieta e comportamento alimentar. Ao estudar uma comunidade de Loricariidae de riachos do sudeste do Brasil, Buck & Sazima (1995) comentam este tipo de semelhança com comunidades de cascudos do Panamá.

A idéia de uniformidade entre riachos de porte comparável é reforçada pela riqueza de espécies de peixes. Por exemplo, diferentes igarapés de terra firme na Amazônia parecem apresentar uma certa similaridade quanto ao número de espécies. Embora Knöppel (1970) tenha registrado apenas 17 espécies para o igarapé

do Barro Branco, em Manaus, Amazonas, observações subaquáticas que fiz recentemente no mesmo local acrescentam pelo menos outras dez espécies. Assim, no igarapé do Barro Branco, são comumente observadas 27 espécies, riqueza semelhante à encontrada por Silva (1993), que registrou 29 espécies de peixes no igarapé Candiru, próximo a Manaus. Sabino & Zuanon (1998) encontraram 29 espécies de peixes no igarapé do Guaraná, ao norte de Manaus. Os três estudos mostram riachos com número de espécies semelhantes e indicam um possível limite ecológico na ocupação de igarapés de terra firme daquele porte. Além de riqueza similar, a análise de ictiocenoses de igarapés amazônicos (*e.g.*, Silva, 1993; Sabino & Zuanon, 1998) sugere a existência de um padrão generalizado de ocupação espacial e de táticas alimentares em riachos daquela região.

Trabalhos envolvendo apenas algumas das espécies da ictiocenose e tratando de temas mais localizados, como táticas alimentares (Sazima, 1980), mecanismos defensivos (Zamprogno & Andrade, 1986) ou relações de peixes com invertebrados (Sabino, 1995), constituem outra abordagem possível em estudos de comportamento de peixes em riachos brasileiros.

Ambientes especiais, como riachos de corredeira e riachos próximos ou dentro de cavernas, também representam um rico potencial para estudos comportamentais de peixes, praticamente inexplorado. Exemplos de estudos nestes ambientes especiais são os trabalhos de Trajano (1989) e Casatti (1996). Ao estudar populações do bagre cego, *Pimelodella kronei*, em cavernas do sul do Estado de São Paulo, Trajano (1989) comparou seus hábitos e comportamento alimentar com os do provável ancestral epígeo, *P. transitoria*. Trajano (1989) classificou *P. kronei* como predador quimicamente orientado de pequenos organismos bentônicos, fossador e catador de superfície, ao passo que *P. transitoria* seria um predador crepuscular a noturno de pequenos organismos bentônicos. Para complementar e refinar as observações de campo, Trajano (1989) realizou observações de comportamento em aquário, com exemplares das duas espécies de bagres. Para estudar a ictiofauna de corredeiras, próximas à nascente do rio São Francisco, Casatti & Castro (1998) combinaram eficientemente métodos de mergulho com montanhismo dentro da água. Segundo Casatti & Castro (1998), o equipamento de montanhismo posiciona favoravelmente o mergulhador nas corredeiras, facilitando as observações comportamentais. Os dados naturalísticos de comportamento alimentar e distribuição espacial registrados por Casatti & Castro (1998), são apoiados por análise ecomorfológica da ictiocenose (Casatti, 1996), de modo similar ao efetuado por Uieda (1995) em um riacho da Floresta Atlântica.

Etologia ou história natural?

A etologia é um dos campos da biologia que mais rapidamente se desenvolveu (Lorenz, 1981). Em poucas décadas surgiram diferentes linhas de investiga-

ção, numerosos pesquisadores, publicações especializadas e reuniões científicas específicas. Por apresentar características abrangentes, a etologia moderna engloba áreas cada vez mais amplas da ecologia, evolução, genética e fisiologia. Entretanto, de acordo com Lorenz (1981), muitas destas novas linhas de pesquisas abandonaram os fundamentos da etologia, tomando rumos completamente distintos da sua origem, essencialmente naturalística. Ao criticar o que chama de "etólogos modernos", Lorenz (1981) compara o desenvolvimento científico ao crescimento de uma colônia de coral. Quanto mais rapidamente uma colônia prospera, os vestígios e contribuições de seus fundadores tornam-se sobrepostos e obscurecidos por sua própria prole. Ao crescer ininterruptamente, os pólipos do final da colônia podem destacar-se da base, morrendo ou, se parcialmente vivos, crescendo em direções que não levam a parte alguma (Lorenz, 1981). Embora elaborada em um contexto generalizado, acredito que a preocupação de Lorenz se aplique também ao estudo dos peixes de riachos brasileiros. Não me parece adequado fazer trabalhos de "etologia moderna" (*sensu* Lorenz, 1981), sem que antes haja uma sólida base sobre história natural, com informações básicas sobre os peixes em seus ambientes. Esta visão não exclui estudos de etologia, ecofisiologia e ecomorfologia, mas sugere que sejam precedidos, ou pelo menos complementados, por investigações de cunho naturalístico.

Estudos como o de Uieda (1995) e Casatti (1996) demonstram a importância que informações de história natural têm na interpretação de dados ecomorfológicos (*sensu* Winemiller, 1992). Sabemos que o uso de métodos estatísticos, como análise multivariada, permitem detectar, por exemplo, diferenças morfológicas sutis entre espécies aparentadas. Porém, como estas diferenças se expressam no ambiente? Qual é o seu significado biológico? A interpretação destas diferenças dá-se de forma mais segura, e até mesmo mais refinada, quando dispomos de informações de história natural.

Embora existam diferentes linhas de estudo em comportamento de peixes, neste capítulo pretendo enfatizar uma abordagem essencialmente naturalística. Para isso, forneço um protocolo dos métodos básicos de estudos de história natural, baseado em Lehner (1998). Combinados com observação direta através de mergulho, os métodos naturalísticos constituem uma linha de pesquisa valiosa e promissora para estudos de comportamento de peixes brasileiros. É importante ressaltar que, embora os estudos de história natural tenham surgido em um contexto mais descritivo, atualmente os métodos de estudos naturalísticos permitem tanto abordagens qualitativas como quantitativas (Brown & Downhower, 1988).

Uma revisão detalhada de diferentes enfoques da etologia pode ser obtida nos trabalhos de Curio (1976), Eibl-Eibesfeldt (1979), McFarland (1985), Tinbergen (1989) e Alcock (1993) e, especificamente para comportamento de peixes, nas obras de Keenleyside (1979) e Pitcher (1993).

Comportamento animal

Níveis de organização

O comportamento dos peixes, como todo comportamento animal, é ditado por necessidades como encontrar alimento, acasalar e evitar predadores (Parrish, 1995). Tais atividades geram padrões comportamentais que são a base de estudo da etologia. Assim, a etologia visa estudar estes padrões, de modo a enfatizar suas funções sob um ponto de vista comparado e evolutivo (Eisner & Wilson, 1975).

De acordo com Lehner (1998), o comportamento pode ser analisado em diferentes níveis, desde os aspectos fisiológicos de um neurônio, até um atributo comportamental de uma certa espécie. Entre estes dois extremos, há outros níveis de estudo, como as partes do corpo do animal, o indivíduo, um par de indivíduos, um grupo ou uma população. Seguindo a ênfase dada por Lehner (1998), os métodos etológicos apresentados neste capítulo aplicam-se mais entre os níveis de indivíduo e grupo.

