



## Introdução

A América do Sul apresenta a fauna de peixes de água doce mais rica do mundo, com uma grande diversidade morfológica e adaptativa. No Brasil, cerca de 85% das espécies são peixes primariamente de água doce (Ostariophysi) e, os restantes, peixes de grupos marinhos que invadiram secundariamente a água doce (Malabarba & Reis, 1987). Segundo Böhlke *et al.* (1978), esta fauna é uma das menos conhecidas do mundo, com um total estimado de 30 a 40% de espécies ainda não descritas. São relativamente poucos os trabalhos acerca da estrutura e história natural da fauna de peixes de água doce que, além disso, contenham uma boa caracterização, com dados acerca dos parâmetros abióticos, de rios de pequeno a médio porte.

A quantidade de informações disponíveis acerca da ecologia de peixes de rios é consideravelmente menor do que aquela disponível para as espécies de peixes marinhos, devido não somente ao valor econômico comparativamente menor dos primeiros, mas também, em grande parte, às dificuldades envolvidas nas técnicas de amostragem em rios, um problema ainda por ser resolvido (Whitton, 1975). Segundo Malabarba & Reis (1987), o pouco conhecimento acerca da composição da fauna de peixes de água doce da América do Sul deve-se, entre diversos fatores, à grande diversidade de espécies existentes, à falta de coletas em diversas regiões - de acesso custoso ou difícil - e ao pequeno número de pesquisadores que tem se dedicado ao estudo taxonômico dos peixes.

Não somente em estudos puramente taxonômicos, mas também em estudos nos quais se pretende obter dados acerca da biologia e ecologia de peixes, há a necessidade da captura de exemplares, isolados ou como amostragens populacionais. Como os peixes apresentam certa especialização ecológica, tendo preferências por certos tipos de ambiente, é necessário considerar cuidadosamente estas preferências ambientais em estudos ictiofaunísticos.

Para a escolha dos métodos de captura a serem utilizados, Lagler (1971) faz as seguintes recomendações:

- 1) conhecer a hidrografia (forma da bacia e características da água), pois as características do ambiente afetam a distribuição dos peixes e a operação dos apetrechos de coleta;
- 2) conhecer os peixes, pois o conhecimento de seus hábitos permite ajustar e modificar os métodos para maximizar a eficiência das coletas;
- 3) conhecer os diversos métodos de captura e sua seletividade, a qual, por sua vez, depende das características dos ambientes e espécies amostradas.

Além das características do ambiente e dos hábitos dos peixes, para definir os instrumentos de coleta a serem utilizados é importante uma boa definição dos

objetivos e do tipo de trabalho que se pretende desenvolver. Qualquer que seja o ambiente escolhido pelo pesquisador, para o planejamento da pesquisa é essencial a delimitação de objetivos claros e precisos. A definição do tipo de trabalho que se pretende desenvolver deve levar em conta os recursos e meios de que se dispõe e também o tempo com que se conta para apresentar os resultados. Segundo Rey (1993), os objetivos são fixados quando se estabelecem quais são as observações a fazer, os fatos a analisar ou a hipótese a testar, bem como a metodologia para se atingir esses propósitos.

Primeiramente apresentaremos uma breve descrição das principais características abióticas (morfométricas, físicas e químicas) dos riachos que devem ser analisadas e que, além de caracterizar o ambiente de estudo, irão auxiliar na seleção dos instrumentos de coleta. Depois, faremos um apanhado dos principais métodos de coleta e fixação de exemplares, passíveis de aplicação em riachos, salientando as situações em que podem ser utilizados (baseado nas características do riacho, dos peixes e da natureza do trabalho), assim como as vantagens, desvantagens e seletividade dos mesmos.

### **Características ambientais**

Rios e riachos, denominados de ambientes lóticos, são caracterizados por um fluxo de água forte e unidirecional. Nestes ambientes lóticos, o fluxo, os processos de erosão e deposição e o substrato são dominantes (Jeffries & Mills, 1990). Pelo fato de um rio ser um sistema aberto, com um fluxo contínuo da fonte à foz (Schäfer, 1985), algumas de suas características se alteram ao longo de seu curso, as quais, por sua vez, exercem forte influência sobre a composição das comunidades.

Assim, a primeira fase do planejamento de uma coleta consiste em averiguar quais os tipos de ambientes, e suas características, encontrados na região de estudo para programar sua exploração (Vanzolini & Papavero, 1967). Um rio oferece, dentro de um determinado trecho de seu curso, variações grandes e importantes nas condições ambientais, podendo ser encontrados: trechos encachoeirados, corredeiras e remansos, áreas sombreadas e expostas, trechos rasos e profundos, fundos de lama e fundos de areia, seixos ou blocos. Além destas variações no tamanho e topografia do canal principal, diferenças nas características físicas e químicas da água também são verificadas.

Diversos fatores ambientais exercem forte influência sobre a distribuição dos organismos, sendo considerados os mais importantes: a morfologia do rio (volume, profundidade e declive), a velocidade da corrente, o substrato e o tipo e quantidade de partículas em suspensão na água (Hynes, 1970; Whitton, 1975; Schäfer, 1985).

A morfologia do rio, analisada a partir de dados de profundidade, largura e declividade, pode variar de bastante acidentada, típica de riachos de cabeceira, até uniforme, em riachos de planície. A maior declividade, associada a diferenças de profundidade, determina a formação de trechos encachoeirados e trechos de poção e corredeiras intercalados. Segundo Jeffries & Mills (1990), o fluxo e os regimes de erosão e deposição esculpem o leito do rio, criando um padrão típico de corredeiras alternadas com poções. As corredeiras são rasas, com substrato grosso e correnteza forte; os poções são fundos, com substrato fino e correnteza moderada a fraca.

A velocidade da corrente, considerada como o fator ecológico de maior importância em ambientes lóticos, está relacionada com o tipo de substrato e o balanço de oxigênio, controlando a ocorrência e abundância das espécies (Hynes, 1970; Schäfer, 1985).

Quanto ao substrato de fundo, passando da cabeceira à foz do rio, existe, no geral, uma redução do tamanho das partículas do substrato e, portanto, nas irregularidades do fundo (Brown, 1975). Enquanto nas porções superiores do rio, de maior declividade e velocidade da corrente, as rochas e matacões servem para prover abrigo e proteção contra a correnteza, nas porções inferiores esta função é desempenhada pela vegetação submersa, tais como macrófitas, troncos e galhos de árvores (Brown, 1975).

A quantidade de partículas em suspensão na água, associada à natureza do substrato de fundo, tem uma forte influência sobre o grau de transparência da água e esta, por sua vez, sobre a distribuição dos organismos. Em águas com maior transparência, abrigos constituídos de rochas do fundo, vegetação marginal submersa ou detritos vegetais acumulados no fundo, são importantes refúgios para os peixes.