A etologia também pode operar ao longo da dimensão laboratório-campo, desde condições mais controladas do primeiro às condições naturais do segundo (Lehner, 1998). Apesar de os estudos de natureza serem altamente informativos e fascinantes, observações de laboratório têm grande valor, principalmente quando as condições de campo são desfavoráveis. Por exemplo, quando a transparência da água no ambiente é reduzida (*e.g.*, Sazima, 1980) ou o acesso aos peixes exige mergulhos altamente técnicos e arriscados, como imersões em riachos de cavernas (*e.g.*, Helfman, 1983; Trajano, 1996), a metodologia de observação em aquário pode ser a única possibilidade de estudo. É importante ressaltar que observações de campo e de laboratório não são mutuamente exclusivas, mas constituem duas áreas complementares de um contínuo (Lehner, 1998). Além disso, as condições de laboratório permitem refinamentos, como manipulação experimental (Lehner, 1998), que seriam difíceis na natureza (*e.g.*, Sazima & Pombal, 1988).

Categorização de comportamento

O fato de os animais realizarem suas atividades dentro de certos padrões, estimula os pesquisadores a criarem categorias para os diferentes comportamentos. Um dos sistemas de classificação de comportamento de peixes mais abrangentes que existe é apresentado por Keenleyside (1979). Este autor organiza o comportamento dos peixes em grandes categorias, dentre as quais destacam-se: comportamento alimentar, defensivo, reprodutivo e social. Por sua vez, estas categorias amplas são subdivididas em estratégias ou táticas, que procuram contemplar a grande variabilidade comportamental dos peixes.

Ao tratar do comportamento alimentar, por exemplo, Keenleyside (1979) fornece detalhes das diferentes táticas empregadas pelos peixes na captura de alimento. Comportamento alimentar também tem sido um tema freqüente em estudos de peixes de riachos brasileiros (*e.g.*, Sazima, 1980; Sabino & Castro, 1990; Buck & Sazima, 1995; Uieda, 1995). Estes estudos mostram que peixes de riachos brasileiros apresentam repertório comportamental amplo, usando numerosas táticas alimentares (Fig. 1). De certo modo, o uso de diferentes táticas reflete a alta diversidade de organismos existentes nos riachos e biótopos adjacentes, além de complexas relações presa-predador.

De acordo com Keenleyside (1979), a aquisição de alimento pelos peixes envolve, usualmente, as etapas de procura, detecção, aproximação, captura e ingestão. Para peixes carnívoros, a aquisição de alimento é mais complexa, pois suas presas podem apresentar mecanismos defensivos que dificultam a predação (Keenleyside, 1979). Em igarapés da Amazônia Central, por exemplo, o tucunaré *Cichla orinocensis* emprega as táticas de tocaia e perseguição ativa para predação de peixes visualmente orientados que formam cardumes, como *Bryconops giacopinini* (Sabino & Zuanon, 1998). A tática de perseguição ativa foi observada mais intensamente no crepúsculo, mostrando que *C. orinocensis* emprega estratégias de captura específicas, de acordo com o micro-habitat, período do dia e atividade das presas. A baixa luminosidade, a penetração limitada de luz em águas pretas e a redução do nível de atividade de *B. giacopinini* no crepúsculo provavelmente contribuem para o aumento da eficiência de predação de *C. orinocensis* (Sabino & Zuanon, 1998).

Para peixes fitófagos, a aquisição de alimento é relativamente mais simples e consiste basicamente em pastejar algas rente ao substrato, podar pedaços de plantas ou réter, por filtração, o fitoplâncton nos rastros branquiais (Keenleyside, 1979). Em riachos brasileiros, os cascudos (Loricariidae) são exemplos de pastejadores de algas (*e.g.*, Buck & Sazima, 1995). Para usar este recurso alimentar, os cascudos apresentam atributos como lábios grossos, dentição especializada para raspar e intestino longo, além de coloração críptica (Power, 1984; Buck & Sazima, 1995). *Mesonauta insignis* é uma das poucas espécies de riachos brasileiros que usam a tática alimentar de poda de macrófitas aquáticas, indicando que, pelo menos em igarapés da Amazônia, as plantas devem servir mais como abrigo e substrato para peixes e invertebrados, do que como alimento para a comunidade de peixes (Sabino & Zuanon, 1998). Entre as táticas alimentares apresentadas por *Deuterodon iguape*, em riachos do litoral sul de São Paulo, e *D. pedri*, em riachos do litoral norte do mesmo Estado, foi observada a poda de algas filamentosas e de folhas de árvores marginais que caem na água (Sabino & Castro, 1990; Uieda, 1995). Tanto *D. pedri* como *D. iguape* mudam de dieta ao longo do desenvolvimento ontogenético; os juvenis são insetívoros e os adultos, onívoros (Sabino & Castro, 1990; Uieda, 1995). Ao modificar suas dietas, estas espécies de lambaris ampliam suas táticas de captura de alimento, exemplificando parte da complexidade do comportamento alimentar em peixes.



Figura 1. Esquema tridimensional representando aspectos característicos de um riacho de floresta Atlântica, com a distribuição espacial e as principais tácticas alimentares das espécies de peixes. O lado esquerdo do esquema corresponde a um trecho de remanso e o lado direito, a um trecho de correnteza. Os peixes não possuem escala entre si e nem com o ambiente. *Deutorodon pedri*: 1A - cata de itens arrastados; 1B - poda, pastejo ou cata de pequenas presas; 1C - cata na superfície da água. *Hollandichthys multifasciatus*: 2A - cata na superfície da água; 2B - cata de itens arrastados. *Mimagoniates microlepis*: 3A - cata na superfície da água; 3B - cata de itens arrastados. *Characidium japulybensis*: 4A - espreita; 4B - especulação de substrato. *Rhamdioglanis* sp.: 5 - especulação de substrato. *Phalloceros caudimaculatus*: 6A - poda; 6B - cata de pequenas presas ou cata de itens arrastados; 6C - cata na superfície da água. *Geophagus brasiliensis*: 7 coleta de substrato e separação de presas. *Awaous tajassica*: 8A - pastejo; 8B - coleta de substrato e separação de presas (modificado de Sabino & Castro, 1990).

Outra grande categoria comportamental é a de mecanismos defensivos (Keenleyside, 1979). Estes mecanismos podem ser de natureza morfológica, cromática, química ou comportamental, e visam proteger um animal contra ataques de outros animais (Edmunds, 1974). Este último autor agrupou os mecanismos defensivos em duas categorias principais: defesa primária e defesa secundária. As defesas primárias (*e.g.*, anacorese, camuflagem, coloração de advertência e mimetismo) estão presentes no animal, mesmo na ausência de um predador (Edmunds, 1974). Em anacorese e camuflagem, o predador visualmente orientado não chega a detectar a presa, e em coloração de advertência e mimetismo, o predador não considera a presa como algo comestível (Sazima & Uieda, 1979a). As defesas secundárias (*e.g.*, fuga, comportamento deimático, tanatose e retaliação) se manifestam na presa durante confronto com o predador. A função dos mecanismos secundários seria aumentar a chance de sobrevivência da presa, após ataque do predador (Sazima & Uieda, 1979a).

Estudos sobre defesa em peixes de riachos brasileiros são exemplificados por Sazima & Uieda (1979b) e Zamprogno & Andrade (1986). Sazima & Uieda (1979b) relatam um caso de camuflagem de jovens de peixe-agulha, *Strongylura timucu*, em um riacho litorâneo. Segundo os autores, a semelhança com as folhas de capim das margens do riacho dificultaria a detecção do peixe-agulha por predadores crepusculares-noturnos, como a garça *Nycticorax nycticorax*. Zamprogno & Andrade (1986) relatam um caso de jovens de pacu, *Myleus sp.*, cujo formato e coloração do corpo são semelhantes a folhas mortas e fragmentos de ramos, em um riacho da região de Carajás, Estado do Pará.