Outras características da água, como temperatura, concentração de oxigênio e pH, são importantes para caracterização dos ambientes trabalhados. No geral, estas características são fortemente influenciadas pela correnteza, tipo de substrato e morfologia do rio. A existência de vegetação ripária também pode alterar muitas características da ecologia do corpo d'água, tais como: luminosidade, temperatura, estabilidade das margens, entrada de material alóctone (plantas e animais) e produtividade autóctone (Jeffries & Mills, 1990). Além desta vegetação arbórea, plantas representadas por vegetação arbustiva marginal submersa e macrófitas aquáticas constituem uma característica de forte influência sobre a estrutura das comunidades, por prover abrigo e alimento a uma grande diversidade de invertebrados e vertebrados.

Pelo fato de todas estas características ambientais exercerem forte influência sobre a distribuição dos peixes em riachos, sua avaliação antes e ao longo dos traba-

Ihos de amostragem da ictiofauna é imprescindível para a delimitação dos métodos de coleta mais adequados para cada situação analisada. Além disso, o conhecimento destas características ambientais pode permitir avaliar de antemão o grau de seletividade dos apetrechos utilizados, importante na análise dos dados obtidos.

Uma análise mais detalhada das principais características físicas, químicas e morfométricas de ambientes lóticos pode ser encontrada em Hynes (1970), Whitton (1975), Schäfer (1985), Jeffries & Mills (1990) e Allan (1995). Todos estes autores salientam a influência que estas características abióticas exercem sobre a estrutura das comunidades aquáticas.

Quanto à metodologia de análise dos diversos parâmetros ambientais aqui citados, envolvendo tanto atividades de campo como de laboratório, uma vasta literatura existe à disposição, podendo, a título de exemplo, ser citados Brower & Zar (1984), com uma visão mais ecológica, e Wetzel & Likens (1991), com um maior detalhamento limnológico.

Além da caracterização de um riacho quanto à hidrologia, física e química da água, deve-se salientar a diferenciação em tipos morfológicos, baseada na localização e extensão de seu curso, abrangendo distintas regiões topográficas. Kleerekoper (1944) já chamava a atenção para uma importante distinção das águas correntes em três tipos, baseado nas características ecológicas preponderantes: 1) uma região de cabeceiras, com correnteza forte, temperatura baixa, leito limpo e pedregoso; 2) uma região a jusante da primeira, com correnteza menos proeminente, temperatura mais elevada, fundo de areia e argila e formação de margens rasas com vegetação aquática; 3) uma região rio abaixo, em áreas planas, próxima ao estuário, onde a correnteza é bem mais lenta e o fundo argiloso e movediço.

Schäfer (1985) distingue dois tipos morfológicos, correspondendo ao primeiro grupo os rios de regiões montanhosas, nascendo na altitude e tendo como características a declividade, grande velocidade da água e, conseqüentemente, processos de erosão; no segundo grupo reúne os rios de planície, que possuem a nascente na planície, sendo caracterizados pelo baixo declive e pelo domínio de processos de erosão lateral e acumulação. Porém, esta distinção nem sempre é tão precisa, pois, conforme salientado por Schäfer (1985), a maioria dos rios representa uma mistura entre esses dois tipos extremos, possuindo um curso superior em região montanhosa e um curso inferior na planície, com foz no mar ou em outro rio.

Porém, como a amostragem da ictiofauna é bastante influenciada pelas características morfométricas, físicas e químicas do curso d'água, para fins de definir o método de amostragem apropriado, neste trabalho dividimos os riachos em três tipos: de montanha, de planície e litorâneos. Devido às diferenças na estrutura do ambiente, encontradas em riachos de montanha, de planície e litorâneos, as condições para a amostragem da ictiofauna nestes ambientes diferem.

Os riachos de montanha são caracterizados por maior declividade, maior velocidade da corrente, menor temperatura, maior transparência da água, teores mais altos de oxigênio dissolvido e substrato de fundo mais grosseiro. Nos trechos que apresentam mata de galeria bordeando as margens, a menor incidência de luz solar determina valores mais baixos de temperatura e a mata contribui com material vegetal alóctone, sob a forma de ramos, troncos e folhas, o qual se acumula no fundo do rio. Neste tipo de ambiente, a amostragem da ictiofauna é dificultada principalmente pela maior irregularidade do fundo e o acúmulo de detritos, além da correnteza forte. A maior transparência da água, se por um lado facilita a atividade do coletor, por outro lado permite ao peixe perceber melhor os instrumentos de coleta e se refugiar.

Nos riachos de planície, os valores menores de declividade e velocidade da corrente, a irregularidade do substrato e, no geral, a menor transparência da água facilitam a utilização de vários métodos de coleta de peixes. A maior parte destes ambientes, devido à retirada da mata de galeria (desmatamentos para fins de pastagem e agricultura), apresenta maior incidência de luz solar, com conseqüente aumento da temperatura da água e da vegetação arbustiva marginal. Esta vegetação, ao pender sobre a água, oferece abrigo a muitas espécies de peixes, sendo um importante micro-hábitat para coleta.

Os riachos litorâneos, com a nascente na encosta das serras, um curso na planície costeira e a desembocadura no mar, são ambientes interessantes, pois numa extensão relativamente curta encontramos uma grande heterogeneidade ambiental. Diferenças na declividade e proximidade do mar determinam zonas distintas e uma grande diversidade de micro-hábitats, com variações no tipo de fundo, profundidade e nas características físicas e químicas da água (Uieda, 1995). Böhlke *et al.* (1978) salientaram a importância de estudar os rios costeiros do leste do Brasil, onde parece existir um endemismo acentuado. A crescente interferência humana, com a introdução de espécies estrangeiras, reforçam a necessidade de se coletar e estudar os peixes destas áreas, pois, se sua fauna não for descrita, um volume grande de informações sobre a zoogeografia dos peixes de água doce da América do Sul poderá se perder (Böhlke *et al.*, 1978).

Assim, cada um destes tipos de riachos possui um conjunto de características próprio, o qual exerce forte influência sobre a composição e distribuição das espécies de peixes e, por sua vez, sobre a eficiência dos diferentes métodos de coleta.

### Métodos de coleta

As artes de pesca utilizadas para a coleta de peixes são bastante variadas, sendo que para cada ambiente aquático existe uma arte de pesca mais adequada. Porém, a maior parte delas é seletiva, ou seja, só capturam um determinado grupo de

peixes, de acordo com o seu tamanho, hábitos, profundidade de ocorrência, mobilidade, etc. (Malabarba & Reis, 1987).

Para ambientes lóticos, os problemas de amostragem de peixes (variabilidade na estrutura dos ambientes amostrados, a qual exerce influência sobre os padrões de distribuição das espécies; seletividade da maioria dos métodos de captura), como a maior parte dos demais problemas de amostragens biológicas em águas correntes, permanecem sem solução (Hynes, 1970). Em riachos, diferenças locais entre corredeiras e poções tendem a segregar espécies e classes de tamanho, sendo muito difícil uma padronização e mesmo uma total eficácia dos métodos de captura (Hynes, 1970).

Informações detalhadas acerca dos diferentes métodos utilizados para captura de peixes de água doce, além de uma análise comparativa quanto às vantagens, desvantagens e grau de eficiência de cada método, podem ser encontradas em Hynes (1970), Lagler (1971) e Nilsen & Johnson (1983). Os dois últimos trabalhos também trazem detalhes sobre como montar e operar os instrumentos de coleta.

Para o Brasil, informações acerca dos métodos de coleta de peixes de água doce, as situações em que devem ser utilizados e a maneira de utilização podem ser obtidas em Vanzolini & Papavero (1967) e Malabarba & Reis (1987). Afora estes dois manuais de técnicas de coleta, encontramos somente informações dispersas em trabalhos acerca de comunidades de riachos, os quais citam os tipos de apetrechos utilizados para a captura de peixes. Destes trabalhos, somente alguns citam problemas de seletividade dos apetrechos em relação às classes de tamanho amostradas (Saul, 1975; Silva, 1982), ao levantamento de espécies pelágicas e bentônicas (Silva, 1982), à heterogeneidade do hábitat (Garutti, 1988; Vianna, 1989) e às diferenças comportamentais das espécies (Vianna, 1989). Mais recentemente, alguns autores tem apresentado informações mais detalhadas, comparando a eficiência de métodos de coleta de peixes em águas correntes. Sabino & Castro (1985; 1990) aplicaram a metodologia de observação direta e coleta durante mergulho em um riacho da Floresta Atlântica do sudeste do Brasil e discutiram brevemente as limitações dos métodos tradicionais de coleta neste tipo de ambiente. Uieda (1995) analisou comparativamente métodos de estudo de peixes em um riacho litorâneo, em trechos com diferentes características ambientais. Casatti (1996) e Casatti & Castro (1998), em um trecho do curso superior do Rio São Francisco, testaram a eficiência de uma nova técnica de trabalho para realização de observações e coletas subaquáticas em áreas de corredeiras. Castro & Casatti (1997) analisam a eficiência do uso de ictiotóxicos (rotenona) para amostragem de peixes em um riacho que estava sob a ameaça de uma forte ação antrópica deletéria. Mazzoni (1998) analisa a eficiência da pesca elétrica em um riacho costeiro.

Entre as diversas metodologias de captura de peixes citadas na literatura, algumas são mais comumente utilizadas em ambientes lóticos, como redes, armadilhas, eletropesca e envenenamento (Hynes, 1970; Lagler, 1971).

Uma breve descrição das técnicas e instrumentos de coleta de peixes, mais apropriados para utilização em ambientes de água corrente, será apresentada a seguir. Para maiores detalhes sugerimos consulta à literatura anteriormente citada.

### *Técnicas de captura passiva*

Consiste na captura de peixes através de apetrechos que não são movidos ativamente pelo homem ou máquinas, compreendendo dois tipos principais: redes de espera e armadilhas (Hubert, 1983). Os instrumentos de coleta passiva apresentam vantagens na utilização, por serem simples na estrutura e construção, por serem de utilização manual, requerendo pouco treino para uso, e por permitirem obter dados precisos a respeito da abundância relativa de muitas espécies (Hubert, 1983). Entretanto, são bastante seletivos quanto à espécie e tamanho dos peixes.

As redes de espera são redes de “pano” simples (um único tipo de malha), de tamanhos e malhas variáveis, usualmente com bóias na parte superior e chumbos na inferior, de modo a permanecer na posição vertical dentro d’água (Malabarba & Reis, 1987). Em riachos sua utilização é restrita a locais com pouca ou nenhuma correnteza, como áreas marginais e riachos de planície. É apropriada a utilização de redes de pequeno porte, que podem ser usadas em trechos ou micro-habitats específicos, como pequenos poções ou baías marginais (Figura 1A). As redes são bastante seletivas quanto ao tamanho do peixe capturado, pois só prendem os peixes que tem tamanho suficiente para ficar emalhados pelos opérculos ou espinhos das nadadeiras. Além disso, porque peixes de riacho de águas claras geralmente possuem visão acurada, as redes de espera mais eficientes neste tipo de ambiente são confeccionadas com monofilamento fino, flexível e translúcido de “nylon”, tendo sua máxima efetividade de coleta durante a noite.

As armadilhas permitem a captura de peixes que entram numa área fechada através de um ou mais funis ou aberturas em V e não podem achar um modo de escapar (Hubert, 1983). Os covos (Figura 1B-C) são armadilhas confeccionadas nas mais variadas formas (cilíndricos, retangulares) e com os mais variados materiais (arame, malha de rede, acrílico). Geralmente um covo é instalado junto ao fundo, com a boca voltada para jusante, em áreas marginais ou em locais de passagem de peixes. O tamanho do covo e a isca empregada variam de acordo com o peixe que se quer capturar (Malabarba & Reis, 1987), sendo mais efetivo para a coleta de espécies que forrageiam ativamente, próximas ao fundo ou à vegetação marginal (Figura 1D).

### *Técnicas de captura ativa*

Consistem na captura de peixes peneirando-os da água através de uma malha (Hayes, 1983). Dentro desta técnica podemos incluir redes de arrasto, de arremesso (tarrafas) e redes de mão (peneiras e puçás). Além do ambiente e do comportamento do peixe, a habilidade do coletor constitui um importante fator que determina a seletividade do método ativo de coleta (Hayes, 1983).



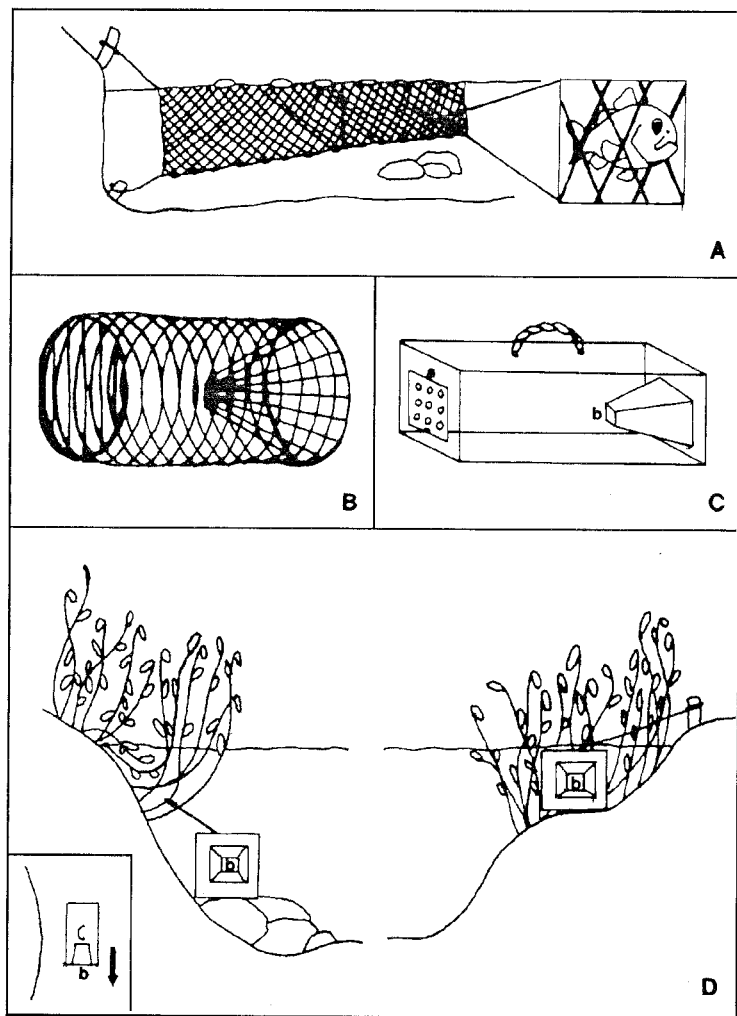


Figura 1. Técnicas de captura passiva: A - rede de espera, utilizada em micro-habitats específicos, com pouca correnteza; B - covo de arame e C - covo de acrílico (a= porta para retirada dos peixes, b= abertura pela qual os peixes penetram no covão), D - utilizados para coleta de espécies que forrageiam próximo ao fundo ou junto à vegetação marginal. No recorte note o posicionamento do covão em relação à correnteza (seta), visto de cima.