Comportamento social, outra grande categoria comportamental considerada por Keenleyside (1979), é definido como o conjunto das relações entre indivíduos de uma população. O mesmo autor considera quatro unidades básicas de comportamento social: distância individual (distância mínima mantida entre um animal e seus co-específicos), área de vida (área que um animal ou grupo percorre em suas atividades), território (área ocupada exclusivamente por um ou mais animais e defendida, por meio de advertência ou luta, contra invasores) e dominância (qualquer comportamento que permita a um animal ter prioridade sobre outro, seja em contexto reprodutivo ou alimentar).

Estudos sobre comportamento social em peixes de riachos brasileiros são praticamente inexistentes. Em geral, o que existe são informações de estrutura social associadas a distribuição no ambiente, alimentação ou defesa (*e.g.*, Sabino & Castro, 1990; Buck & Sazima, 1995). Um exemplo de estudo de comportamento social em peixes de água doce do Brasil é o trabalho de Sazima (1988). Neste estudo, feito em lagoas e corixos do Pantanal de Mato Grosso, a piranha *Catoprion mento* e o saguiri *Curimata spilura* (= *Cyphocharax gillii*) exibem comportamento territorial intra-específico nas proximidades de tufos submersos de plantas aquá-

ticas. Segundo Sazima (1988), para *Catoprion*, um Serrasalminae lepidófago, os tufos representam locais para tocaia e aproximação de presas, ao passo que para *Cyphocharax*, um Curimatidae fitófago, representam substrato para pastejo de perifíton.

Métodos para estudos comportamentais

Métodos de amostragem

Existem diferentes métodos para amostragem de comportamento, tais como *ad libitum*, animal-focal, amostragem de seqüência, amostragem de todas as ocorrências e amostragem instantânea (Altmann, 1974). Estes métodos amostrais não são apenas descritivos, pois os dados podem ser quantificados e sujeitos a tratamento estatístico (Brown & Downhower, 1988). A escolha do método mais adequado depende do objetivo da pesquisa, unidade de comportamento escolhida para se medir, instrumentos disponíveis, características do animal estudado e visibilidade (Lehner, 1998).

Para estudos comportamentais em peixes de riachos, os métodos que têm se mostrado mais adequados são os seguintes:

Método *ad libitum*. Nenhuma restrição é imposta às observações, que, no caso dos peixes, visam as espécies e comportamentos mais comuns de uma ictiocenose. É útil no início dos estudos, quando se necessita criar rapidamente um conjunto de informações acerca dos peixes a serem estudados. Os registros feitos com este método servem também como fonte para estudos futuros, mais elaborados (Lehner, 1998). Em riachos do Brasil, o método *ad libitum* tem sido usado principalmente nas fases iniciais de estudos comportamentais de peixes (*e.g.*, Buck & Sazima, 1995; Sabino & Zuanon, 1998).

Método de animal-focal. Neste método, um indivíduo é o foco das observações durante um determinado tempo amostral. Este indivíduo recebe prioridade nas observações, mas estas não ficam restritas a um único exemplar. No caso de estudos de comportamento social ou agonístico, por exemplo, pelo menos dois indivíduos são observados (Altmann, 1974). Em alguns casos, é possível observar pequenos grupos, como uma parte de um cardume. É importante estabelecer a duração de cada observação, o total de tempo observado e o tipo de comportamento a ser registrado. No caso de peixes de riachos, é importante que o tempo de observação seja ajustado de acordo com características da espécie, tipo de comportamento a ser registrado e possibilidade de visualização contínua do animal ao longo do período proposto. Em geral, tenho notado que sessões de observação com um, três ou cinco minutos têm sido adequadas para responder a maioria das

questões. Observações preliminares ajudam a calibrar a duração das sessões. Ao longo destas sessões pode-se registrar a frequência com que um determinado comportamento ocorre. Desse modo, é possível comparar, por exemplo, a ocorrência do comportamento em estudo entre os períodos diurno e noturno. O método de animal-focal é um dos mais usados em estudos de peixes no Brasil (e.g., Sazima, 1986; Buck & Sazima, 1995; Sabino, 1995).

Amostragem de seqüência. Neste método, o foco de atenção é uma seqüência comportamental. As observações não precisam ficar restritas a um indivíduo e recebe atenção aquele animal que iniciar a seqüência comportamental em estudo. De acordo com Lehner (1998), um observador experiente pode antecipar o início de uma seqüência comportamental ou prever a iminência de uma interação entre dois ou mais indivíduos. Em riachos brasileiros, o método de amostragem de seqüência tem sido usado para descrever táticas alimentares (e.g., Sabino & Castro, 1990), comportamento territorial (e.g., Sazima, 1988) ou interações entre invertebrados e peixes (e.g., Sabino, 1995).

Comentários gerais. Cada método apresentado tem uso específico e, dependendo do estudo, podem ser combinados de modo a aumentar a eficiência da coleta de dados (Lehner, 1998). Os trabalhos de Altmann (1974) e Lehner (1998) fornecem uma revisão detalhada da aplicabilidade, vantagens e limitações de cada método.

Por causa da confusão taxonômica existente na maioria dos grupos de peixes neotropicais, qualquer que seja o método escolhido para amostragem de comportamento, é indispensável a coleta de espécimes-testemunho, a serem depositados em coleções públicas.

Existem várias fontes de erros de amostragem, que podem causar efeitos indesejáveis em estudos comportamentais (Lehner, 1998). Por exemplo, movimentos bruscos do observador ou o uso de roupas coloridas podem afugentar os peixes (*observer effect*, Lehner, 1998). Associados principalmente à inexperiência do observador, existem outros erros, como os de percepção, registro e análise do comportamento, que fazem decair a qualidade do estudo (Figura 2). Para aumentar a confiabilidade dos dados, o pesquisador deve familiarizar-se com o animal, conferir suas anotações com a documentação fotográfica e em vídeo e comparar suas observações com as de outros pesquisadores (Lehner, 1998).

O uso de mergulho em estudos comportamentais

O estudo do comportamento animal não requer o uso de equipamentos sofisticados e caros (Lehner, 1998). Esta generalização é válida para a maioria dos estudos comportamentais com peixes de riachos. O pequeno porte, a vazão reduzida e a pouca profundidade da maioria dos riachos tornam estes ambientes apropriados para estudos comportamentais de baixo custo. Além do equi-

pamento básico de mergulho, o pesquisador deve munir-se da mesma curiosidade que motivava os antigos naturalistas, desenvolver um aguçado senso de observação e ter muita disposição para enfrentar as águas frias (às vezes geladas) dos riachos. A logística destes estudos é relativamente simples (Helfman, 1983) e tem sido usada com êxito, há décadas, em riachos de regiões temperadas (*e.g.*, Keenleyside, 1962).