As redes de arrasto podem ser confeccionadas em diversos tamanhos e malhas. A utilização destas redes em ambientes de água corrente é bastante restrita, sendo limitada a redes de pequeno tamanho e utilizadas somente em áreas livres de obstruções, saliências e detritos (rochas, troncos, galhos) e também com pouca ou nenhuma correnteza (Figura 2A). Isto é um problema sério para sua

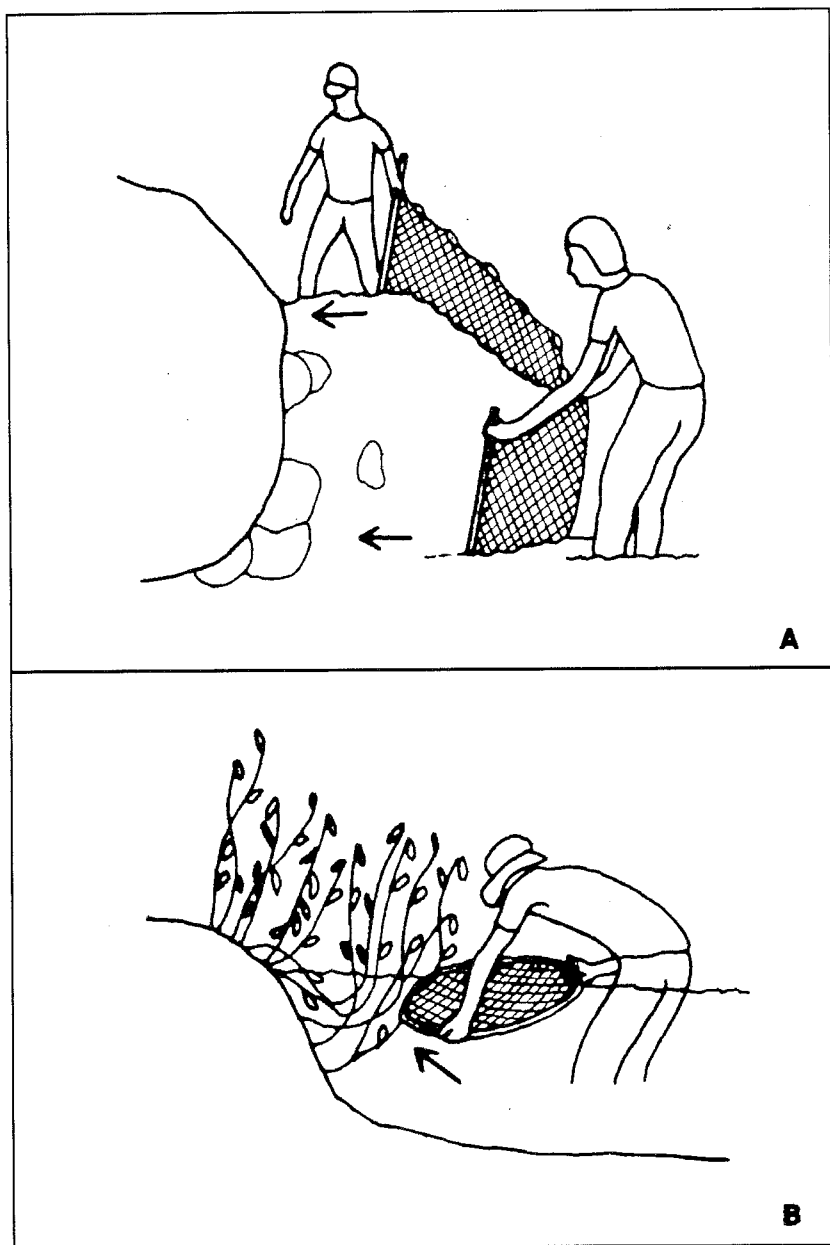


Figura 2. Técnicas de captura ativa: A - rede de arrasto, utilizada para cerco de micro-habitats com pouca correnteza e livres de obstruções; B - peneira (rede de mão), eficiente para a coleta de peixes próximo ou na vegetação marginal.

utilização em riachos de pequeno porte, principalmente em regiões de cabeceira, onde o fundo é pedregoso e com grande deposição de detritos vegetais em seu leito (Uieda, 1995).

As tarrafas, ou redes de arremesso, podem ser utilizadas com sucesso nos mesmos tipos de locais onde pequenas redes de arrasto podem também ser utilizadas. Seu principal inconveniente consiste na razoável habilidade e treino exigidos para sua utilização adequada. Porém, nas mãos de um coletor hábil, é um instrumento útil e prático para amostragens oportunistas, pontuais e rápidas.

As redes de mão, apesar de pouco citadas na literatura, são muito práticas e oferecem bons resultados para a coleta de peixes de riachos. A peneira é bastante eficiente para a coleta de peixes junto à vegetação marginal (Uieda, 1995). A peneira é introduzida sob a vegetação e levantada rapidamente, raspando bem junto à margem e chacoalhando a vegetação para desalojar os peixes (Figura 2B). O puçá, o qual pode ser confeccionado em vários formatos (redondo, retangular, triangular) e tecidos (malha de filó, tela plástica), também é prático para a coleta de peixes em ambientes de água corrente. Para a coleta junto à vegetação marginal e à meia-água, puçás redondos ou retangulares e de malha de filó são apropriados; para a coleta junto ao fundo, em trechos de correnteza forte e substrato grosseiro, puçás triangulares e de malha resistente são mais adequados. Este último tipo é posicionado perpendicularmente ao substrato, com a boca voltada à montante, sendo o substrato à sua frente revolvido com os pés e mãos para desalojar os peixes, os quais são carregados pela corrente para dentro do puçá (Figura 3A-B).

Puçás de pequeno tamanho e de malha de filó preta, pouco visíveis pelos peixes e oferecendo baixa resistência à corrente, são muito apropriados para captura de peixes de riachos utilizando-se a técnica de mergulho livre (Casatti, 1996). Segundo Helfman (1983), a observação direta subaquática é de grande valor como ferramenta de estudo, pois os mergulhadores podem contar e estimar o tamanho dos organismos, fazer observações de reprodução, alimentação, movimentos e outros comportamentos de uma maneira não destrutiva. Os métodos subaquáticos podem servir como uma maneira de coletar dados ou como uma ferramenta complementar para suplementar ou verificar dados coletados indiretamente (Helfman, 1983). A técnica de mergulho livre (Figura 3C) é o modo menos dispendioso e complexo de observar os peixes no seu ambiente, pois requer instrumental e treino relativamente simples, exigindo um menor gasto de energia (o mergulhador flutua na superfície, anotando as informações). Os instrumentos necessários são: máscara semi-facial, "snorkel", cinto de lastro, nadadeiras e roupa isotérmica de neoprene (protege contra baixas temperaturas da água, permitindo aumentar o tempo de observação). As anotações subaquáticas são feitas com lápis em uma placa de PVC branco e em mergulhos noturnos são utilizadas lanternas estanques (Sabino & Castro, 1990). Em ambientes mais rasos e de maior correnteza, as nada-

deiras são dispensáveis. Apesar de ser mais simples e barato do que o mergulho autônomo, o mergulho livre também exige o conhecimento de certas regras de segurança. Informações a este respeito, além de uma descrição mais detalhada acerca do instrumental de mergulho livre e autônomo, podem ser obtidas em um dos manuais de mergulho da Professional Association of Diving Instructors - PADI (Richardson, 1995).

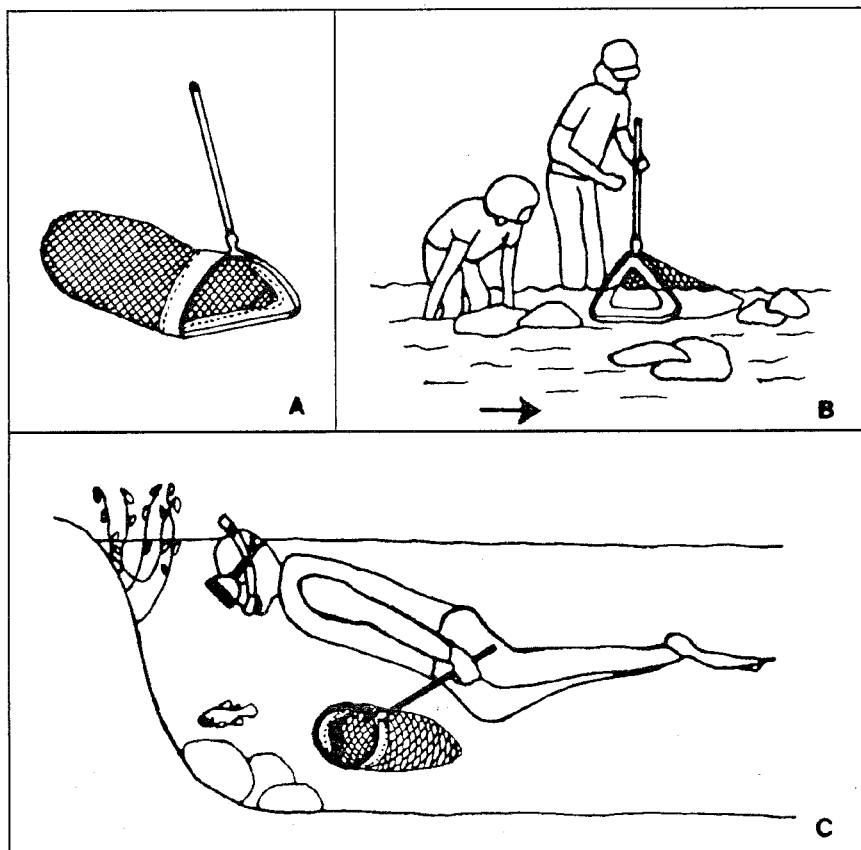


Figura 3. Técnicas de coleta ativa: A - puçá (rede de mão), utilizado para coleta em B - trechos de correnteza forte e substrato rochoso (→ sentido da corrente) ou C - associada à técnica de mergulho livre.

Uma das limitações da coleta através do mergulho é a transparência da água, a qual deve exceder a profundidade, pois as observações são, na sua maioria, feitas da superfície (Hellman, 1983). Em águas com grande quantidade de material em suspensão e vegetação (macrófitas ou mata de galeria, as quais

causam sombreamento na água), ou de fundo escuro, a observação é dificultada. Além da turbidez, a correnteza também impõe algumas restrições à coleta e observações subaquáticas, pois a corrente forte dificulta a natação, além de causar problemas de visibilidade, reduzida por turbilhonamento da água, e de perda de calor corporal acelerada. Casatti & Castro (no prelo) e Casatti (1996) apresentam uma nova técnica de trabalho para a realização de coletas subaquáticas em áreas de corredeiras fortes, utilizando equipamentos de mergulho livre e de alpinismo.

No Brasil, alguns autores têm utilizado, com sucesso, o método de observações subaquáticas, incluindo coleta, em estudos de comunidades de peixes em corpos d'água do Pantanal Matogrossense (Sazima, 1986; Sazima & Caramaschi, 1989; Sazima & Machado, 1990), em riachos de planície (Obara & Mendes, 1990), em riachos litorâneos (Sabino & Castro, 1990; São Thiago, 1990; Uieda, 1995) e em riachos de serra (Buck, 1994; Buck & Sazima, 1995; Casatti, 1996 e Casatti & Castro, 1998). A aplicação do método de observação direta durante mergulho livre em estudos subaquáticos permite obter dados de estimativa do tamanho populacional, preferências de hábitat, hábitos alimentares, padrões de atividade (Helfman, 1983), comportamento, interações predador/presa e territorialidade (Keenleyside, 1979).

### *Anzol e linha*

É uma técnica que, apesar de muito seletiva, em algumas situações é bastante produtiva (Vanzolini & Papavero, 1967; Lagler, 1971; Malabarba & Reis, 1987). Segundo Malabarba & Reis (1987), é muito efetiva na captura de determinadas espécies de Siluriformes de fundo, que dificilmente são apanhadas de outra forma. Estes mesmos autores sugerem sua utilização em praticamente todos os tipos de ambientes aquáticos, sendo de grande importância em locais onde outros métodos são desvantajosos, como locais profundos ou correntosos. Outra vantagem é que, com ajustes no tamanho da linha e utilização de chumbadas ou bóias, é possível manter o anzol exatamente na profundidade desejada. Desta maneira, Uieda (1995) pôde testar a eficiência da coleta com vara em diferentes profundidades e com diferentes iscas, verificando que características do ambiente (velocidade da corrente) e das espécies de peixes (distribuição espacial, táticas de forrageamento) são fatores que afetam a seletividade da pesca.

As espécies capturadas, bem como o tamanho dos indivíduos, estão relacionados com o tamanho do anzol e a isca utilizados (Lagler, 1971; Malabarba & Reis, 1987). Lagler (1971) cita como fatores que afetam a seletividade da pesca a diferença na atratividade das iscas, o tempo que iscas mais macias permanecem no anzol, os padrões sazonais e diurnos do comportamento alimentar, a disponibilidade de comida natural e a densidade de peixes.