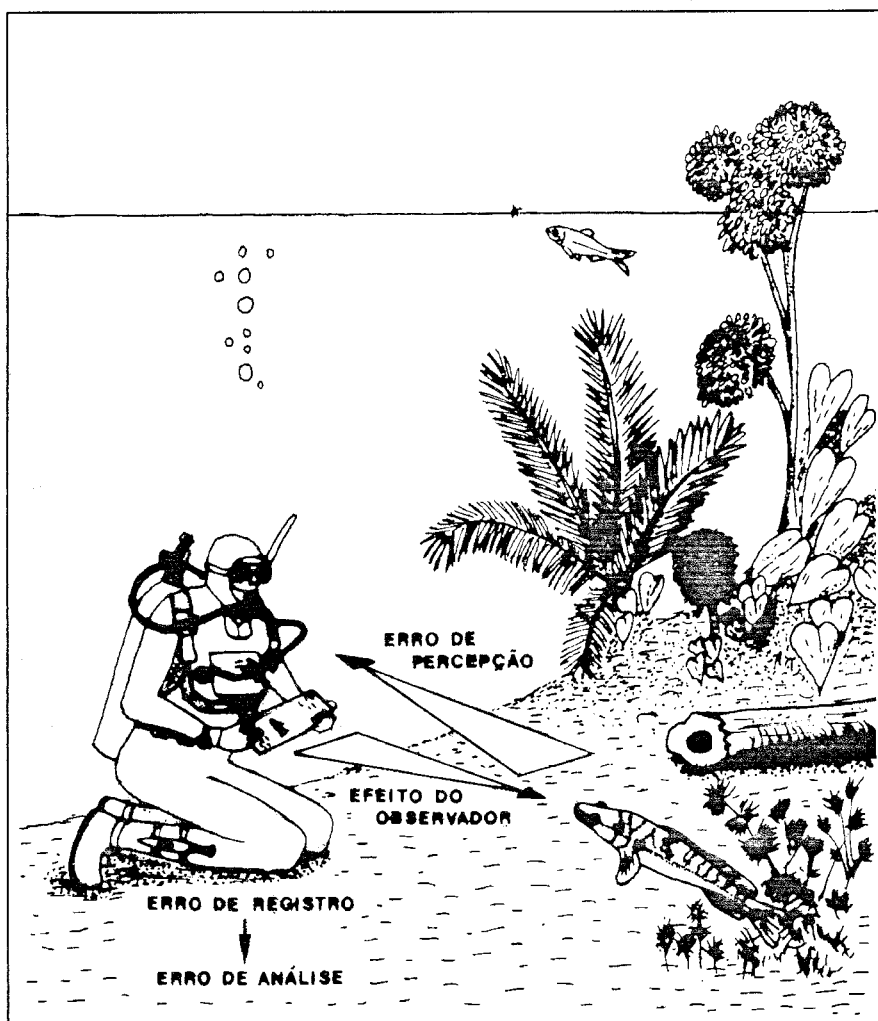


Figura 2. Principais tipos de erros em amostragem de comportamento (modificado de Lehner, 1998).

Mergulho livre. Este método é o mais barato, simples e que exige menor treinamento para se observar peixes no ambiente (Helfman, 1983). O material básico é uma máscara semi-facial, de preferência com grande campo visual, *snorkel*, nadadeiras e cinto de lastro. Outro item importante, indispensável para águas frias, é a roupa isotérmica de neoprene. Além de proteger o mergulhador das baixas temperaturas, também diminui os riscos de lesões e choques mecânicos, comuns em riachos de fundo rochoso. A roupa de neoprene deve ser escura (para perturbar menos os peixes) e se ajustar perfeitamente ao corpo do mergulhador (para restringir a circulação de água no seu interior).

A pequena profundidade e a vazão reduzida dos riachos traduz-se em segurança para a prática do mergulho livre. A hipotermia talvez seja um dos poucos, porém sérios, perigos neste tipo de estudo subaquático. No caso dos riachos, além das baixas temperaturas, a correnteza contribui para resfriar o mergulhador. Envolvido pela tomada de dados, o pesquisador pode distrair-se e não perceber que está entrando em hipotermia. Para diminuir este risco, principalmente em riachos mais frios como os da Mata Atlântica, deve-se dar preferência às roupas de neoprene grossas, com espessura de 7 ou 8 mm. Por restringir movimentos e exigir maior lastreamento (cerca de dez quilos), roupas grossas são mais desconfortáveis, mas apresentam baixa condutividade térmica e protegem mais que roupas finas, de 3 mm (Empleton, 1974). Para a maioria dos riachos brasileiros, entretanto, a roupa de neoprene com a melhor relação custo-benefício é a de 5 mm de espessura. Outra alternativa, mais cara mas muito eficiente para isolamento térmico, é a roupa seca. Este tipo de traje, ao contrário das roupas convencionais (“molhadas”), não permite a entrada de água entre o neoprene e a pele do mergulhador. Mesmo em águas muito frias (cerca de 13 a 15°C), a roupa seca propicia sessões de observação prolongadas, com segurança e conforto para o mergulhador. Porém, o seu emprego exige preparo técnico apurado; por exemplo, o equilíbrio hidrostático é mais delicado e seu uso tem particularidades curiosas, como a necessidade de colocação de fralda de incontinência urinária para evitar que a roupa seja “umedecida” por dentro.

Qualquer que seja a roupa escolhida, deve-se usar também capuz de neoprene, visto que a perda de calor pela cabeça é muito grande (Martins, 1991). O uso de nadadeiras deve ser restrito às situações em que se exija maior mobilidade, porque elas podem turvar a água ou perturbar os peixes. Entretanto, por questões de segurança, o mergulhador nunca deve estar descalço, pois a pele molhada fica mais exposta a lacerações. Botas de neoprene com sola de borracha ou tênis de cano alto protegem o pé e substituem adequadamente as nadadeiras na maioria das situações. Luvas de neoprene diminuem o tato, mas protegem do frio e ajudam o mergulhador a agarrar-se às pedras em locais de correnteza forte.

Embora seja o método mais barato, o mergulho livre apresenta limitações evidentes: ou se observa da superfície ou se mergulha por cerca de um minuto (Helfman, 1983). Isso dificulta, por exemplo, a observação de peixes em riachos

mais profundos, com águas escuras ou com muitas macrófitas no leito. Observações feitas a partir da superfície também dificultam o registro do comportamento de peixes camuflados, de pequeno porte ou de hábitos criptobióticos.

Os trabalhos de Sabino & Castro (1990) e Buck & Sazima (1995) são exemplos de estudos comportamentais de peixes, de baixo custo e com logística simples, que usam mergulho livre, em riachos no Brasil.

Mergulho autônomo. Ao contrário do mergulho livre, o uso de *scuba* (*Self-Contained Underwater Breathing Apparatus*) permite ao mergulhador realizar observações mais prolongadas e explorar ambientes de difícil acesso. Entre as vantagens do mergulho autônomo, destaco a possibilidade de as observações serem feitas na mesma profundidade em que se encontram os peixes (Fig. 2), além de reduzir o desgaste físico do mergulhador, dando-lhe maior conforto e segurança. As desvantagens do mergulho autônomo são o peso total do equipamento e a logística mais complicada. Todo o conjunto, considerando-se apenas um cilindro, válvula reguladora, console de instrumentos, manômetro, colete equilibrador, cinto de lastro, roupa e equipamento básico, pesa cerca de 25 quilos (em geral, neutro dentro da água). Em campanhas longas de campo, são necessários vários cilindros e um compressor de recarga de ar comprimido, pesado e caro. Outra restrição é o fato de, pelo menos no início, muitas espécies de peixes serem sensíveis aos sons, formas e deslocamento das bolhas de ar. Embora Sabino & Castro (1990) recomendem mais o uso de mergulho livre, minha experiência mais recente tem mostrado que a maioria dos peixes habitua-se aos distúrbios provocados pelas bolhas de ar.

Os cilindros de mergulho autônomo armazenam ar comprimido sob alta pressão (cerca de 200 kg/cm²) e, quando mal operados, apresentam risco potencial de acidentes (Martins, 1991). Assim, por questões de segurança, a iniciação ao mergulho autônomo deve ser feita obrigatoriamente por meio de curso regular, ministrado por instrutor credenciado.