### Venenos

As toxinas comumente utilizadas como ictiotóxicos são o timbó ou rotenona, encontrada em plantas de seis gêneros de leguminosas, a maior parte pertencente ao gênero *Derris* (Malabarba & Reis, 1987). Timbó é o nome comumente empregado para designar o pó resultante direto da ralação das raízes destas plantas; a rotenona é o nome empregado para designar o produto industrializado (Malabarba & Reis, 1987). A rotenona, princípio ativo do timbó, mata o peixe bloqueando a transmissão de elétrons na cadeia respiratória (Lehninger, 1984), sufocando-o fisiologicamente e fazendo com que se comporte como se não houvesse suficiente oxigênio dissolvido na água. Assim, nada em direção à superfície para respirar (inutilmente) próximo da interface ar-água, onde o teor de oxigênio dissolvido de um corpo natural de água costuma ser máximo. Informações sobre o método de utilização da rotenona (concentração, modo de aplicação, tempo de espera, coleta dos peixes), bem como a detoxicação da água após seu uso podem ser encontradas em Lagler (1971), Davies & Shelton (1983) e Malabarba & Reis (1987). A rotenona é especialmente eficiente para coletar em poças, deixadas pelas vazantes dos rios, ou em pequenos riachos pedregosos, pois desaloja os peixes de seus esconderijos (Vanzolini & Papavero, 1967; Malabarba & Reis, 1987), sendo um dos melhores métodos para obter uma estimativa de biomassa (Davies & Shelton, 1983). Porém, apesar de ser um método extremamente efetivo e não seletivo, dizima as populações de peixes no local de aplicação, devendo seu uso ser feito com extrema cautela e discernimento, levando em conta que, apesar de necessitar de um instrumental simples e apresentar resultados altamente eficientes num curto espaço de tempo, também tem um alto custo em termos de impacto ambiental, podendo, se o veneno for manuseado incorretamente, apresentar graves riscos à saúde do coletor. Sua aplicação é recomendada em corpos d'água que irão sofrer alterações drásticas, principalmente pela ação do homem (desmatamentos, alterações no curso do rio, construção de barragens), em pequenos riachos em áreas onde há muitos com características semelhantes, ou então em trechos próximos à desembocadura de afluentes em rios de maior porte, de modo a permitir a diluição da rotenona até valores sub-letais e o rápido povoamento subsequente do trecho afetado (ver Castro & Casatti, 1997) para exemplo de estudo realizado com utilização de rotenona em um ambiente com várias das características citadas acima).

Apesar de ser considerado um dos métodos mais eficientes para obter informações acerca das populações de peixes, Lagler (1971) chama a atenção para a existência de certa seletividade dos ictiotóxicos quanto à espécie, estágio de vida, diferenças na suscetibilidade ou tempo de reação. Também, alguns fatores ambientais, como temperatura, pH, oxigênio e matéria em suspensão na água, podem afetar a eficiência dos ictiotóxicos (Davies & Shelton, 1983). Além destes, existe um problema potencial com relação à reação do público e algumas agências ambientais gover-

namentais e não-governamentais que questionam o valor relativo da informação obtida (Davies & Shelton, 1983). Neste caso, é importante sempre ponderar entre o custo ao meio ambiente e a importância da informação científica a ser obtida.

### *Pesca elétrica*

Consiste em produzir um campo elétrico na água, passando uma corrente entre dois eletrodos submersos. Dependendo da intensidade e tipo de corrente elétrica utilizada, diferentes reações são provocadas nos peixes, tais como paralisia, deslocamento em direção ao cátodo ou ânodo, ou ainda a morte (Malabarba & Reis, 1987). Como este método requer a utilização de um equipamento mais complexo e, principalmente, muito cuidado no manuseio (devido ao risco de eletrocução acidental do coletor), é importante para sua utilização consultar literaturas que descrevam em detalhes sua operação, podendo estas informações ser obtidas em Vibert (1967), Lagler (1971) e Reynolds (1983).

Este método de coleta tem sido raramente utilizado no Brasil, provavelmente devido ao custo financeiro relativamente alto, dificuldades de manuseio e alto risco para o coletor. É importante mencionar o estudo desenvolvido por Severi *et al.* (1995), que utilizaram a eletropesca para um levantamento da ictiofauna de ambientes lóticos e lênticos no estado do Paraná. Agostinho & Penzack (1994) e Mazzoni (1998) utilizaram esta técnica para a obtenção de dados quantitativos em estudos de produção de peixes. Severi *et al.* (1995) e Mazzoni (1998) definem as principais características da metodologia de pesca elétrica e sua aplicabilidade em diferentes condições ambientais. Os resultados obtidos por Severi *et al.* (1995) indicam que o uso de pesca elétrica é um importante método de captura, complementando outros métodos de amostragem de peixes em diferentes ambientes, especialmente aqueles que oferecem abrigo para os primeiros estágios de vida dos peixes, como zonas litorâneas com abundante vegetação submersa e flutuante.

### **Fixação dos exemplares**

A fixação é um processo de coagulação dos conteúdos celulares dos exemplares, geralmente através do estabelecimento de pontes químicas, previamente inexistentes, entre cadeias protéicas adjacentes (Taylor, 1977), tornando-os insolúveis e, como consequência, impedindo a autólise e decomposição dos tecidos e, conseqüentemente, dos exemplares.

O fixador, por excelência, de peixes em geral, e também para peixes de riacho, consiste em uma solução aquosa de formol comercial puro a 10% (nove partes de água para uma de formol comercial). O formol ocupa pouco volume durante o transporte até o local de estudo, uma vez que a água utilizada para sua

diluição pode ser aquela do próprio local de trabalho, além de ser relativamente barato e muito eficiente. Informações detalhadas sobre as propriedades fixadoras, modo de utilização, vantagens e desvantagens do uso de formol (e também outros fixadores) na fixação de peixes e outros animais podem ser encontradas em Vanzolini & Papavero (1967) e em Malabarba & Reis (1987), o último sendo restrito a peixes.

O melhor método de fixação de peixes de porte pequeno (abaixo de 15 cm de comprimento) e médio (15 a 45 cm de comprimento), como os encontrados em riachos, sem dúvida alguma é o seu afogamento em formol 10%. Apesar de ser sugerida uma permanência em formol por um período de 24 a 48 horas (Vanzolini & Papavero, 1967), para maior segurança, em especial em estudos de conteúdo estomacal, é recomendável que os exemplares permaneçam de 1 a 2 semanas no fixador. O método de afogamento em formol, embora seja considerado cruel por alguns pesquisadores, em algumas situações, como poucos indivíduos de porte pequeno afogados num volume relativamente grande de formol, geralmente resulta em exemplares fixados com o corpo estendido e nadadeiras abertas, condições que em muito facilitam sua identificação taxonômica posterior (ver Malabarba & Reis, 1987). Além disso, permite que, durante a morte, os exemplares engulam o formol, paralisando imediatamente a ação das enzimas digestivas e fixando o conteúdo estomacal, o que geralmente é muito importante em estudos envolvendo biologia alimentar. Há quem advogue a anestesia prévia dos exemplares utilizando-se benzocaína (cf. Laird & Oswald, 1975) ou outro anestésico, por razões humanitárias e para evitar que, em sua agonia, os mesmos vomitem o conteúdo de seus estômagos. Não há evidências, na maior parte da literatura de peixes de riachos, e em nossas experiências pessoais de trabalho em riachos, de que exemplares fixados por afogamento em formol vomitem consistentemente seus conteúdos estomacais. De qualquer forma, em estudos onde a preservação integral dos conteúdos estomacais seja vital, um teste pode ser feito antes de seu início regular.