Acredito que a popularização dos sistemas de respiração de circuito fechado (*rebreather*) venha, no futuro, resolver várias das limitações do mergulho autônomo convencional. Desenvolvido para mergulho militar e aperfeiçoado para cavernas, o equipamento de respiração de circuito fechado ainda é muito caro, mas não solta bolhas de ar seguidamente e, como tem grande autonomia, elimina a necessidade do compressor para recargas ou o deslocamento de numerosos cilindros convencionais para o campo. Entretanto, como exige treinamentos avançados, seu uso está restrito a poucos mergulhadores.

Mesmo apresentando diversas vantagens sobre o mergulho livre, há poucos estudos comportamentais de peixes de riachos brasileiros que tenham usado mergulho autônomo (Sabino & Sazima, 1999).

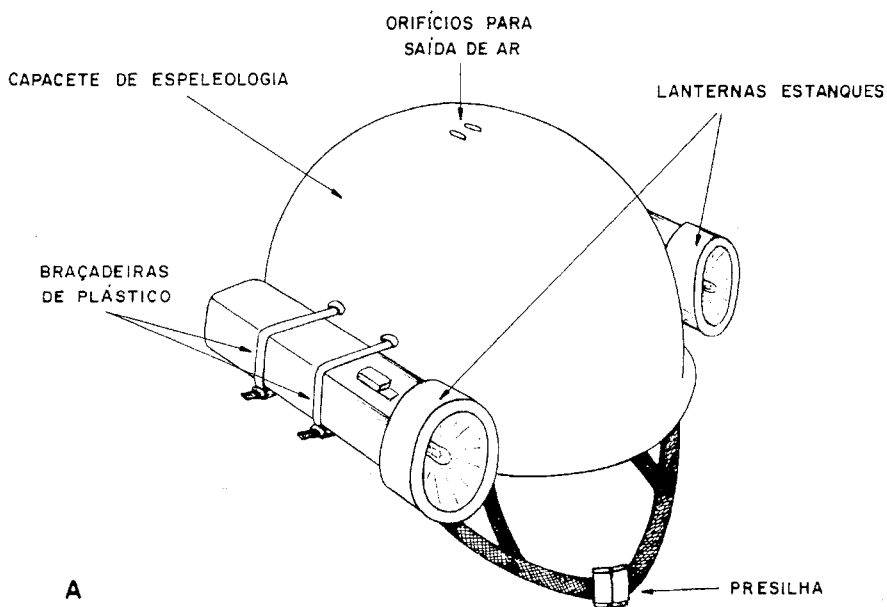
Mergulho noturno. Na maioria dos estudos comportamentais são também necessárias observações noturnas. Elas são fundamentais quando, por exemplo, se deseja estudar o comportamento de peixes de atividade noturna *e.g.*, Sabino & Castro (1990) ou comparar ritmos de atividade entre diferentes períodos (*e.g.*, Buck & Sazima, 1995).

Tarefas desempenhadas com facilidade durante o dia, tornam-se surpreendentemente complexas à noite (Helfman, 1983). Entre os riscos do mergulho noturno em riachos, ressalto a possibilidade de o mergulhador desorientar-se espacialmente, ser atingido por objetos arrastados pela correnteza ou ter falhas na iluminação. Por isso, os mergulhos noturnos requerem precauções de segurança e treinamentos adicionais. Objetivos e equipamentos devem ser reduzidos, para evitar que o mergulhador se disperse (Helfman, 1983). Nos mergulhos noturnos, o apoio externo também deve ser maior, com pelo menos uma pessoa fora da água. Em riachos com vazão e profundidade maiores, deve haver um bote de apoio, sinalizado com lâmpada estroboscópica portátil. Além disso, para se estabelecer o limite à jusante da área estudada, deve-se colocar um cabo de superfície atravessando o rio, amarrado a duas árvores marginais, por exemplo. Este cabo, com cerca de 10 mm de diâmetro, pode ser sinalizado com bastões de luz química (*cyalume stick*, Helfman, 1983). Nos mergulhos noturnos é indispensável que se inspecione a área com antecedência, durante o dia, detectando-se possíveis pontos com risco de acidentes. Finalmente, deve-se ter atenção redobrada às chuvas intensas (trombas d'água), que aumentam repentinamente a vazão do riacho e, à noite, são menos perceptíveis.

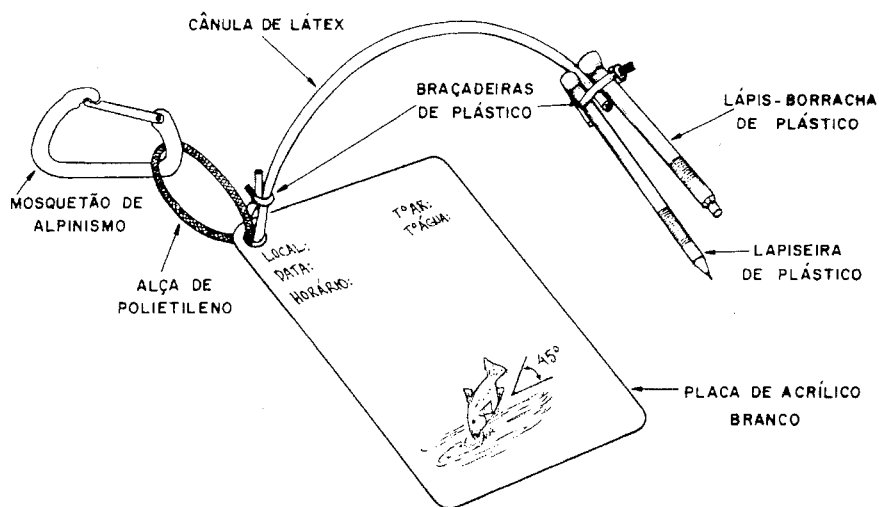
Iluminação é fundamental para o sucesso dos mergulhos noturnos; pelo menos duas lanternas devem ser usadas, uma principal, mais forte, e outra de apoio. A luz forte e branca da lanterna principal ajuda nas coletas com puçá, visto que, à noite, peixes diurnos estão inativos e os noturnos podem desorientar-se com a luz. Lanternas com lâmpadas vermelhas perturbam menos e são úteis para observação de certos peixes noturnos (Helfman, 1983). Por causa da propagação limitada da luz vermelha na água, as observações devem ser feitas de perto (no máximo a 1 m de distância). Lanternas de cabeça estanques são úteis, pois liberam as mãos. Um iluminador de cabeça simples pode ser montado com um capacete de espeleologia, ao qual se fixam duas lanternas estanques (Fig. 3-A). Bastões de luz química também dão bons resultados para observações do comportamento de peixes, à noite.

Considerações gerais sobre o uso de mergulho. Ao escolher o método mais adequado, o pesquisador deve considerar a relação de custo-benefício, a logística e a segurança. O planejamento cuidadoso de cada sessão de mergulho contribui para que os objetivos do estudo sejam alcançados.

Para manter a qualidade das observações, considero que a duração máxima de uma sessão de mergulho deva ser de 60 minutos, com um máximo de quatro ou cinco sessões por dia. Em campanhas intensas de campo, há uma tendência a



A



B

Figura 3. Equipamentos adaptados para uso em estudos subaquáticos. A - Iluminador de cabeça, feito com capacete plástico de espeleologia. B - Placa de anotações subaquáticas.

exceder os limites sugeridos. Nesse caso, é altamente desejável que o mergulhador tenha um condicionamento físico adequado. Mesmo pressionado por cronogramas, não se deve mergulhar cansado. Nunca mergulhar sozinho é uma regra fundamental de segurança que deve ser sempre respeitada (Empleton, 1974). Por isso, todo projeto que envolva observações subaquáticas deve considerar a necessidade de, no mínimo, dois mergulhadores (Helfman, 1983).