Peixes com mais de 15 cm de comprimento, além de permanecerem no formol 10% por no mínimo 24 a 48 horas, devem ter suas cavidades abdominais e massas musculares injetadas com a mesma solução (Figura 4) imediatamente após a sua morte por afogamento em formol, para acelerar a difusão do fixador no interior de seus corpos e impedir a ocorrência de sítios profundos de decomposição corporal. Este procedimento é de especial importância para espécies que alimentam-se de vegetais, lódo ou perifíton. Depois de fixados, os exemplares podem ser mantidos na mesma solução de formol ou então, como usualmente é o caso, conservados em uma solução aquosa de etanol 70%. Novamente, Vanzolini & Papavero (1967) e Malabarba & Reis (1987) são as melhores fontes para detalhes acerca da fixação e conservação de peixes.

Finalmente, nos dias de hoje é cada vez mais comum a coleta de amostras de tecidos corporais de exemplares para obtenção e análise de dados moleculares,



geralmente visando a realização de estudos de sistemática e evolução. Uma boa síntese de como coletar e preservar tais amostras pode ser encontrada em Dessauer *et al.* (1996).

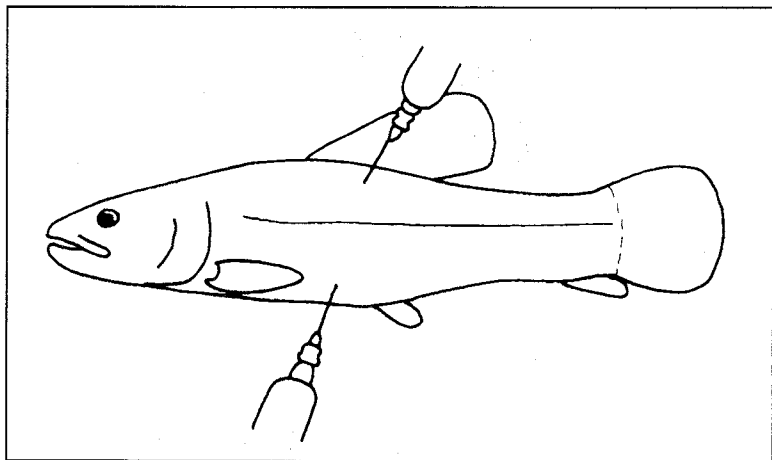


Figura 4. Processo de fixação de peixes de porte acima de 15 cm: injeção de formol a 10% na massa muscular dorsal e na cavidade abdominal, seguida de imersão em formol de mesma concentração por no mínimo 24 a 48 horas.

### Conclusões

Em riachos, os problemas de coleta de amostras representativas de peixes são muito grandes (Hynes, 1970). Muitas vezes, a utilização de métodos habituais de coleta é difícil ou mesmo impraticável neste tipo de ambiente. Características do hábitat, tais como profundidade, correnteza, tipo de fundo e transparência, afetam a seletividade dos instrumentos de coleta. Além disso, obstruções (rochas e detritos) e vegetação aquática dificultam a utilização de apetrechos ao longo do fundo. O comportamento das espécies de peixes também afeta a seletividade dos apetrechos, através de diferenças na distribuição espacial e temporal (migrações diárias e sazonais para reprodução e alimentação) e comportamento alimentar.

Assim, a escolha do método de coleta deve considerar as limitações impostas pelo ambiente na operação do instrumento de coleta, o comportamento do peixe (afetando sua distribuição e sua resposta ao instrumento) e as propriedades seletivas do instrumento (Hayes, 1983). Segundo Lagler (1971), a seletividade pode resultar de fatores extrínsecos (como forma de construção da armadilha e métodos de operação) e intrínsecos (como diferenças comportamentais devidas a sexo, tamanho, hábitos, período de coleta) ou de ambos. Este último autor sugere,

como método para avaliar a seletividade dos instrumentos de coleta, comparar as frequências e distribuição do comprimento dos peixes coletados com diferentes apetrechos ou comparar as coletas com o mesmo apetrecho em diferentes locais e horários.

Vianna (1989), Sabino & Castro (1990), São Thiago (1990) e Uieda (1995), em estudos da ictiofauna de ambientes lóticos, já apontaram os problemas envolvidos na aplicação dos métodos usuais de coleta (principalmente redes de espera e de arrasto) neste tipo de ambiente. Destes autores, os três últimos sanaram as falhas advindas das dificuldades de amostragem em riachos utilizando, como metodologia de estudo complementar, ou mesmo principal, coletas e observações subaquáticas através do mergulho livre.

Na interpretação dos dados, deve sempre ser levado em conta que cada método de coleta possui suas limitações com relação aos diferentes tipos de habitats e espécies de peixes. A escolha dos métodos de coleta a serem aplicados também depende do objetivo da amostragem e da natureza do trabalho que se pretende desenvolver. Assim, uma investigação bem planejada, além de ter sua natureza e objetivos claramente estabelecidos de antemão, reconhece as limitações de cada metodologia e tenta suplementar uma técnica com a outra. Obviamente, não é prático e nem desejável coletar todos os animais de uma área ou em todos os períodos de amostragem, pois implicações a curto e a longo prazo de amostragens destrutivas de uma população local de peixes devem ser avaliadas (Allen *et al.*, 1992). Cabe ao pesquisador pesar cuidadosamente as consequências da utilização de métodos de amostragem mais drásticos, às vezes necessários para uma análise de abundância e biomassa das espécies de uma comunidade. Dependendo da área de estudo e dos objetivos da pesquisa, pode ser apropriada a realização de amostragens prévias para testar a eficiência de coleta, conforme recomendado por Allen *et al.* (1992).

Finalmente, para a grande maioria dos trabalhos efetuados com peixes de riacho, a maneira mais eficiente, em termos de custo em material, tempo de trabalho e resultado final, de fixar os exemplares no campo consiste em seu afogamento em uma solução aquosa de formol comercial puro a 10%, onde permanecem por no mínimo 24 a 48 horas, até serem transferidos para uma solução aquosa de etanol a 70%.

### Agradecimentos

Somos gratos a Hertz F. dos Santos e a Lilian Casatti, pela leitura crítica e sugestões ao manuscrito, e a José Mario Pisani, pela confecção dos desenhos em nanquim. O segundo autor é bolsista de Pesquisa do CNPq (proc. 301309/91-4).