Métodos alternativos para observação de comportamento

O mergulho é, sem dúvida, a melhor maneira de se observar peixes em seu ambiente natural. Entretanto, em algumas situações (*e.g.*, em riachos muito rasos ou quando o pesquisador não mergulha), existe a possibilidade de se observar os peixes a partir das margens. Neste caso, para facilitar as observações, pode-se usar óculos com lentes polarizadoras (Lowe-McConnell, 1991), que atenuam os reflexos da superfície da água. De modo similar, câmeras fotográficas com filtros polarizadores também podem ser empregadas para observação e registro do comportamento. Observações a partir da margem podem ser complementadas com mergulho (Sazima, 1988). Outra maneira de se observar os peixes de fora da água seria através de um aparelho bastante simples, constituído de um balde com fundo de vidro (*lookbox*, Helfman, 1983; Uieda, 1984). Este equipamento pode ser construído com um balde de tamanho médio (cerca de 15 litros), trocando-se o fundo de plástico por uma placa de vidro, colada com selador de silicone. Tanto o balde como os óculos polarizados trazem limitações aos estudos comportamentais em riachos. Mesmo estacionária, a imagem de uma pessoa fora da água, em geral, perturba os peixes de modo mais intenso que a presença de um mergulhador.

Registro de observações subaquáticas

Placa de anotações. A maneira mais simples para se registrar observações subaquáticas é com o auxílio de uma placa de acrílico branco (Figura 3-B). Esta placa funciona como uma pequena lousa e pode ser confeccionada com acrílico de 3 mm de espessura. Embora possa ter dimensões variadas, tamanhos entre 12 x 20 cm e 14 x 22 cm são mais adequados aos estudos de riachos. Placas maiores, comumente usadas em estudos marinhos, podem afugentar os peixes ou quebrar-se com a correnteza. As anotações devem ser feitas com lapiseira de plástico (grafite nº 2), presa a um dos cantos da placa por uma cânula de látex, com cerca de 30 cm de comprimento. Um lápis-borracha de plástico deve ser atado com braçadeira à cânula de látex, ao lado da lapiseira. Todo o conjunto deve ser preso por uma alça, feita com cabo de polietileno, a um pequeno mosquetão de montanhismo. Esta precaução é fundamental em estudos de riachos, pois evita que a placa seja acidentalmente levada pela correnteza. À noite, pode-se iluminar a lousa com bastão de luz química. Para facilitar as anotações, a placa de acrílico deve ser lixada com palha de aço. Perguntas, protocolos, tabelas ou dados ambientais rotineiros podem estar

previamente escritos na placa, de modo a simplificar o trabalho subaquático. Entre as restrições à placa de acrílico, Helfman (1983) ressalta o fato dela ser branca e visível (o que pode espantar alguns peixes) e o fato de o mergulhador ter de usar as duas mãos para fazer as anotações. Para manter o registro original, o pesquisador pode fotocopiar as placas. Outra alternativa é a transcrição para o caderno de campo, sem alterar ou interpretar os dados (Lehner, 1998).

Placa de anotações tem sido rotineiramente usada em diferentes estudos subaquáticos em riachos brasileiros (e.g., Sazima, 1988; Sabino & Castro, 1990; Buck & Sazima, 1995).

Fotografia. O registro do ambiente, dos animais e de seu comportamento tem sido feito amplamente com o emprego de equipamento fotográfico (Lehner, 1998). A documentação fotográfica auxilia na interpretação dos dados comportamentais e é útil em apresentações ou publicações científicas (Helfman, 1983). Técnicas de fotografia subaquática são fornecidas nas obras de Angel (1982) e Seaborn (1988).

Existem basicamente duas categorias de equipamento para fotografia subaquática: câmeras estanques (“anfíbias”) ou câmeras convencionais protegidas por sistemas estanques. Entre as câmeras estanques, existem desde os modelos mais simples e baratos, como a Prima AS-1 (Canon), até os mais sofisticados, como a Nikonos-V (Nikon), que tem lentes intercambiáveis e excelente qualidade óptica. As duas câmeras citadas anteriormente não são *reflex*, o que dificulta, pelo menos no início, o enquadramento e o foco. A melhor câmera estanque já produzida foi a Nikonos-RS. Trata-se do único modelo estanque e *reflex* (que possibilita visualizar o que está sendo fotografado através do seu visor). Além de ter um visor grande (que facilita o enquadramento embaixo da água), possui lentes intercambiáveis auto-foco, incorpora eletrônica e óptica avançadas e pode ser acoplada a *flash* computadorizado (TTL). A Nikonos-RS foi o equipamento mais sofisticado e caro do mercado e sua produção foi interrompida em 1997.

A outra categoria de equipamento fotográfico é a das câmeras convencionais (35 mm *reflex*) protegidas por sistemas estanques. Neste caso, o conjunto é formado pelo corpo da câmera, lentes intercambiáveis, *flashes*, cabo de sincronismo e caixa estanque. Uma configuração básica é formada por uma câmera auto-foco 35 mm, uma lente grande-angular (24 ou 28 mm) adequada para registrar ambientes, uma lente macro (55 ou 60 mm) própria para fotografia de detalhes, e dois *flashes* com os respectivos cabos de sincronismo. Ao adquirir o equipamento, deve-se respeitar a compatibilidade de todo o conjunto. A maioria das caixas estanques são confeccionadas em acrílico e, por meio de botões externos, pode-se ter acesso aos controles da câmera fotográfica. A vantagem deste tipo de equipamento é que se monta um conjunto estanque, com câmera *reflex*, menos dispendioso que a Nikonos-RS. A principal desvantagem é que os sistemas estanques geralmente são maiores e mais pesados que as câmeras estanques “anfíbias” (e.g., Nikonos-V). A evolução dos sistemas

estanques, reduzindo seu tamanho e melhorando a interface com as câmeras, parece ser a tendência da indústria fotográfica.

Uma alternativa mais barata que as caixas estanques são os envelopes estanques (Ewa-Marine), confeccionados em PVC. Neste sistema, uma câmara *reflex* convencional é protegida por um envelope vedado e pode ser usada em pequenas profundidades (até 10 m). Os Ewa-marine são mais delicados e menos duráveis que seus concorrentes mais caros; após cerca de dois anos de uso, podem romper-se com certa facilidade.

Os trabalhos de Sazima (1988), Sazima & Buck (1995) e Sabino (1995) exemplificam a importância de fotografia em estudos comportamentais de peixes de riachos brasileiros.

Vídeo. A gravação em vídeo auxilia em estudos de comportamento porque permite ao pesquisador registrar aspectos dificilmente perceptíveis com observação direta. O registro em vídeo possibilita o exame repetido das situações gravadas, além de permitir o “congelamento” da imagem e a análise dos dados quadro-a-quadro. Nesta área, a tecnologia e o mercado evoluem rapidamente, de modo que a cada ano há troca dos modelos existentes. Atualmente, os equipamentos que reúnem a melhor relação custo-benefício, por terem boa qualidade de imagem e som, além de tamanho compacto, são as câmeras digitais (conhecidas como DV-Cam). Da mesma forma que nas câmeras fotográficas, as caixas estanques também devem ser específicas aos modelos de câmeras de vídeo. As caixas estanques da Ikelite, com representante no Brasil, e da Croma, fabricante nacional, apresentam boa qualidade quanto à vedação, durabilidade e facilidade de uso. Um sistema de iluminação estanque, com luz primária e de apoio, deve acompanhar o equipamento de vídeo subaquático.

Mesmo com os recursos que o vídeo oferece para análise de comportamento, são raros os estudos de peixes de riachos brasileiros que tenham usado este tipo de registro (*e.g.*, Sabino & Sazima, 1999).

Perspectivas em estudos comportamentais de peixes de riachos

Os poucos estudos disponíveis sobre comportamento de peixes de riachos brasileiros fornecem um cenário promissor e estimulante. Estudos naturalísticos, com observações subaquáticas, permitem um conhecimento refinado da ictiofauna e podem servir de base para outras linhas de investigação (*e.g.*, ecologia de comunidades, ecomorfologia, ecofisiologia e conservação). Esta visão é reforçada por Angermeier & Karr (1984), que afirmam que estudos básicos em comunidades de

peixes facilitam a compreensão dos mecanismos e processos que mantêm os conjuntos faunísticos. O conhecimento de elementos básicos das ictiocenoses de riachos encorajam também a elaboração de testes de hipótese ou manipulações experimentais em estudos posteriores (*e.g.*, Sazima, 1988).

Riachos brasileiros são sistemas adequados para realização de estudos naturalísticos, ainda pouco explorados. Investigações nestes ambientes podem focar aspectos como comportamento alimentar, reprodutivo e defensivo, além de comparações de ictiocenoses, que parecem evidenciar padrões de similaridade comportamental. Técnicas de mergulho em estudos de comportamento resultam em uma forma eficaz e barata para explorar riachos, de grande valor científico e pedagógico (Sazima & Caramaschi, 1989; Sabino & Castro, 1990). Estudos subaquáticos possibilitam um fluxo de informações de história natural rápido e confiável e não devem ser negligenciados em estudos ictiofaunísticos. Além disso, o mergulho é pouco impactante, principalmente quando comparado com outros métodos considerados pouco seletivos, como pesca com rotenona ou eletropesca.

Peixes ósseos são os vertebrados predominantes, com cerca de 24.000 espécies viventes (Grande, 1995). Embora esta estimativa possa variar de um autor para outro, Osteichthyes representam cerca de 50% de todas as espécies de vertebrados atuais. Apesar de numerosos, os peixes não são elementos tão conspícuos como aves e mamíferos e raramente chamam a atenção de entidades conservacionistas ou órgãos governamentais para aspectos de conservação (Greenwood, 1992). Paradoxalmente, em riachos brasileiros, muitas espécies de peixes estão expostas a pressões como destruição de biótopos, pesca e poluição. Por exemplo, a exploração de espécies ornamentais em igarapés da Amazônia é baseada em métodos puramente extrativistas, com altas taxas de mortalidade nas etapas intermediárias do processo de comercialização (Leite & Zuanon, 1991). Segundo estes autores, estudos de história natural de espécies ornamentais podem contribuir para um melhor entendimento das relações entre os peixes e seu ambiente natural, bem como subsidiar políticas específicas de exploração das espécies.

Estudos subaquáticos com ênfase em história natural, além do valor científico e pedagógico já citados, também permitem explorar aspectos estéticos dos peixes. Fotografias e vídeos podem ser empregados em divulgação científica, tornando os peixes “mais visíveis” à sociedade. Plagiando os primatólogos, podemos eleger algumas espécies de peixes de riachos, como *Mimagoniates microlepis*, como símbolos da necessidade de preservação destes ambientes (Weitzman *et al.*, 1996). Ao ressaltar a beleza dos animais, a linha de estudos naturalísticos pode sensibilizar o público leigo, estimulando o conhecimento e a afeição para com os peixes e seus ambientes. Sob este prisma, os estudos sobre comportamento de peixes brasileiros podem também favorecer as relações entre pesquisadores, entidades de conservação e órgãos financiadores.

Agradecimentos

A Ivan Sazima, pelo seu “pioneirismo inspirador” na área de estudos subaquáticos de história natural de peixes, pela sua influência em minha formação e pela revisão do manuscrito. A Jansen A.S. Zuanon, parceiro de mergulhos gelados, pela leitura criteriosa do manuscrito e sugestões pertinentes. A Paulo I. K. do Prado, pelas críticas e valiosas sugestões ao manuscrito. A Jorge Rodolfo Lima, pela revisão do *abstract*. A Édna Brondi Sabino, minha mãe, que mesmo não sabendo dar uma braçada, sempre me apoiou em todas as etapas de minha formação; seus chocolates quentes após os mergulhos são inesquecíveis.

Referências bibliográficas

- AGASSIZ, L. & E. AGASSIZ. 1867. *A Journey in Brazil*. Ticknor & Field, Boston, 540 pp.
- ALCOCK, J. 1993. *Animal Behavior*. Sinauer Associates, Sunderland, 625 pp.
- ANGEL, H. 1982. *A Fotografia de Natureza*. Publiclub, Lisboa. 168 pp.
- ANGERMEIER, P. I. & J. R. KARR. 1984. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. pp. 39-57. In: Zaret, T.M. (ed.), *Evolutionary Ecology of Neotropical Freshwater Fishes*. The Hague, Netherlands.
- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, **49**: 227-265.
- ARANHA, J.M.; CARAMASCHI E.P. & U. CARAMASCHI. 1993. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no rio Alambari (Botucatu, São Paulo). *Revista Brasileira de Zoologia*, **10**: 453-466.
- BATES, H. W. 1979. Um naturalista no rio Amazonas. EDUSP, Itatiaia, Belo Horizonte, 300 pp.
- BÖHLKE, J.E.; WEITZMAN, S.H. & N. A. MENEZES. 1979. Estado atual da sistemática de peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazonica*, **8**: 657-677.
- BROWN, L. & J.F. DOWNHOVER. 1988. *Analyses in Behavioral Ecology*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, 194 pp.
- BUCK, S.M. & I. SAZIMA. 1995. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, **6**: 325-332.

- CARAMASCHI, E.P. 1986. *Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 245 pp.
- CASATTI, L. 1996. *Biologia e Ecomorfologia dos Peixes de um Trecho de Corredeiras no Curso Superior do Rio São Francisco, São Roque de Minas, MG*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. 90 pp.
- CASATTI, L. & R.M.C. CASTRO. 1997. A fish community of the São Francisco River headwater riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **9**: 229-242.
- COSTA, W.J.E.M. 1987. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, Rio Mato Grosso, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, **22**: 145-153.
- CURIO, E. 1976. *The Ethology of Predation*. Springer-Verlag, Berlin, 250 pp.
- EDMUNDS, M. 1974. *Defense in Animals*. Longman Group, Harlow, 357 pp.
- EIBL-EIBESFELDT, I. 1979. *Etologia*. Ediciones Omega, Barcelona, 643 pp.
- EIGENMANN, C.H. 1917-1929. The American Characidae. *Memories of Museum of Comparative Zoology*, Harvard College, **43** (1-5 parts).
- EISNER, T. & E.O. WILSON. 1975. *Animal Behavior: Readings from Scientific American*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 339 pp.
- EMPLETON, B.E. (ed.). 1974. *The New Science of Skin and Scuba Diving*. YMCA, Association Press, New York, 288 pp.
- GARUTTI, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna de um córrego na região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, **48**:747-759.
- GOULDING, M. 1980. *The Fishes and the Forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press, Los Angeles, 280 pp.
- GRANDE, L. 1995. Fish Through the Ages. pp. 27-31. In: Paxton, J.R. & W.N. Eschmeyer (eds.). *Encyclopedia of Fishes: A Comprehensive Guide by International Experts*. Academic Press, San Diego.
- GREENWOOD, P.H. 1992. Are the major fish faunas well-known? *Netherlands Journal of Zoology*, **42**: 131-138.
- HELFMAN, G.S. 1983. Underwater Methods. pp. 349-369. In: Nielsen, L.A. & D.L. Johnson (eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda.