## Referências bibliográficas

- AGOSTINHO, A.A & T. PENCZAK. 1995. Populations and production of fish in two small tributaries of the Paraná River, Paraná, Brazil. *Hydrobiologia*, **312**: 153-166.
- ALLAN, J.D. 1995. *Stream ecology: Structure and function of running waters*. Chapman & Hall, London, 388 pp.
- ALLEN, D.M.; SERVICE, S.K. & M.V. OGBURN-MATTHEWS. 1992. Factors influencing the collection efficiency of estuarine fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, **121**: 234-244.
- BÖHLKE, J.E.; WEITZMAN, S.H. & N.A. MENEZES. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazonica*, **8** (4): 657-677.
- BROWER, J.E. & J.H. ZAR. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Second Edition, Wm.C. Brown Publishers, Dubuque. 226 pp.
- BROWN, V.M. 1975. Fishes. pp. 199-229. In: B.A. WHITTON (eds.), *River ecology*. University California Press, Berkeley (Studies in Ecology, Vol.2).
- BUCK, S. 1994. *História natural de uma comunidade de cascudos (Loricariidae) na mata Atlântica: habitat, atividade e alimentação*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. 64 pp.
- BUCK, S. & I. SAZIMA. 1995. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **6** (4): 325-332.
- 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. 1998. A fish community of the São Francisco River headwater riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, **9**: 229-242.
- CASTRO, R.M.C. & L. CASATTI. 1997 The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná River Basin, southeastern Brazil. *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, **7**: 337-352.
- DAVIES, W.D. & W.L. SHELTON. 1983. Sampling with toxicants. pp. 199-213. In: Nielsen, L.A. & D.L. Johnson (eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Maryland.

- DESSAUER, H.C.; COLE, C.J. & M.S. HAFNER. 1996. Collection and storage of tissues. pp. 29-47. *In*: Hillis, D.M.; Moritz, C. & B. K. Mable (eds.), *Molecular Systematics*: Second Edition. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts. 655 pp.
- GARUTTI, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna de um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do Rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, **48** (4): 747-759.
- HAYES, M.L. 1983. Active fish capture methods. pp. 123-145. *In*: Nielsen, L.A. & D.L. Johnson (eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Maryland.
- HELFMAN, G.S. 1983. Underwater methods. pp. 349-369. *In*: Nielsen, L.A. & D.L. Johnson (eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Maryland.
- HUBERT, W.A. 1983. Passive capture techniques. pp. 95-122. *In*: Nielsen, L.A. & D.L. Johnson (eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Maryland.
- HYNES, H.B.N. 1970. *The ecology of running waters*. University of Toronto, Canada. 555 pp.
- JEFFRIES, M. & D. MILLS. 1990. *Freshwater ecology: principles and applications*. Belhaven Press, London and New York. 285 pp.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. 1979. *Diversity and adaptation in fish behaviour*. Springer-Verlag, Berlin. 208 pp.
- KLEEREKOPER, H. 1944. *Introdução ao estudo da limnologia*. Segunda Edição (fac-similar), Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre. 329 pp.
- LAGLER, K.F. 1971. Capture, sampling and examination of fishes. pp. 7-44. *In*: W.E. Ricker (ed.), *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. Second Edition, Blackwell, Oxford & Edinburgh.
- LAIRD, M.L. & R.L. OSWALD. 1975. A note on the use of benzocaine as a fish anaesthetic. *Institute of Fisheries Management*, **6**(4):92-94.
- LEHNINGER, A. L. 1984. *Princípios de Bioquímica*. Sarvier, São Paulo. 724 pp.
- MALABARBA, L.R. & R.E. REIS. 1987. Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas. *Sociedade Brasileira de Zoologia* (Campinas), **36**: 1-14.
- MAZZONI, R. 1998. *Estrutura das comunidades e produção de peixes de um sistema fluvial costeiro de Mata Atlântica, Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 100 pp.

- NIELSEN, L.A. & D.L. JOHNSON. 1983. *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Maryland. 468 pp.
- OBARA, E. & L.F. MENDES. 1990. *Aspectos da biologia dos peixes de um trecho da cabeceira do Ribeirão do Tamanduá, Bacia do Rio Pardo, SP*. Monografia de Bacharelado. Universidade de São Paulo. 68 pp.
- REY, L. 1993. *Planejar e redigir trabalhos científicos*. Segunda Edição, Editora Edgard Blücher, São Paulo. 318 pp.
- REYNOLDS, J.B. 1983. Electrofishing. pp. 147-163. In: Nielsen, L.A. & D.L. Johnson (eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Maryland.
- RICHARDSON, D. (ed. in chief) 1995. *PADI: Open Water Diver Manual: Português (Portuguese)*. PADI Inc., Santa Ana, California. 272 pp.
- SABINO, J. & R.M.C. CASTRO. 1985. Sobre o uso de métodos de observação direta no estudo de aspectos da biologia da ictiofauna do Ribeirão Indaiá, Bacia Leste, Ubatuba, SP. *Congresso Brasileiro de Zoologia*, **12**: 190. Editora da UNICAMP, Campinas.
- 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** (1): 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.
- SAUL, W.G. 1975. An ecological study of fishes at a site in upper Amazonian Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **127** (12): 93-134.
- 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. & E.P. CARAMASCHI. 1989. Comportamento alimentar de duas espécies de *Curimata*, sintópicas no Pantanal de Mato Grosso (Osteichthyes, Characiformes). *Revista Brasileira de Biologia*, **49** (2): 325-333.
- SAZIMA, I. & F.A. MACHADO. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, **28**: 17-31.
- SCHÄFER, A. 1985. *Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 532 pp.

- SEVERI, W.; HICKSON, R.G. & T.C.F. MARANHÃO. 1995. Use of electric fishing for fish fauna survey in southern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, **55** (4): 651-660.
- SILVA, C.P. da. 1982. Ocorrência, distribuição e abundância de peixes na região estuarina de Tramandaí, Rio Grande do Sul. *Atlântica*, Rio Grande, **5**: 49-66.
- TAYLOR, W.R. 1977. Observations on specimens fixation. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **90**(4): 753-763.
- 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 (eds.). 1967. *Manual de coleta e preparação de animais terrestres e de água doce*. Fonseca, São Paulo. 223 pp.
- VIANNA, M. 1989. *Ritmo circadiano na atividade, alimentação e partilha de recursos entre peixes de um rio litorâneo da região de Angra dos Reis, RJ*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 88 pp.
- VIBERT, R. (ed.). 1967. *Fishing with electricity: its applications to biology and management*. Fishing News Books, London. 276 pp.
- WETZEL, R.G. & G.E. LIKENS. 1991. *Limnological analyses*. Second Edition, Springer-Verlag, New York. 391 pp.
- WHITTON, B.A. 1975. *River ecology*. University California Press, Berkeley. 725 pp.

### Endereço:

VIRGINIA SANCHES UIEDA  
Departamento de Zoologia  
Instituto de Biociências, CP 510  
UNESP, Campus de Botucatu  
18618-000 Botucatu, SP

RICARDO MACEDO CORRÊA E CASTRO  
Laboratório de Ictiologia  
Departamento de Biologia  
FFCLRP - Universidade de São Paulo  
Av. dos Bandeirantes 3900  
14040-901 Ribeirão Preto, SP