- HENDERSON, P.A. 1990. Fish of Amazonian igapó: stability and conservation in a high diversity-low biomass system. *Journal of Fish Biology*, **37**: 61-66.
- HUMBOLDT, A. VON 1852. *Personal Narrative of Travels to the Equinoctial Regions of America, During the Years 1799-1804*. Henry G. Bohn, London. 5 volumes.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. 1962. Skin-diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi River, New Brunswick. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **19**: 625-634.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. 1979. *Diversity and Adaptations in Fish Behaviour*. Springer-Verlag, Berlin, 208 pp.
- KNÖPPEL, H. A. 1970. Food of central Amazonian fishes: contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain forest streams. *Amazoniana* **2**: 257-352.
- LEHNER, P.N. 1998. *Handbook of Ethological Methods*. 2nd Edition, Cambridge University Press, 672 pp.
- LEITE, R.G. & J.A.S. ZUANON. 1991. Peixes ornamentais - Aspectos de comercialização, ecologia, legislação e propostas de ações para um melhor aproveitamento. pp. 327-331. In: Val, A.L.; F. Figliuolo & E. Feldberg (eds.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Imprensa Universitária, Manaus.
- LORENZ, K. 1981. *The Foundations of Ethology*. Spring-Verlag, Berlin, 466 pp. (versão em português, Editora da Unesp, 1993).
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press, Cambridge, 382 pp.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1991. Natural history of fishes in Araguaian and Xingu tributaries, Serra do Roncador, Mato Grosso, Brazil. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, **2**: 63-82.
- MAGALHÃES, A.C. 1931. *Monographia Brasileira de Peixes Fluviaes*. Graphica Graphicars, São Paulo, 231 pp.
- MARTINS, V. 1991. *A Aventura do Mergulho*. Callis Editora, São Paulo, 223 pp.
- MENEZES, M.S. & E.P. CARAMASCHI. 1994. Características reprodutivas de *Hypostomus* grupo *H. punctatus* no rio Ubatiba, Maricá, RJ (Osteichthyes, Siluriformes). *Rev. Brasil. Biol.*, **54** (3): 503-513.
- McFARLAND, D. 1985. *Animal Behaviour: Psychobiology, Ethology and Evolution*. Longman, London, 576 pp.

- PARRISH, J. 1995. Fish Behavior. pp. 42-47. In: Paxton, J.R. & W.N. Eschmeyer (eds.). *Encyclopedia of Fishes: A Comprehensive Guide by International Experts*. Academic Press, San Diego.
- PITCHER, T.J. (ed.). 1993. *Behaviour of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London, 715 pp.
- POWER, M. 1984. Depth distributions of armored catfish: predator-induced resource avoidance? *Ecology*, **65**: 523-528.
- RIBEIRO, A.M. 1908. Peixes da Ribeira. *Kosmos*, Rio de Janeiro, **5**:1-5.
- SABINO, J. 1995. Fish mutilation by the freshwater shrimps *Macrobrachium olfersi* (Decapoda: Palaemonidae) in an Atlantic Forest stream, southeastern Brazil. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, **6**: 345-348.
- SABINO, J. & I. SAZIMA. 1999. Association between fruit-eating fishes and foraging monkeys in western Brazil. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*.
- SABINO, J. & J.A. ZUANON. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, **8**:201-210
- SABINO, J. & R.M.C. CASTRO. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, **50**: 23-36.
- SÃO THIAGO, H. 1990. *Composição e distribuição longitudinal da ictiofauna do rio Parati-Mirim (RJ) e período reprodutivo das principais espécies*. Dissertação de Mestrado. Museu Nacional / Universidade Federal do Rio de Janeiro. 165 pp.
- SAZIMA, I. 1980. Behavior of two Brazilian species of parodontid fishes, *Apareiodon piracicabae* and *A. ibitiensis*. *Copeia*, 1980 (1): 166-169.
- SAZIMA, I. 1986. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. *Journal of Fish Biology*, **29**: 53-65.
- SAZIMA, I. 1988. Territorial behaviour in a scale-eating and a herbivorous neotropical characiform fish. *Revista Brasileira de Biologia*, **48**: 189-194
- SAZIMA, I. & E. P. CARAMASCHI. 1989. Comportamento alimentar de duas espécies de Curimatidae, sintópicas no Pantanal de Mato Grosso (Osteichthyes, Characiformes). *Revista Brasileira de Biologia*, **49**: 325-333.
- SAZIMA, I. & F. A. MACHADO. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, **28**:17-31
- SAZIMA, I. & J.P. POMBAL. 1988. Mutilação de nadadeiras de acarás, *Geophagus brasiliensis*, por piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. *Revista Brasileira de Biologia*, **48**: 477-483

- SAZIMA, I. & V.S. UIEDA. 1979 (a). Adaptações defensivas em jovens de *Oligoplites palometa* (Pisces, Carangidae). *Revista Brasileira de Biologia*, **39**: 687-694.
- SAZIMA, I. & V.S. UIEDA. 1979 (b). Is the night-time resting behavior of young needlefish an example of nocturnal disguise? *Biotropica*, **11**: 308-309.
- SEABORN, C. 1988. *Underwater Photography*. Amphoto, New York, 144 pp.
- SILVA, C.P.D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candiru, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, **23**: 271-285.
- SOARES, M.G.M. 1979. Aspectos ecológicos (alimentação e reprodução) dos peixes do igarapé do Porto. *Acta Amazonica*, **9**: 325-352.
- TRAJANO, E. 1989. Estudo do comportamento espontâneo e alimentar e dieta do bagre cavernícola, *Pimelodella kronei*, e seu provável ancestral epígeo, *Pimelodella transitoria* (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Biologia*, **49**: 757-769.
- TRAJANO, E. 1996. Os peixes que (sobre) vivem em cavernas. *Ciência Hoje*, **122**: 16-19.
- TINBERGEN, N. 1989. *The Study of Instinct*. Clarendon Press, Oxford, 228 pp.
- UIEDA, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. *Revista Brasileira de Biologia*, **44**: 203-213.
- UIEDA, V.S. 1995. *Comunidade de peixes de um riacho litorâneo: composição, habitat e hábitos*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 229 pp.
- VANZOLINI, P.E. & N. PAPAVERO. 1967. *Manual de Coleta e Preparação de Animais Terrestres e de Água Doce*. Departamento de Zoologia, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 223 pp.
- WALLACE, A.R. 1853. *Narrative of Travels on Amazon and Rio Negro*. Reeve & Co., London, 363 pp.
- WEITZMAN, S.H.; MENEZES, N.A. & J.R. BURNS. 1996. Species of the Glandulocaudinae tetra tribe Glandulocaudini: the genus *Mimagoniates*. *Tropical Fish Hobbyist*, **54**: 184-194.
- WINEMILLER, K.O. 1992. Ecomorphology of Freshwater Fishes. *National Geographic Research & Exploration*, **8**: 308-327.
- ZAMPROGNO, C. & G.V. ANDRADE. 1986. Camuflagem em jovens de pacu, *Myleus* sp. (Characiformes, Myleinae). *Revista Brasileira de Biologia*, **46**: 415-418.

Endereço:

JOSÉ SABINO

Museu de História Natural - Instituto de Biologia - C.P. 6109

Universidade Estadual de Campinas

13083-970 - Campinas - SP

E-mail: sabino@nepam.unicamp.br